



# SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

*Teorias, métodos e técnicas*

MARIA DE FÁTIMA NÓBREGA BARBOSA  
JOSANDRA ARAÚJO BARRETO DE MELO  
ÂNGELA MARIA CAVALCANTI RAMALHO  
ERIVALDO MOREIRA BARBOSA  
(Organizadores)



## Universidade Estadual da Paraíba

Prof. Antonio Guedes Rangel Junior | *Reitor*

Prof. Flávio Romero Guimarães | *Vice-Reitor*



### Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Luciano Nascimento Silva | *Diretor*

Antonio Roberto Faustino da Costa | *Editor Assistente*

Cidoval Moraes de Sousa | *Editor Assistente*

#### Conselho Editorial

Luciano Nascimento Silva (UEPB) | José Luciano Albino Barbosa (UEPB)

Antonio Roberto Faustino da Costa (UEPB) | Antônio Guedes Rangel Junior (UEPB)

Cidoval Moraes de Sousa (UEPB) | Flávio Romero Guimarães (UEPB)

#### Conselho Científico

Afrânio Silva Jardim (UERJ) | Jonas Eduardo Gonzalez Lemos (IFRN)

Anne Augusta Alencar Leite (UFPB) | Jorge Eduardo Douglas Price (UNCOMAHUE/ARG)

Carlos Wagner Dias Ferreira (UFRN) | Flávio Romero Guimarães (UEPB)

Celso Fernandes Campilongo (USP/ PUC-SP) | Juliana Magalhães Neuwander (UFRJ)

Diego Duquelsky (UBA) | Maria Creusa de Araújo Borges (UFPB)

Dimitre Braga Soares de Carvalho (UFRN) | Pierre Souto Maior Coutinho Amorim (ASCES)

Eduardo Ramalho Rabenhorst (UFPB) | Raffaele de Giorgi (UNISALENTO/IT)

Germano Ramalho (UEPB) | Rodrigo Costa Ferreira (UEPB)

Glauber Salomão Leite (UEPB) | Rosmar Antonni Rodrigues Cavalcanti de Alencar (UFAL)

Gonçalo Nicolau Cerqueira Sopas de Mello Bandeira (IPCA/PT) | Vincenzo Carbone (UNINT/IT)

Gustavo Barbosa Mesquita Batista (UFPB) | Vincenzo Milittello (UNIPA/IT)

#### Expediente EDUEPB

Erick Ferreira Cabral | *Design Gráfico e Editoração*

Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes | *Design Gráfico e Editoração*

Leonardo Ramos Araujo | *Design Gráfico e Editoração*

Elizete Amaral de Medeiros | *Revisão Linguística*

Antonio de Brito Freire | *Revisão Linguística*

Danielle Correia Gomes | *Divulgação*



Editora filiada a ABEU

#### EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: [eduepb@uepb.edu.br](mailto:eduepb@uepb.edu.br)

MARIA DE FÁTIMA NÓBREGA BARBOSA  
JOSANDRA ARAÚJO BARRETO DE MELO  
ÂNGELA MARIA CAVALCANTI RAMALHO  
ERIVALDO MOREIRA BARBOSA  
*(Organizadores)*

**S**USTENTABILIDADE  
**A**MBIENTAL  
*Teorias, métodos e técnicas*



Campina Grande - PB  
2019



## Estado da Paraíba

João Azevêdo Lins Filho | *Governador*

Ana Lúgia Costa Feliciano | *Vice-governadora*

Nonato Bandeira | *Secretário da Comunicação Institucional*

Aléssio Trindade de Barros | *Secretário da Educação e da Ciência e Tecnologia*

Damião Ramos Cavalcanti | *Secretário da Cultura*

## EPC - Empresa Paraibana de Comunicação

Naná Garcez | *Diretora Presidente*

William Campos | *Diretora de Mídia Impressa*

Alexandre Macedo | *Gerente da Editora A União*

Maria Eduarda Santos | *Diretora de Rádio e TV*



BR 101 - KM 03 - Distrito Industrial - João Pessoa-PB - CEP: 58.082-010

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

---

S964      Sustentabilidade ambiental: teorias, métodos e técnicas./Maria de Fátima Nóbrega Barbosa, Josandra Araújo Barreto de Melo, Ângela Maria Cavalcanti Ramalho, Erivaldo Moreira Barbosa [Organizadores].— Campina Grande: EDUEPB, 2019.  
9200 Kb. – 534 p.

**ISBN 978-85-7879-610-5 (E-book)**

1. Gestão ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Realidade socioambiental - Diagnóstico. 4. Recursos hídricos - Planejamento. 5. Produção sucroalcooleira - Brasil. 6. Consumo sustentável. I. Barbosa, Maria de Fátima Nóbrega (organizadora). II. Melo, Josandra Araújo Barreto dos Santos (organizadora). III. Ramalho, Ângela Maria Cavalcanti (organizadora). IV. Barbosa, Erivaldo Moreira (organizador).  
21. ed. CDD 333.7152

---

Ficha catalográfica elaborada por Heliane Maria Idalino Silva – CRB-15°368

### EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bodocongó - Bairro Universitário  
Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br>  
e-mail: [eduepb@uepb.edu.br](mailto:eduepb@uepb.edu.br)

Copyright © EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

# SUMÁRIO

- 9      **PREFÁCIO**
- 11     **INTRODUÇÃO**

## **SEÇÃO 1**

### **FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO DA REALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM DIFERENTES ATIVIDADES PRODUTIVAS**

- 17     **CAPÍTULO 1- MANEJO DAS ATIVIDADES PRODUTIVAS  
E AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS  
NATURAIS NO CARIRI PARAIBANO**  
*Luiz Gustavo Bezerra de Lima Morais*  
*Josandra Araújo Barreto de Melo*
- 47     **CAPÍTULO 2 - PERFIL DA AGRICULTURA FAMILIAR NO  
MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI – PB:  
CENÁRIOS E PERSPECTIVAS**  
*Ronildo Alcântara Pereira*  
*Clênia Rodrigues Alcântara*  
*José Dantas Neto*
- 87     **CAPÍTULO 3 - VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E  
AMBIENTAL DAS COMUNIDADES DO ENTORNO DO AÇUDE  
EPITÁCIO PESSOA, BOQUEIRÃO, PB**  
*Lincoln Eloi de Araújo*  
*Celênia de Souto Macedo*  
*Karina Guedes Correia*  
*Maria José dos Santos*  
*João Miguel de Moraes Neto*  
*Francisco de Assis Salviano de Sousa*

- 125 **CAPÍTULO 4 - PRÁTICAS AMBIENTAIS, COMPETITIVIDADE  
E SUSTENTABILIDADE: DIÁLOGOS POSSÍVEIS**  
*Maria de Fátima Nóbrega Barbosa*  
*Gesinaldo Ataíde Cândido*

## **SEÇÃO 2**

### **MECANISMOS VIABILIZADORES**

#### **DA SUSTENTABILIDADE**

- 157 **CAPÍTULO 1 - METODOLOGIA PARA AVALIAR A SAÚDE  
AMBIENTAL: UMA APLICAÇÃO EM MUNICÍPIOS  
PARAIBANOS EMPREGANDO A  
ANÁLISE MULTICRITERIAL**  
*José Ribamar Marques de Carvalho*  
*Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho*  
*Wilson Fadlo Curi*  
*Rosires Catão Curi*  
*Gesinaldo Ataíde Cândido*

- 183 **CAPÍTULO 2 - ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DO  
ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO NA PERSPECTIVA  
DA SUSTENTABILIDADE**  
*Josandra Araújo Barreto de Melo*

- 221 **CAPÍTULO 3 - MATRIZES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS E  
CONSUMO SUSTENTÁVEL: CENÁRIOS, ESTRATÉGIAS  
E ENTRELAÇAMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL**  
*Ângela Maria Cavalcanti Ramalho*  
*Gesinaldo Ataíde Cândido*  
*Sandra Sereide Ferreira da Silva*

- 255      **CAPÍTULO 4 - A DISCIPLINA JURÍDICA DOS RECURSOS HÍDRICOS E A PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL**  
*Lílian Gabriele de Freitas Araújo*  
*Patrícia Borba Vilar Guimarães*
- 303      **CAPÍTULO 5 - AÇÃO CIVIL PÚBLICA AMBIENTAL NA PARAÍBA: ANÁLISE JURÍDICO-PROCESSUAL NO ÂMBITO DOS RECURSOS NATURAIS (ÁGUA, FLORA, FAUNA, SOLO E ATMOSFERA)**  
*Maria do Carmo Élide Dantas Pereira*  
*Erivaldo Moreira Barbosa*
- 333      **CAPÍTULO 6 - SOCIEDADE, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE: (RE) SIGNIFICANDO O SABER-FAZER PEDAGÓGICO**  
*Silvana Eloisa da Silva Ribeiro*  
*Zélia Maria de Arruda Santiago*
- 373      **CAPÍTULO 7 - PLANEJAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
*Allan Sarmiento Vieira*  
*Wilson Fadlo Curi*
- 429      **CAPÍTULO 8 - SUSTENTABILIDADE URBANA NO CONTEXTO DAS CIDADES BRASILEIRAS: PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES**  
*Maria de Fátima Martins*  
*Gesinaldo Ataíde Cândido*

**CAPÍTULO 9 - SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA  
“UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS”:  
A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO**

475 *Maria José dos Santos*  
*Bernardo Barbosa da Silva*  
*Lincoln Eloi de Araújo*  
*Ariosto Gravatar dos Santos*  
*Eudes de Oliveira Bomfim*

529 **SOBRE OS AUTORES**

## PREFÁCIO

O livro intitulado *Sustentabilidade Ambiental: teorias, métodos e técnicas* vem a público, por meio do viés multidisciplinar, agregar informações ecológicas importantes aos tomadores de decisão pública e/ou privada e aos demais interessados.

Neste compêndio, apresenta-se a *sustentabilidade* fincada no tripé social-econômico-ambiental como fio condutor que perpassa transversalmente todos os capítulos. Destarte, não se deve sobrevalorizar nenhuma das dimensões do tripé, pois todos os termos dispõem de mecanismos internos que lhes impulsionam e possibilitam o seu funcionamento em determinado momento de fruição do sistema. Ademais, outras componentes emergem formando subsistemas, contribuindo com o processo sinérgico ambiental.

A sustentabilidade ambiental descrita nesta obra visa descrever um contexto local sem desconsiderar o global. Apesar dos diversos tópicos se referirem aos aspectos locais em face das características da região semiárida, também se leva em consideração a força impactante das práticas globais.

Assim, os capítulos do livro são permeados de diversas teorias, métodos e técnicas que têm por finalidade contribuir com a harmonia do economicamente viável, do socialmente justo e do ecologicamente sustentável. Aprofundando-se ainda mais,

alcançam-se os subsistemas da sustentabilidade: cultural, político-institucional, demográfica, tecnológica, jurídica e ética.

Mister é destacar que não se deve olvidar do ceticismo que impera na arena ambiental, no tocante à sustentabilidade. Os organizadores e autores desta obra, de forma implícita, reconhecem as limitações da proposta de alcance em curto ou médio prazo na redução significativa das degradações, deteriorações e poluições dos ecossistemas do semiárido brasileiro. Mesmo assim, acreditam em ações proativas preliminares deflagradas do processo de reversão dos impactos negativos ambientais.

À guisa de prefácio, a formação acadêmica diversificada dos autores amplifica os olhares e saberes sobre a problemática da sustentabilidade ambiental, que é complexa e sistêmica. Ao aduzir múltiplas percepções, pesquisadores sobre o assunto em alusão desintegram-se “verdades aparentes” e se descortinam verdades consistentes.

**Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy.**

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, quando as técnicas utilizadas nas atividades produtivas, motivadas pela preponderância de valores materialistas que não consideram a capacidade de regeneração da natureza, apresentam um potencial predatório que se traduz no aumento do nível de degradação ambiental, a sustentabilidade se coloca como um desafio ante a necessidade de se construir alternativas de desenvolvimento sustentável, de forma a alcançar os princípios da Agenda 21 e superar o modelo de desenvolvimento vigente, colocado à prova devido ao seu caráter social excludente e ambientalmente perverso.

Um dos problemas decorrentes do uso/ocupação das terras de forma inadequada, que afeta mais fortemente o Estado da Paraíba, é a degradação ambiental seguida da criação e intensificação de processos de desertificação. Segundo Sá (2010), embora os Estados do Ceará e Pernambuco sejam os mais castigados por tais processos, proporcionalmente, a Paraíba é o Estado com maior extensão de área comprometida: 71% do seu território já sofrem com os efeitos da desertificação.

A partir dessa compreensão, os textos presentes nesta obra procuram oferecer subsídios à discussão e implementação de valores sustentáveis em escala local, permeando discussões sobre a temática, amparo jurídico, apresentação de ferramentas de monitoramento e gestão ambiental que subsidiam o alcance da

sustentabilidade, além de diagnósticos de situações socioeconômicas e ambientalmente insustentáveis.

Como forma de sistematização da obra, os capítulos integrantes foram distribuídos em duas seções. A primeira parte, intitulada *Ferramentas de diagnóstico da realidade socioambiental em diferentes atividades produtivas*, congrega quatro capítulos, em que os autores fazem um levantamento dos reflexos socioambientais decorrentes do desenvolvimento de algumas atividades produtivas representativas para o Estado da Paraíba, a exemplo da agricultura de sequeiro e pecuária extensiva. Tais atividades se caracterizam pelo uso de tecnologias arcaicas e impróprias que, associadas aos valores imediatistas vigentes na sociedade, são provocadoras de degradação ambiental. Ainda nessa seção, é apresentado um capítulo que aborda várias ferramentas que podem ser utilizadas pelas empresas como forma de contribuir com o binômio competitividade/sustentabilidade.

Na segunda seção, intitulada *Mecanismos viabilizadores da sustentabilidade*, são apresentados nove capítulos voltados para a proposição de instrumentos viabilizadores da sustentabilidade, capazes de oferecerem subsídios de monitoramento, controle e gestão ambiental, imprescindíveis para o alcance da sustentabilidade. Nesta seção, os autores apresentam e discutem a aplicabilidade de metodologias diversas, a exemplo da análise multicriterial aplicada para avaliar a saúde ambiental em municípios do Estado da Paraíba ou mesmo aspectos teóricos e práticos do ordenamento do território que, neste caso, foram planejados para execução numa microbacia hidrográfica do ambiente semiárido, mas que podem ser replicados em outras localidades semiáridas, tendo em vista nos mesmos, provavelmente, serem encontradas situações semelhantes às encontradas no recorte espacial aqui analisado.

Ainda na segunda seção, são discutidos diversos aspectos de cunho jurídico e regulatório, voltados à gestão dos recursos hídricos, além do papel da educação ambiental enquanto ferramenta para o alcance da sustentabilidade. Também são discutidas questões específicas, como a energética e todos os desafios que a caracterizam, além de análise da sustentabilidade do “Programa um milhão de cisternas rurais”, empreendido pela Articulação do Semiárido, com vistas à captação de águas para o consumo doméstico.

Por fim, há de se considerar que esta obra não tem a pretensão de abarcar todas as possibilidades de discussão da temática em pauta, mas se espera que a mesma constitua uma contribuição e incentivo para que outros estudos venham a ser desenvolvidos, nas mesmas escalas ou em níveis mais abrangentes, de forma a constituir um banco de informações disponíveis para o monitoramento, controle, gestão ambiental e alcance da sustentabilidade no Estado da Paraíba.

**Os Organizadores.**



# SEÇÃO 1

**FERRAMENTAS DE DIAGNÓSTICO**  
**DA REALIDADE SOCIOAMBIENTAL**  
**EM DIFERENTES**  
**ATIVIDADES PRODUTIVAS**



# CAPÍTULO 1



## **MANEJO DAS ATIVIDADES PRODUTIVAS E AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS NATURAIS NO CARIRI PARAIBANO**

*Luiz Gustavo Bezerra de Lima Morais*

*Josandra Araújo Barreto de Melo*

### **INTRODUÇÃO**

O Nordeste brasileiro é o espaço de ocupação, desenvolvimento econômico e formação política mais antigo do Brasil (CASTRO, 2008, p.286), caracterizando-se por enfrentar problemas quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção, gerando sobrecarga aos recursos naturais, a exemplo da vegetação de Caatinga que, através do extrativismo, se torna a principal fonte de obtenção de recursos para a atividade pastoril, agrícola e madeireira, constituindo um modelo que leva ao esgotamento dos recursos naturais renováveis (ABÍLIO; FLORENTTINO; RUFFO, 2010, p.107).

Ao mesmo tempo, o Semiárido apresenta-se como um ecossistema que enfrenta dificuldades e dependência do clima (CASTRO, 2008, p.297), sendo este também o espaço de maior

resistência às mudanças de suas estruturas produtivas, devido ao domínio das estruturas tradicionais (ARAÚJO, 2000, p.176-177).

É dentro deste contexto que o Cariri paraibano se insere e passa a ser discutido nesta oportunidade. Os problemas a serem debatidos são vastos, desde a construção social imposta nesse território, fomento para uma região deprimida socioeconomicamente, a uma configuração ambiental não sustentável, construída à luz do desenvolvimento de práticas tradicionais de gerenciamento dos recursos.

Encontrando-se na mesorregião da Borborema, o Cariri paraibano está subdividido em Cariri Oriental e Cariri Ocidental. Localiza-se ao Sul do Estado da Paraíba e possui uma área de 11.192,01km<sup>2</sup>. É caracterizado por temperaturas em torno dos 27°C e por déficits hídricos elevados, solos rasos e pedregosos e formações de vegetação hiperxerófilas (PARAÍBA, 2004, p.27). De modo geral, apresenta cidades pequenas e densidade demográfica baixa, sendo constituído por 29 municípios (SOUZA, 2008, p.45).

As condições socioambientais que caracterizam o Cariri paraibano, em conjunto com as formas de manejo das atividades produtivas desenvolvidas neste espaço, desde o período da colonização, são responsáveis pela construção de um ambiente extremamente vulnerável à degradação dos recursos naturais. Tal degradação se deve a um modelo de desenvolvimento socioeconômico profundamente pautado na concepção de que os recursos naturais são infinitos, já que não existem maiores preocupações com a sustentabilidade.

Este modelo originou-se de circunstâncias econômicas, políticas e sociais que inviabilizaram e inviabilizam as transformações, possuindo uma alta capacidade de autorregenerar-se, através do discurso imbuído e das condições de dependência

da sociedade regional, que faz sentir seus reflexos no espaço rural, responsável por criar uma mentalidade que se cristalizou ao longo do tempo.

Tal configuração acentuou-se, ainda mais, a partir da segunda metade do século XX, com o aumento da vulnerabilidade da população, levando ao desenvolvimento de políticas públicas que não se mostraram eficientes em promover o desenvolvimento social de modo sustentável (MELO; PEREIRA; DANTAS NETO, 2009, p.2). Desse modo, a população fica à mercê das intempéries climáticas e dos interesses políticos, o que agrava ainda mais a situação, atingindo, entre outros aspectos, sua cidadania, destruindo territorialidades e proporcionando, dessa forma, a exaustão dos recursos naturais, a partir do aumento do ritmo de exploração dos mesmos, substantivado num conjunto de técnicas inadequadas às características naturais da região. Apesar da aparência rústica que assumem os elementos naturais das áreas de domínio da Caatinga, este bioma não é capaz de suportar as contínuas ações predatórias, como tem havido desde quando o ser humano começou o processo de ocupação e passou a desenvolver as primeiras atividades produtivas neste espaço.

Diante de tais considerações, o artigo tem por objetivo analisar o processo de formação do espaço territorial do Cariri paraibano, à luz do desenvolvimento e manejo das atividades produtivas e das ameaças à sustentabilidade dos recursos naturais, constituídas a partir da perpetuação dos modelos tradicionais de gestão das mesmas, fato que resguarda sérias problemáticas no tocante à sustentabilidade dos recursos naturais e que necessita de um intenso debate quanto às formas sustentáveis de manejo.

## **OCUPAÇÃO DO ESPAÇO, ORIGEM DA SOCIEDADE E DAS CAUSAS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

As formas de ocupação e uso das terras nos espaços que constituem o Semiárido brasileiro apresentaram, desde o início de sua colonização, práticas não condizentes com a sustentabilidade de um bioma tão frágil às perturbações antrópicas, como é o caso da Caatinga.

A forma de manejo do espaço, ditada pela pecuária, foi a maior responsável por este processo. O surgimento de um mercado consumidor para a carne bovina aumentou a demanda pelo produto nos engenhos e expandiu a atividade para o interior (SOUZA, 2008, p.76), constituindo um processo muito impactante para os recursos naturais, pois exigiu, de certo modo, a adaptação do espaço para este fim, através do uso de técnicas inadequadas, tanto para a expansão da pecuária, como para garantir a subsistência da população.

O gado se adequou muito bem neste espaço, principalmente pela forma como se fez sua introdução, ou seja, extensivamente, ao contrário da forma de trato nos engenhos, o que restringia sua ação, devido às limitações espaciais. A partir desse contexto, foram propiciadas as condições para o uso das terras do interior, através da demarcação da área de atuação da pecuária, feita pela Carta Régia de 1701. A partir da mesma, a exploração do espaço do Sertão se deu com maior intensidade. De acordo com Andrade (2005), a forma de apropriação das terras, objeto de muita luta contra o gentio, mostra que os interesses econômicos dos colonizadores se sobrepuseram a tudo e a todos, ocasionando o extermínio de parte da população indígena residente neste espaço, cabendo às entradas advindas de Pernambuco grande parte da conquista.

Na Paraíba, os conquistadores adentravam pelos Cariris Velhos, do Boqueirão ao Taperoá (ANDRADE, op. cit., p.185). Antônio de Oliveira Ledo e seu irmão, Custódio de Oliveira Ledo, juntamente com alguns outros colonos ocuparam, através do gado, terras no Cariri já em meados de 1663; as quais, requereram, em 1665, constituindo-se a primeira sesmaria que se tem conhecimento nesta região (ALMEIDA, 1978). O latifúndio requerido pelos irmãos Ledo, 30 léguas de terra, compreendia uma quantidade que, na época, era o espaço necessário ao desenvolvimento da pecuária, exigindo uma extrema concentração, algo que sempre foi uma das principais características deste ambiente.

A violência aos indígenas foi outra característica marcante, verificada em toda a extensão dos espaços sertanejos, não sendo diferente no Cariri. A estrutura socioeconômica que surgiu já se fez, desde o início, fixada em uma plataforma de desigualdades e exclusão, submetendo os indígenas a se refugiarem em áreas pouco férteis, condenando-os a morte pela fome e sede.

A chegada dos colonizadores acabou atingindo diretamente o domínio dos gentios Cariris, que constituíam uma sociedade que estava adaptada ao regime climático da região, embora não apresentasse as condições idênticas e favoráveis como as encontradas nas matas do litoral, onde a presença dos gentios era abundante.

A morte ou expulsão dos indígenas, em confrontos sangrentos que ganharam o nome de Confederação dos Cariris, representou mais do que um etnocídio, constituiu, na visão de Souza (2008), o desapego à vida harmônica com a natureza, dando lugar ao desbravamento do colonizador, a partir da degradação da vegetação nativa para a introdução do gado e de culturas de autoconsumo.

Socioeconomicamente, a pecuária se fez à sombra da cana-de-açúcar, enquanto esta vigorou com êxito econômico para o Brasil, a pecuária se expandiu, condição que permitiu o desenvolvimento no espaço do Cariri, como também em outras áreas do Nordeste, de uma elite rural abastada, assim como se fez nos engenhos, embora com suas diferenças.

O resultante deste empreendimento, proveitoso das condições que o cercavam, e baseado no uso indiscriminado dos recursos naturais, foi o desenvolvimento de uma vida social arraigada na terra. O poder expresso por sua elite se evidenciou no controle social desta, não permitindo o desenvolvimento das condições sociais nos espaços rurais por onde se fez presente com suas relações servis.

Em estudo sobre a sociedade rural brasileira, Leal (1997) atesta que, mesmo endividados junto aos credores, os proprietários “coronéis” viviam razoavelmente bem diante do cenário de miséria, ignorância e abandono em que vivia a maior parte da população. O conforto da sede e o acesso aos bens primários da propriedade tornavam-nos homens ricos e ao trabalhador restava se endividar junto ao patrão com empréstimos e compras no seu armazém.

Não demoraria muito para que a estrutura social que compunha a fazenda se transformasse ainda mais, pois, firmes ao solo e recobertos pela classe política, que às vezes confundiam-se, estes homens de bens eram a caricatura do patronato brasileiro.

Esta dinâmica deu o fôlego necessário à manutenção da pecuária que, por longo tempo, permaneceu agregando força de trabalho, embora perdendo o poder de renda monetária. Na visão de Furtado (2004, p.65.), a pecuária se expandiu no Sertão de modo em que os rebanhos aumentaram sem haver muitas preocupações com a incorporação de mão de obra neste

processo, de modo que o aumento do rebanho veio acompanhado da diminuição da renda da população que nele se ocupava.

A pecuária, a partir de então, não se sustentaria se não fosse seu consócio com outras culturas, o que garantiu o desenvolvimento do empreendimento rural. Ressalvando que o poder da elite estabelecido neste espaço não esteve em sua plenitude associado à produção da terra, mas sim da posse desta e do uso social que dela fazia. Por outro lado, a sociedade que se desenvolvia estava pautada na extrema miséria criada por uma elite territorial rural.

Cresceu, a partir de então, a importância da terra como fornecedora de alimentação, a qual garantiria a sobrevivência da população, principalmente para a mais pobre que, na maioria das vezes, não detinha sua posse; portanto, não dispunha também da renda desta, sendo obrigada a se submeter a estabelecer parcerias ou pagar pelo uso da terra alheia, que geralmente pertencia aos grandes proprietários que os faziam seus moradores, usando parte da mão de obra abundante no trato com o gado.

O favor da moradia gerava uma dívida que era paga com serviços eventuais e parte da produção da pequena roça desenvolvida pelos moradores, o que garantia a subsistência dos latifúndios, mas diminuía as perspectivas de crescimento do pequeno agricultor agregado, ao mesmo tempo, o ritmo de explorações dos recursos naturais aumentaria como resposta às necessidades econômicas da população.

As culturas de subsistência mais expressivas, exceto o gado, foram: o milho, o feijão e a mandioca. Estes constituíam a base da alimentação da população. No caso da mandioca, eram abundantes as casas de farinha, como eram chamadas as pequenas usinas de beneficiamento, geralmente trabalhadas em regime

familiar ou de parceria entre os moradores que faziam a farinha, muito utilizada na alimentação da própria família produtora.

A mandioca era cultivada em regime de consórcio com outras culturas, por ser esta de ciclo vegetativo longo e irregular, a depender dos fatores climáticos, algo que a fazia oscilar muito de preço e de extensão da área plantada (ANDRADE, 1974, p.123). A disparidade econômica existente no espaço rural nordestino foi encarada e transmitida ao Brasil como resultado dos efeitos climáticos causticantes desta região, fenômeno que acentuou ainda mais a importância do coronel, uma vez que homem rico e generoso seria o responsável pela representação de seus colonos, estigma vigente até hoje.

Castro (2008, p.287) ressalta que “ressalva-se aqui que alguns dos seus vícios não são prerrogativas ou monopólios de seus próceres, mas que no espaço sociopolítico regional encontram as condições mais favoráveis de sobrevivência e adquirem maior visibilidade”.

As relações sociais estabelecidas no espaço rural nordestino sempre foram difíceis de ser quebradas, uma vez que são capazes de se alimentar da própria desgraça, como visto, por exemplo, nos discursos de combate à seca. A estrutura social vigente colocou grande parte da população rural à mercê das intempéries climáticas, através do desenvolvimento de políticas públicas e favores que tinham, em sua grande maioria, o objetivo de beneficiar ainda mais os latifundiários.

Estas medidas de âmbito governamental têm reflexos na atualidade. Torna-se necessário fazer referência, neste contexto, à ação da SUDENE, cujas políticas visaram ao desenvolvimento socioeconômico da região pelo desenvolvimento dos potenciais regionais. No caso da região semiárida, o desenvolvimento estava como sinônimo da pecuária, sobretudo a caprina. Portanto, os

governos, através de seus programas, investiram grandes esforços neste tipo de atividade, facilitando o crédito para obtenção destes animais. Mas, apesar de todos os esforços, o resultado esperado ainda não foi conseguido.

Percebe-se principalmente que a forma como os animais são criados, extensivamente, e a dependência em relação ao clima colaboram para que não haja um desenvolvimento significativo do produtor, quando o mesmo não dispõe de terras em abundância tendo que reduzir o seu rebanho, seja por vontade própria ou por força da natureza.

A condição de dependência em relação ao latifúndio gerou como consequências aos sem terras, ocupados nas propriedades em regime de meia, parceiros e trabalhadores eventuais, a redução do poder de renda, que era convertido na produção para subsistir.

A diminuição desse tipo de atividade levou também a diminuição das perspectivas de vida, o que ocasionou o grande fluxo de contingente populacional do campo, observado a partir da década de 1970, acentuando-se ainda mais na década seguinte.

## **RELAÇÃO ENTRE AS ATIVIDADES PRODUTIVAS E A SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS NATURAIS**

### O sistema agropecuário

Se a agropecuária encontrou as condições que lhe favoreceram no contexto social e do próprio clima, como discutido, de modo a se constituir como atividade de relevância socioeconômica e a partir dela o surgimento de uma elite de *status*, por outro lado, não foi nada benéfica a sua consolidação para as condições ambientais do Semiárido, sendo ela uma das

principais responsáveis pela exaustão dos recursos naturais, pois exigiu, de certo modo, a adaptação do espaço pelo uso de técnicas inadequadas.

Do mesmo modo, pode-se dizer que por ser uma região cuja base produtiva é a pecuária de subsistência, o Cariri acaba apresentando uma economia pouco expressiva, que propicia uma série de outros fatores que põem em risco a conservação dos recursos naturais, sobretudo os de origem vegetal, pela ação desenfreada do extrativismo. Isso acaba por aumentar as vulnerabilidades socioambientais num processo que põe em risco a sustentabilidade das futuras gerações.

Por outro lado, este problema não é recente. Parte da degradação das terras do Cariri teve sua origem no período colonial. As formas de manejo, típicas das terras semiáridas do Nordeste, para a introdução da pecuária, exigiram alguns “cuidados”, sendo práticas comuns no trato com os animais a exigência da retirada de parte da vegetação para servir de pastagem e cercas que demarcavam propriedades e currais. Adicionalmente, os arredores das fazendas requeriam práticas de tão semelhante degradação. Entre estes tratos, Souza (2008, p.59) destaca que, objetivando-se afastar os animais peçonhentos, a vegetação era retirada completa ou parcialmente, constituindo focos de degradação intensos.

Hoje, estas práticas continuam em voga, porém acrescidas da compreensão dos riscos ambientais envolvidos. Pereira e Barbosa (2009, p.139) enfatizam que, além da finitude dos recursos naturais, tais questões merecem preocupação por promoverem uma queda na qualidade de vida e no poder aquisitivo da população. Isto se torna evidente dentro do contexto estudado, uma vez que é possível ver as marcas deixadas no espaço, ao longo do tempo, e os efeitos que atualmente atingem a população rural.

De acordo com Andrade (1974), a povoação do Nordeste se deu obedecendo a critérios seletivos, havendo a introdução de culturas predominantes em áreas mais propícias do ponto de vista ambiental e de acesso, deixando as áreas refugadas à introdução de culturas secundárias. Para os interesses coloniais, esta forma de exploração do espaço se mostrou muito rentável, o que culminou com a intensificação das práticas extensivas da agropecuária que, ao longo do tempo, foram somadas a maior participação de culturas de subsistência que davam seguridade à agropecuária, principal atividade, no concernente ao abastecimento dos latifúndios e, assim, permitiu a colonização de parte importante do território.

Nesse contexto, ganha destaque a degradação provocada pelas culturas ao longo das margens dos rios, por estes sempre representarem importante fator na ocupação e no uso deste espaço, devido às melhores condições que nelas havia. A umidade e constante renovação dos solos, presentes nas margens dos cursos d'água, constituíam e ainda constituem importantes fatores da ocupação.

A presença de água no lençol freático, mesmo quando no advento de estiagens, a distância e a dificuldade de comunicação em relação ao litoral foram determinantes para que as várzeas fossem sendo ocupadas com lavouras de ciclo vegetativo curto, como milho e feijão, garantindo a subsistência de quem ali residia (SOUZA, 2008, p.59).

Fica claro, portanto, que o cultivo de alimentos como subsídio à pecuária, caracterizado pelo uso de áreas mais férteis, no caso as várzeas dos rios, foi o fator preponderante da degradação. Estas mesmas áreas são atualmente ocupadas da mesma forma, quando não raro, ser associadas à pecuária, principalmente após

o período de colheita das lavouras, contribuindo diretamente para o esgotamento dos solos.

Em síntese e como consequências ambientais, as evidências destes processos acabam por provocar mudanças no ritmo deste ambiente, resultando na degradação de algumas áreas que passam a apresentar “manchas” desprovidas de vegetação, expondo o solo aos processos erosivos acelerados pelo escoamento superficial (MEDEIROS 2006, p.16) e pela ação dos ventos. Tais consequências acabam exaurindo a capacidade produtiva das terras, concomitante à extinção de muitas espécies vegetais típicas, comprometendo a sustentabilidade socioambiental local.

#### A cotonicultura, seu fim e o agravamento da pobreza rural

O algodão foi uma cultura que se adaptou bem ao manejo do ambiente semiárido e logo ganhou grandes proporções, passando a ser cultivado em vários dos seus espaços, interferindo diretamente na dinâmica socioeconômica do Cariri como lavoura consorciada às de gêneros alimentícios, servindo de complemento à pecuária e se aproveitando das condições socioeconômicas da região, permitindo maior concentração da população, transformando a economia pastoril em agropastoril (ANDRADE, 1974, p.186-187).

A lavoura algodoeira promoveu reflexos socioeconômicos em escala regional, pois aliada sua dinâmica produtiva à importância que ganhou no mercado internacional, foi capaz de se estabelecer como um dos principais produtos da região Nordeste, e sua crise representou o desarranjo da vida socioeconômica do Semiárido como um todo.

A dinâmica provocada pela lavoura algodoeira permitiu tanto o desenvolvimento da pecuária, servindo seu restolho de

alimento ao gado, como da renda da população mais pobre, uma vez que era cultivado associado, principalmente, às lavouras de milho e feijão, sendo sua venda responsável pela geração quase que única de renda para a população pobre, embora não tenha conseguido mudar o quadro de dependência dessa população em relação ao poder dos coronéis.

De qualquer forma, mesmo com a continuidade da dependência, a crise do algodão foi capaz de comprometer ainda mais alguma possibilidade de autonomia dos pequenos agricultores, visto que estes, ao contrário dos latifundiários, não tiveram nenhuma alternativa à crise.

A diminuição das relações de parceria no campo, promovida pelo fim da cotonicultura, contribuiu, entre outros fatores, para a redução da agricultura de subsistência, pois, além de tal atividade geralmente se desenvolver de forma consorciada com outras culturas, os pequenos agricultores que a praticavam tinham na agricultura e não na pecuária sua base de subsistência.

Em âmbito maior, o resultado do processo de diminuição de renda e da produção de subsistência acarretou os fluxos migratórios, levou o espaço rural a enfrentar questões que, direta ou indiretamente, acentuam a problemática de sustentabilidade, problemas estes diretamente ligados à falta de mão de obra, aumento da extensividade das atividades tradicionais com suas formas de manejo do espaço e danos ambientais.

#### A crise do algodão e a intensificação das formas tradicionais de manejo do ambiente

O fato de que, no Semiárido do Nordeste, o algodão teve sua vida atrelada à pecuária, fez com que sua crise, por volta da década de 1960, fosse além das perspectivas econômicas,

representando a intensificação das práticas extensivas que culminou na diminuição dos recursos naturais. O seu fim levou a uma reorganização da pecuária, sendo obrigada a buscar novas fontes de alimentação, sendo determinante ao desenvolvimento de políticas públicas governamentais, sobretudo da SUDENE.

Estas políticas foram, em sua maioria, voltadas ao incentivo da pecuária caprina e ovina (SOUZA, 2008, p.94), dando-se principalmente pela fácil adaptação, que esses animais tiveram ao ambiente, conseguindo resistir mesmo aos períodos longos de estiagens.

As medidas de âmbito governamental seriam de extrema necessidade, uma vez que a crise econômica e social estabelecida teria que ser solucionada por alternativas viáveis, capazes de gerarem lucros e manterem a população no campo. Porém, estas políticas geraram maiores degradações ao meio, deixando ainda mais frágil o quadro ambiental existente e já bastante afetado, desde o período da colonização.

Entre outros efeitos, esta relação de subordinação contribuiu para que a pecuária se expandisse em desfavor do uso da terra para a produção de alimento e absorção de mão de obra, constituindo o fenômeno da pecuarização (MELO, 1978, p.165). A pecuária, nos moldes em que foi planejada pela SUDENE, acabou por intensificar a questão fundiária nordestina (MELO; PEREIRA; DANTAS NETO, 2009, p.10).

Não bastasse a crise algodoeira já ter causado diretamente interferências no panorama ambiental, as consequências socioeconômicas causadas pela diminuição da renda, sobretudo do pequeno agricultor, atingiram indiretamente o ambiente, pois a falta de renda, na visão de Maracajá (2007), constituiu-se um dos fatores da degradação deste ambiente, sobretudo no período de secas, visto que o pequeno agricultor não dispõe de

infraestrutura para enfrentar as secas rígidas, ficando dependente dos recursos naturais da Caatinga, o resultado são práticas degradantes “visíveis através do desmatamento, da erosão e perda de fertilidade dos solos, assoreamento dos cursos d’água, dentre outros impactos, num processo que pode ser denominado de construção social dos riscos” (MELO; PEREIRA; DANTAS NETO, 2009, p.2).

Os órgãos governamentais, através de suas políticas de desenvolvimento, não se preocuparam com o desenvolvimento socioambiental, pois não trouxeram para a população rural subsídios técnicos ou metodológicos para o convívio harmônico com a natureza. Concomitantemente, pode-se enfatizar que as políticas de combate aos efeitos da seca, implementadas pelos órgãos governamentais, como ocorreu na década de 1970, com a introdução da algarobeira (*Prosopis juliflora*), através do incentivo do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e pela SUDENE, objetivando reflorestar as áreas devastadas pelo manejo irregular, têm provocado muitas discussões, o que atesta o caráter não positivo da ação.

Pelo que parece, a substituição da vegetação nativa por plantas exóticas para a produção de energia, ou outro fim, não constituiu a solução da problemática ambiental, ao contrário, esta prática contribuiu para o agravamento da mesma, sendo desmatadas várias faixas de terras em locais em que a espécie apresentou um desenvolvimento pouco expressivo e o que deveria ser uma medida para reflorestar, acabou sendo o inverso, aumentando o número de áreas degradadas.

A ação das políticas públicas nos espaços do Nordeste é apenas um dos fatores que contribuíram para a escassez dos recursos naturais. Estão associadas a este fenômeno a exaustão de recursos energéticos sustentáveis e a falta de recursos econômicos

por parte da população, sobretudo no Cariri paraibano. Estes condicionantes contribuíram e contribuem diretamente para o uso da cobertura vegetal como fonte de energia, seja nas residências ou nos setores industriais. No caso do uso doméstico da lenha, tem-se em vista que esta é uma prática secular que ocorre devido ao fato de grande parte da população não ter condições financeiras de acesso a outras fontes de energia.

Esta dependência das fontes de energia da biomassa passou, a partir dos anos 1970, a uma utilização em larga escala, que foge aos padrões de sustentabilidade, motivada pela crise no setor petrolífero que exigiu a procura por parte de alguns setores industriais por alternativas energéticas de biomassa, sobretudo as dos ramos alimentícios e de construção civil (ABÍLIO; FLORENTINO, 2010, p.92).

A exploração deste recurso natural se tornou, desde então, uma das alternativas mais viáveis do ponto de vista econômico para os proprietários, porém constitui uma das mais degradantes para o meio ambiente. A forma de manejo, quando efetuada apenas levando-se em conta o aspecto econômico, levou à degradação de grandes porções territoriais e à diminuição da biodiversidade deste espaço.

Como visto, o manejo dos recursos vegetais no Cariri paraibano se caracteriza pelo uso indiscriminado da vegetação, que sofre os efeitos do desenvolvimento de diversas práticas ao mesmo tempo, havendo uma grande porcentagem de produtores que fazem uso da vegetação nativa tanto para pastagem, como para o extrativismo, destacando-se, neste último, o uso de espécies nativas.

## **PROPOSTAS E DISCUSSÕES ACERCA DO MANEJO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS NO CARIRI PARAIBANO**

Pretende-se, neste momento da abordagem, realizar uma exposição crítica dos aspectos tradicionais de produção do Cariri paraibano que, por sua vez, estão entre as problemáticas que afligem o Nordeste para, a partir de então, construir uma perspectiva de mudança, não apenas pautada numa perspectiva puramente econômica, como se tem feito historicamente.

De acordo com Furtado (2004, p.250), a “[...] decadência está na incapacidade do sistema para superar as formas de produção e utilização dos recursos estruturados na época colonial”. Dessa forma, entende-se que o conhecimento dos aspectos históricos de produtividade do espaço rural nordestino e, nele incluído o Cariri paraibano, é de fundamental importância no que diz respeito à superação destas limitações.

Entende-se a necessidade de projetar um futuro bem mais fecundo economicamente, porém esse projeto, dentro deste espaço já evidenciado, não pode ser posto em prática sem um olhar global dos elementos espaciais que começam pela desconstrução da mentalidade de dependência e submissão da população do campo, o que também não é fácil.

Não se encara isto, porém, como desanimador, mas como o motivo pelo qual a população do campo deva refletir sobre sua existência enquanto sujeito social. O modelo produtivo tradicional foi implantado pelos colonizadores e ainda hoje é hegemônico. Este modelo, como apresenta Araújo (2000), é representativo, entre outros ambientes socioeconômicos, do Semiárido, onde as atividades também giram em torno do uso de técnicas e culturas que, tanto antes, como agora, não são das mais adequadas para as condições ambientais.

Isto vem se acentuando ao longo do tempo, levando ao esgotamento dos recursos naturais e, ainda, deve-se acrescentar que as práticas que outrora garantiam a renda dos proprietários hoje sofrem com a concorrência de outras regiões, que modernizaram suas relações produtivas.

No período atual, entende-se que para que haja o desenvolvimento espacial, há de se ter presente o uso da tecnologia como artifício para superar as limitações existentes, e, quando possível, aliá-las às potencialidades do espaço como forma de promover o desenvolvimento social sem, com isso, ter que pôr em risco os recursos naturais do Semiárido. Porém, isso é algo distante e o que se percebe é a cristalização de práticas que romperam o tempo, mas ficaram atemporais. O modelo sobrevive pela ignorância de quem o rege, acreditando em um determinismo climático, que há tempos foi base dos discursos políticos, mas, atualmente, encontram-se refutações vastas.

Sabe-se que os espaços do Semiárido não são caracterizados apenas pelos seus aspectos naturais entendidos, muitas vezes, por dificultarem a sobrevivência e impedirem o desenvolvimento de certas atividades que se costumou restringi-las espacialmente, mas que este espaço vem sendo discutido por diversos autores como um ambiente propício a diversas formas de uso.

De acordo com Ab'Saber (2003, p.15), “o Nordeste seco é a área que apresenta as mais bizarras e rústicas paisagens morfológicas e fitogeográficas do país”, algo que, de acordo com o mesmo, poderia ser melhor gerido, resultando numa infraestrutura de turismo e lazer. No tocante a estas características, ganham destaque as encontradas no interior, pois as mesmas apresentam costumes e tradições singulares que, em conjunto com alguns aspectos naturais característicos, como: *icebergs*, sítios arqueológicos e paleontológicos, a vegetação da Caatinga,

a rede hidrográfica, cidades históricas, etc., possuem um valor paisagístico muito atrativo para visitantes citadinos (PEREIRA; MELO, 2008, p.3-4.). Como se sabe, estas marcas são singulares dos ambientes de clima Semiárido e possuem fortes potencialidades para o desenvolvimento do turismo ecológico.

Estas potencialidades, segundo Pereira e Ramos (2004, p.117), precisam de um esforço que envolva a comunidade e os poderes constituídos, para que se possa haver um direcionamento das mesmas à geração de emprego e renda para a população.

Portanto, este espaço não pode ficar na latência, tendo-se em vista sua dinâmica, reunindo um conjunto de fatores que envolvem uma exuberante geologia, a vegetação nativa da Caatinga, os resquícios de sua sociedade pré-histórica deixados em suas paisagens e a construção social arquitetônica. A região congrega recursos naturais e sociais que despertam o interesse dos turistas e engloba características marcantes que interessam a esta importante modalidade do setor terciário, principalmente nesta fase da globalização que, para Hall (2006), o diferente é algo muito atrativo aos interesses do mercado.

Outra perspectiva possível para uma mudança neste espaço é quanto à possibilidade de desenvolvimento racional da agricultura irrigada que, também, vem sendo discutida como outra atividade importante, que pode ser motor do desenvolvimento socioeconômico de toda a região, embora haja contradições quanto à salinização do solo em áreas de regime semiárido (SOUZA, 2008; ABÍLIO; FLORENTINO, 2010, p.86). Souza (2008) é bem enfático ao tratar das políticas voltadas aos projetos de irrigação desenvolvidos por órgãos governamentais no passado e o risco disso acontecer novamente com a transposição do Rio São Francisco.

No entanto, alguns projetos de agricultura irrigada estão enquadrados numa ótica sustentável e com degradação reduzida do solo, a partir do investimento na modernização de suas práticas produtivas, associada a culturas que visem à segurança e saúde alimentar, como é o caso do Projeto Mandalla desenvolvido pela ASA (Articulação do Semiárido) e da agricultura orgânica de leguminosas, verduras e frutas desenvolvidas por pequenos produtores.

O Projeto Mandalla trata-se do uso de tecnologia de custo reduzido que tem por objetivo ordenar as potencialidades produtivas que dispõe a região semiárida. (MORAIS; BEZERRA; SILVA, 2009). Este tipo de agricultura pode devolver as condições de subsistência da população, porém, dessa vez, repensada sob uma ótica libertadora, pois se visa ao desenvolvimento social pela produção familiar, independente das amarras da pecuária. Para a efetivação destas condições, serão necessárias algumas mudanças.

Capital e tecnologia juntos podem ser a chave para a superação do modelo existente, embora haja a possibilidade também de se ter um quadro social bem mais igualitário diante do entendimento do uso racional dos recursos, onde as tecnologias facilitadoras não estejam propriamente em mesmas bases das que até aqui foram implantadas, pois estas já provaram suas ineficácias.

Diante do quadro exposto, tem-se em vista que o sucesso das políticas que venham atingir o ótimo entre os fatores sociais, econômicos e ambientais devem ser pautadas num arranjo holístico dos espaços semiáridos, como é o caso dos projetos desenvolvidos pela ASA (Articulação do Semiárido). São mecanismos de mitigação dos efeitos do clima que têm por objetivo tanto a produção de alimento, quanto a captação de água e criação de

animais, numa perspectiva de segurança e soberania alimentar e nutricional das pessoas (ASA, 2010, p.30).

As alternativas propostas pela ASA não precisam de muitos recursos econômicos, mas sim de uma mudança quanto à forma de manejar o Semiárido, que não deixa de ter um viés cultural, mas que também envolve um melhoramento técnico, passando a entender que a produção de alimentos por meio deste melhoramento, por menor que seja, é importante sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental.

A melhor forma de se desenvolver estas atividades, principalmente nas áreas com uma concentração populacional elevada, é por sistemas de cooperativas ou associações, como se faz no projeto. Pequenos produtores cooperados ou associados tornam-se poderosos, sob o ponto de vista político, algo tão importante quando se trata de locais carentes em políticas públicas governamentais que verdadeiramente melhorem a convivência humana como este. A necessidade torna-se ainda mais urgente quando se trata do quadro de dependência existente.

A caprinovinocultura e a ovinocultura são duas atividades que merecem destaque dentro deste olhar, como também um melhor planejamento quanto à forma de manejo das mesmas. Ambas são atividades tradicionais, que se enraizaram na cultura das pessoas e que representam importantes fontes de renda para muitas pessoas, sobretudo o pequeno agricultor, embora se precise planejar melhor esta atividade, uma vez que a forma de manejo aplicada a mesma acaba pondo em risco os recursos naturais deste espaço.

Para melhorar o perfil dessa produção, levando-se em conta as questões ambientais, parte dos esforços deve ser dedicada à rotação de culturas e ao cultivo de bancos de proteínas, de preferência consorciados com espécies forrageiras, buscando maior

aproveitamento dos espaços dedicados à pecuária, diminuindo, dessa forma, as áreas degradadas. De mesmo modo, a caprino-vinocultura necessita ser repensada quanto ao padrão de uso, integrando-se a modelos cada vez menos extensivos ou que ao menos estejam dentro do nível de suporte adequado para os ambientes de Caatinga.

Entende-se que a seleção de raças enquadra-se dentro de um modelo racional de criação. Determinadas espécies de caprinos produzem ao mesmo tempo carne e leite, algo que atualmente não se enfatiza e que pode aumentar consideravelmente a renda e o poder de subsistência dos criadores.

Deve-se levar em conta também o aproveitamento do esterco, que é de excelente qualidade, dispensando o uso de fertilizantes na agricultura de vários gêneros e junto a isto desenvolver a compostagem o que, além de melhorar a qualidade do adubo natural, também aumenta sua quantidade.

O ciclo se fecha com o beneficiamento dos produtos no próprio estabelecimento rural, daí ser fundamental novamente a presença das cooperativas como mecanismo de união para poder ter força política para barganhar junto aos órgãos competentes e de crédito os investimentos que precisam ser feitos em infraestruturas para o espaço rural poder desenvolver suas práticas de forma sustentável, como usinas de leite, abatedouros, transporte, apoio técnico especializado, entre outros.

Tem-se em vista que o Cariri paraibano ainda não descobriu algumas das mais importantes potencialidades produtivas, como é o caso do ecoturismo. No mesmo sentido, encontram-se as criações de abelhas e peixes. No primeiro caso, os poucos exemplos verificados penam pela falta de conhecimento de técnicas para o manejo e pela consciência economicista da população que acaba por ter resultados ínfimos. Ocorre que

sem o manejo adequado, as poucas colmeias manipuladas pouco são retornáveis economicamente, pois pouco se lida, e, portanto, pouco se vende mesmo de forma desordenada, sem associativismo. Portanto, há o desconhecimento quase que completo de manejo, produtividade e venda na apicultura.

Outro ponto crítico que cerca a atividade apícola é a consciência economicista das pessoas deste espaço. A possibilidade de ocorrerem maiores lucros a partir da criação de espécies exóticas, como é o caso da principal delas, a Italiana, como são conhecidas as abelhas africanas (*Apis mellifera*), levou a um desequilíbrio entre as espécies nativas e exóticas.

De acordo com a extração vegetal e a ação das espécies exóticas, pode levar a extinção de espécies nativas cujo mel é muito mais saudável, como é o caso da Jandaíra (*Meliponaru fiventris*) (AQUINO, 1997, p.58). O mel desta abelha, juntamente com outras nativas, pode ter um valor 10 vezes maior que as Africanas (ABÍLIO; FLORENTINO, 2010, p.93).

Para o pequeno produtor, a criação de abelha representa boas oportunidades de geração de renda, tendo em vista que a dimensão da propriedade não é obstáculo ao cultivo de várias colônias, ainda há de se levar em conta que a produção independe da ocorrência dos períodos de estiagens (AQUINO, op. cit., p.59).

A criação de peixes, por sua vez, não desempenha papel econômico importante na região, a pesca constitui apenas uma atividade predatória realizada nos rios, em períodos chuvosos ou em poços que ficam após as enchentes. Os reservatórios de água recebem alevinos não com a finalidade de cultivá-los de forma intensa, mas sim para que no feriado da Semana Santa tenham a mistura para substituir a carne.

A comercialização de peixes pode representar um importante fator agregador de renda, uma vez que as condições climáticas locais são extremamente favoráveis, podendo ser consorciada com outras culturas, uma vez que sua alimentação pode se dar pela introdução de forragens de cultivo aquático que servem, ao mesmo tempo, de alimentação animal, como é o caso do capim Braquiária (*Brachiaria decumbens*).

A Tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), apesar de ser uma espécie exótica, é a mais indicada para o desenvolvimento desta cultura, tendo-se em vista seu crescimento rápido e a existência de técnicas que permitam seu desenvolvimento sem provocar desequilíbrio ecológico. Técnicas como tanques de redes e tanques de lona favorecem o desenvolvimento desta prática de modo intensivo.

Além disso, a tecnologia possibilita técnicas de fecundação em porcentagens muito altas de alevinos machos, o que evita a proliferação exagerada desta espécie e o atrofiamento pelo grande número de organismos habitando um mesmo espaço e disputando alimentos. Esta novidade não representa um acréscimo no preço dos alevinos, portanto sendo acessível, economicamente, mesmo àqueles que não dispõem de grande capital.

Estas iniciativas tomam como pressuposto o melhor aproveitamento dos potenciais produtivos deste espaço, de modo que se satisfaçam as necessidades urgentes de forma sustentável. Trata-se de mudar a forma como a população do campo realiza suas atividades cotidianas, tornando-as mais rentáveis: social, ambiental e economicamente, aproveitando o momento histórico que estas identidades produtivas tornam-se mais visíveis, como mostra Hall (2006, p.80), quando afirma que a “globalização caminha em paralelo com um reforço das identidades

locais, embora isso ainda esteja dentro da lógica da compressão espaço-tempo”.

Como visto, não basta discutir estas identidades produtivas de modo que se passe a ideia de que elas são cada vez mais valorizadas nesse espaço-tempo, pois é sabido que isto só ocorrerá, de fato, a partir do momento que se começar a modernizar suas relações produtivas.

Portanto, as necessidades que surgem não são apenas econômicas ou sociais, tem-se que levar em conta também que o mundo atualmente passa por uma crise ambiental e as práticas tradicionais, neste espaço, representam o aumento desta crise; portanto, entende-se que a visibilidade pela diferença só ocorrerá se houver o entendimento de sua modernização de forma holística.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Cariri paraibano foi constituído sob uma lógica produtiva que encontrou nos recursos naturais a fonte de desenvolvimento de uma sociedade desapegada dos valores de conservação ambiental, tendo como preocupação maior a construção do *status* social à custa da exploração dos recursos ambientais e sociais. As mudanças ocorridas ao longo do tempo, na configuração econômica, acabaram por estabelecer uma nova ordem que mudou as perspectivas socioeconômicas da região, porém aprofundou ainda mais o panorama de crise ambiental existente.

Imprimiu-se um ritmo cada vez mais acentuado no uso dos recursos naturais, que acabaram se tornando as fontes de subsistência da população. As atividades produtivas, pouco a pouco, foram consumindo as reservas naturais existentes, a ponto de ocasionar a diminuição dos níveis de subsistência que, por sua

vez, exigiu a tomada de medidas por parte das autoridades públicas. No entanto, as medidas governamentais foram bastante ineficazes nas suas pretensões, tornaram-se verdadeiros agentes de reprodução das problemáticas já postas.

O panorama atual é caracterizado pela extrema dependência do espaço rural em relação aos recursos naturais existentes, estes que, por sua vez, dependem do regime climático irregular que caracteriza o Semiárido brasileiro. A dependência em relação aos aspectos climáticos coloca ser humano e meio ambiente dentro das mesmas configurações de riscos.

O manejo sustentável dos recursos naturais da Caatinga tem por vista a reconstrução dos aspectos socioambientais, de forma racional. Privilegia-se a exploração dos atrativos locais de modo a gerar renda e fortalecer os aspectos culturais da população. Busca-se modernizar as relações de produção e desenvolver formas alternativas de manejo do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABÍLIO, Francisco José Pegado; FLORENTINO, Hugo da Silva. Impactos ambientais na Caatinga. In: ABÍLIO, Francisco José Pegado et al. (Org.). **Bioma Caatinga**: ecologia, biodiversidade, educação ambiental e práticas pedagógicas. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

ABÍLIO, Francisco José Pegado; FLORENTINO, Hugo da Silva; RUFFO, Thiago Leite de Melo. Conservação e uso sustentável da Caatinga. In: ABÍLIO, Francisco José Pegado et al. (Org.). **Bioma Caatinga**: ecologia, biodiversidade, educação ambiental e práticas pedagógicas. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza do Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALMEIDA, Elpídio de. **História de Campina Grande**. 2. ed. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1978.

ANDRADE, Manoel Correia de. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 7. ed. rev. e aumentada. São Paulo: Cortez, 2005.

\_\_\_\_\_. **Cidade e campo no Brasil**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1974.

AQUINO, Horácio. As potencialidades da fauna do Cariri. In: CABRAL, Elisa Maria (org.). **Os Cariris Velhos da Paraíba**. The Cairis Velhos of Paraíba. João Pessoa: União Editora/ Editora Universitária, 1997.

ARAÚJO, Tânia Bacelar de. Nordeste, Nordeste: que Nordeste? In: ARAÚJO, Tânia Bacelar de. **Ensaios sobre o desenvolvimento brasileiro – Heranças e Urgência**: Revan: Fase. Edição revisada, 2000.

ASA, Assessoria de comunicação da. **Caminhos para a Convivência com o Semi-Árido**. Recife: ASA, 2010.

CASTRO, Iná Elias de. *Seca versus seca*: novos interesses, novos territórios, novos discursos no Nordeste. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato. (org.). **Brasil**: questões atuais da reorganização do território. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 33. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2004.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade**. Tradução Silva, Tomaz Tadeu da. Louro, Guaracira Lopes. 11 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

LEAL, Victor Nunes. **Coronelismo, enxada e voto: o município e o regime representativo no Brasil**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

MARACAJÁ, Napoleão de Farias. **Vulnerabilidades: a construção social da desertificação no município de São João do Cariri-PB**. 2007. 121 f. (Dissertação) Mestrado em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

MEDEIROS, Eduardo Rubens de. **Caracterização dos processos degradacionais no município de São João do Cariri, PB**. 2006. 42 f. Monografia (Graduação) UFPB/CCEN João Pessoa, 2006.

MELO, Josandra Araújo Barreto de; PEREIRA, Ronildo Alcântara; NETO, José Dantas. Atuação do estado brasileiro no combate à seca no Nordeste e ampliação das vulnerabilidades locais. **Qualit@s Revista Eletrônica**: Revista do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, v.8. n.2, p.01-13, jun/dez. 2009.

MELO, Mário Lacerda de. **Áreas de exceção da Paraíba e dos sertões de Pernambuco**. Recife: SUDENE-PSU-SER, 1988.

MORAIS, L. G. B. L.; BEZERRA, D. A; SILVA, H. V. Projeto mandalla no Cariri paraibano: limites e viabilidades de uma proposta de desenvolvimento e sustentabilidade no semi-árido. In: X ENCONTRO REGIONAL DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS, 2009, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: REALIZE, 2009.

PARAÍBA. **Atualização do Diagnóstico Florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: MMA/SUDEMA/SEBRAE, 2004.

PEREIRA, Ronildo Alcântara; RAMOS, Marília Maria. Potencialidades turísticas de São João do Cariri – PB: uma via para o desenvolvimento socioeconômico no Semi-Árido. In: Congresso Latino Americano de Iniciação Científica 8, 2004. São José dos Campos, SP, **Anais...** p.1114-1117.

PEREIRA, Ronildo Alcântara; MELO, Josandra Araújo Barreto de. Ecoturismo nos Cariris Velhos: uma possibilidade de reestruturação socioeconômica para o Semi-árido brasileiro. **Global Tourism: Revista editada pela Global Tourism Consultoria e Treinamento**, v.4, n.1, p. 01-14, maio 2008.

PEREIRA, Ronildo Alcântara; BARBOSA, Maria de Fátima Nóbrega. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia hidrográfica no Semi-árido paraibano. **Ambiental (UNIPINHAL): Revista do Centro Universitário de Espírito Santo do Pinhal**, São Paulo, v. 6, n.1, p.137-153, jan/abr. 2009.

SOUZA, Bartolomeu Israel de. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198 f. (Tese) Doutorado em geografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.



# CAPÍTULO 2



## **PERFIL DA AGRICULTURA FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI – PB: CENÁRIOS E PERSPECTIVAS**

*Ronildo Alcântara Pereira  
Clênia Rodrigues Alcântara  
José Dantas Neto*

### **INTRODUÇÃO**

Desde o final do período nômade, uma das maiores preocupações do ser humano tem sido o provimento de alimento oriundo da agricultura. No entanto, em nenhum período da história, o homem foi tão dependente dela, nem houve tanta preocupação em manter os sistemas produzindo para atender a demanda em constante expansão.

Preocupações com a capacidade da agricultura para prover de forma sustentável as necessidades das populações humanas não são novas e, por vezes, repetem-se. A teoria malthusiana, por exemplo, tinha como foco o argumento que, por causa da lei da produtividade marginal decrescente, a agricultura seria limitada em sua capacidade para alimentar uma população em

crescimento. Mais tarde, David Ricardo argumentaria que com investimento de capital técnico ou científico e progresso suficiente na agricultura, o problema malthusiano não se confirmaria e foi corroborado por Engels que afirmou: nada é impossível para a ciência (TISDELL, 2007).

Todavia, existem dúvidas se as práticas modernas que potencializam a produção permitiriam, por muito tempo, a sustentabilidade dos sistemas agrícolas modernos, devido aos impactos negativos sobre o meio circundante. Alega-se que a aplicação de métodos modernos, na agricultura, com o intuito de crescimento traz mudanças sobre o meio ambiente que irão depreciar o crescimento, pressionando o nível de produção agrícola e, por conseguinte, comprometendo a oferta (ALTIERI, 2004).

Vários são os conceitos de agricultura sustentável existentes na literatura. A maioria deles foi revisada por Christen, citado por Tisdell (2007), o qual afirma que, para assim ser considerada, a agricultura deverá ter os seguintes atributos: (I) assegurar a equidade intergeracional; (II) preservar a base dos recursos para a agricultura e evitar externalidades ambientais adversas; (III) proteger a diversidade biológica; (IV) garantir a viabilidade econômica da agricultura, aumentando as oportunidades de emprego no setor e preservar comunidades rurais locais; (V) produzir alimentos de qualidade suficiente para a sociedade e (VI) contribuir para o desenvolvimento sustentável em nível mundial.

Assim sendo, deve-se ter em mente que a sustentabilidade da produção agrícola é um valioso atributo do desempenho dos sistemas e que, a partir desse aspecto, os conceitos de sistema moderno e tradicional se tornam genéricos, pois basta observar que, embora a agricultura itinerante possa ser relativamente sustentável, quando os ciclos de rotação são suficientemente

reduzidos, os rendimentos declinam e ela deixa de ser sustentável. Da mesma forma para os sistemas modernos que, se aplicada com a devida cautela, pode ser tão sustentável quanto o primeiro sistema (TISDELL, 2007).

Os sistemas agrícolas tradicionais são, a priori, caracterizados por vários recursos que ajudam a manter os rendimentos. Estes incluem o uso de variedades locais de culturas, manutenção de ciclos fechados de materiais e poucos resíduos em virtude de práticas eficazes de reciclagem, controle biológico de pragas, entre outros (ALTIERI, 2004).

Contudo, não são raros os sistemas tradicionais aderirem aos insumos da agricultura moderna, gerando fonte de externalidades ambientais desfavoráveis ou situações extremas. Segundo Tisdell (op. cit.), isto se deve ao seu caráter amplo e o tipo de cultivo e práticas de produção que podem poluir corpos hídricos compartilhados pelos agricultores, causando a salinização e sua contaminação química e do solo, bem como distúrbios no ciclo hidrológico.

Muitos são os apelos da mídia, dos fabricantes e, principalmente, do agronegócio, visando a uma maior produtividade e lucro. Seduzidas por tais apelos, muitas organizações familiares optam por trabalharem com produtos químicos, sem, no entanto, disporem de estrutura mínima para manusear esses compostos.

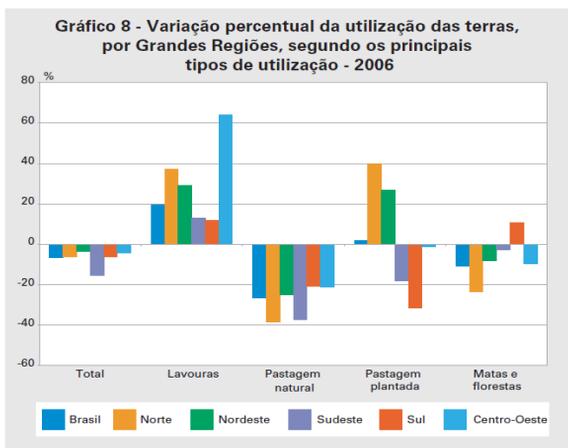
De acordo com Faria et al. (2004), o uso de agrotóxicos na agricultura é intensivo, multiquímico e várias publicações têm apontado para as intoxicações como um grave problema de saúde, especialmente, entre trabalhadores rurais. Contudo, são escassos os estudos brasileiros de base populacional sobre as características do uso ocupacional ou sobre essas intoxicações.

Na área de estudo em análise, o município de São João do Cariri - PB, esta é uma prática comum e se constitui num fator

capital na manutenção da sustentabilidade das organizações agrícolas locais. E não é este o único aspecto com repercussão negativa a se refletir no ambiente e na qualidade de vida da comunidade, podendo ser destacado: o nível de organização dos produtores, o nível tecnológico dos equipamentos utilizados na produção, os aspectos econômicos e assistência técnica, entre outros. No que se refere ao meio físico, o índice de deterioração apresentou-se com mais baixo valor em comparação aos demais, ainda assim, fora do limite aceitável, segundo a metodologia utilizada.

De forma geral, não apenas a área em exame, mas todo o Nordeste Brasileiro sofre com todas essas questões desde tempos pretéritos. Melo (1962) já relatava o quadro da pressão humana sobre o meio ambiente devido à falta de informação por parte da população com relação ao meio em que vive e a falta de interesse dos dirigentes em proporcionar um canal para que as pessoas obtivessem esse conhecimento. Passados quase 50 anos, é possível que essa realidade não tenha sido alterada adequadamente.

Consoante dados dos últimos censos, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), (Figura 1), é possível perceber que a variação percentual da utilização total das terras, segundo os principais tipos de utilização, entre 1996 e 2006, teve uma queda em torno de 5% na região Nordeste. Dentro desse percentual, o uso das terras por meio de lavouras aumentou em mais de 15%, assim como as pastagens plantadas. Já as pastagens naturais (-23%) e as matas e florestas (-10%) diminuíram.

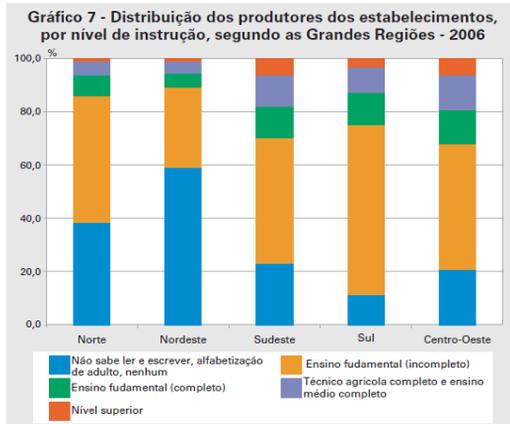


Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996/2006.

**Figura 1** - Variação percentual da utilização das terras por grandes regiões, segundo os principais tipos de utilização. Censo 1995-96/2006

**Fonte:** IBGE (2011).

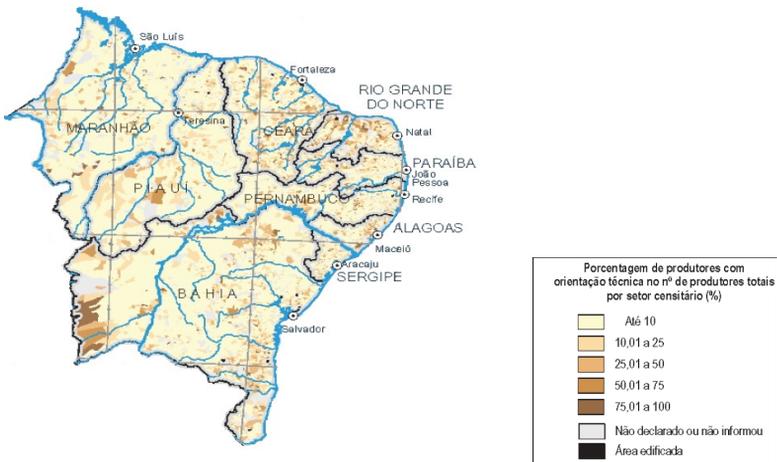
Apesar de se observar um maior acesso da população aos meios de comunicação e, conseqüentemente, às informações de melhor utilização e uso da terra, percebe-se que ainda muitas pessoas não têm escolaridade e meios de frequentar os estabelecimentos de ensino (ver Figura 2). Esse aspecto é bastante preocupante, não só do ponto de vista humano, pois reflete a má qualidade de vida das populações, mas também com relação aos possíveis impactos que o meio ambiente sofre mediante uma população mal instruída, que o utiliza para sua sobrevivência. Uma população escolarizada e especializada é fundamental para a instalação do desenvolvimento sustentável e para a viabilização de planos e programas de desenvolvimento da região Nordeste. O próprio Estado se mantém inerte a esses fatos e não propicia meios para essas comunidades serem beneficiadas (ver Figura 3), cabendo à sociedade, em todos os seus setores, cobrar ações efetivas que mudem esse quadro.



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2006.

**Figura 2** - Distribuição dos produtores e estabelecimentos por nível de instrução, segundo as grandes regiões. Censo 2006

Fonte: IBGE.



**Figura 3** - Percentual do número de produtores que declararam ter recebido orientação técnica com relação ao total de produtores. Censo 2006.

Fonte: IBGE.

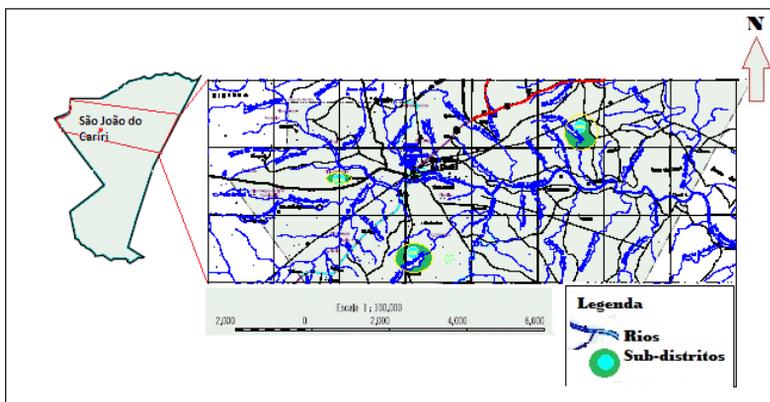
Ante as questões levantadas, este estudo teve como proposta analisar alguns indicadores de deterioração das práticas utilizadas na pequena agricultura no município de São João do Cariri - PB e levantar o perfil socioeconômico dos produtores locais, por meio das práticas do sistema produtivo, em suas diversas variáveis. Assim, tenta-se entender quais práticas estão sendo utilizadas e quais são as mais impactantes ao meio ambiente.

## **MATERIAL E MÉTODO**

Como forma de atender aos objetivos propostos, este estudo foi elaborado a partir do referencial teórico, que se compôs de consultas a periódicos, livros e publicações referentes ao assunto e à área de estudo, como também a mapas que abordam os aspectos regionais e temáticos. Utilizaram-se também técnicas de foteointerpretação, por meio de imagens de sensoriamento remoto, como forma de identificar as áreas de maior grau de antropização. Por fim, empreendeu-se um trabalho de campo, por intermédio do qual foi viabilizado o conhecimento da área e aplicado um questionário, para provimento das informações sobre as práticas produtivas realizadas, bem como as demais informações que completam a cadeia produtiva do sistema. Com o intuito de agilizar o processo de coleta dos dados, buscou-se o apoio da estrutura pré-existente dos Agentes Comunitários de Saúde da Prefeitura Municipal de São João do Cariri, para que se aplicassem questionários junto aos proprietários rurais.

A decisão que influenciou a escolha da área para aplicação dos questionários tomou por base a densidade populacional existente nas propriedades contíguas ao Rio Taperoá. Essa maior quantidade de comunidades pode ser confirmada mediante mapa diagnóstico realizado pelo IBGE (2000), o qual aponta

que, dentre os cinco setores rurais cadastrados no município, pelo menos três encontram-se na área em análise, fato confirmado pelo processo de fotointerpretação das imagens da área, as quais mostraram um elevado grau de antropismo, conforme o mapa da Figura 4.



**Figura 4** – Mapa de localização da área de aplicação dos questionários dentro do município de São João do Cariri – PB  
**Fonte:** IBGE.

Estes aglomerados rurais concentram aproximadamente 850 habitantes, representando cerca de 60% de todo contingente populacional da zona rural do município. Além disso, outro aspecto justifica tal escolha, já que diferentemente de outras áreas, ali, a estrutura fundiária é composta por pequenas propriedades, que somadas constituem a alta densidade demográfica, devido, principalmente, à proximidade com a oferta de água.

O método utilizado de aplicação de questionários, que estima o nível de deterioração socioeconômica e ambiental, deriva do Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras (CIDIAT) da Venezuela e foi adaptado por Rocha (1997) para as condições brasileiras. Esse método fornece um panorama

tanto da ambiência quanto do meio antrópico da área sugerida para o estudo. Outros autores já fizeram uso da aplicação do método no Semiárido paraibano. Entre estes, podem-se destacar: Baracuhy (2001); Franco (2002); Azevedo et. al. (2005); Pereira (2008) e Melo et al. (2010).

Para se determinar os percentuais de deterioração ( $y$ ), utilizou-se a equação da reta “ $y = ax + b$ ”, em que  $y$  varia de 0 a 100 (de 0% a 100% de deterioração). Os valores mínimos  $x$  e máximo  $x'$  definem os parâmetros  $a$  e  $b$  do modelo.

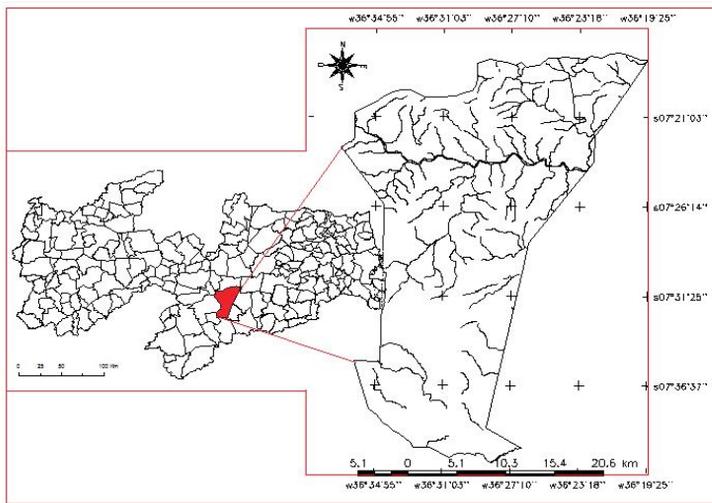
As unidades críticas de deterioração foram determinadas a partir da equação da reta, utilizando-se os valores dos códigos máximos e mínimos e o valor significativo encontrado, por meio de uma regressão simples, em que:

- $y$  é a unidade crítica de deterioração (%);
- $x$  é o valor modal encontrado a partir da tabela de códigos;
- $x'$  e  $x''$  são os valores mínimos e máximos, respectivamente;
- $a$  e  $b$  são os coeficientes da equação da reta.

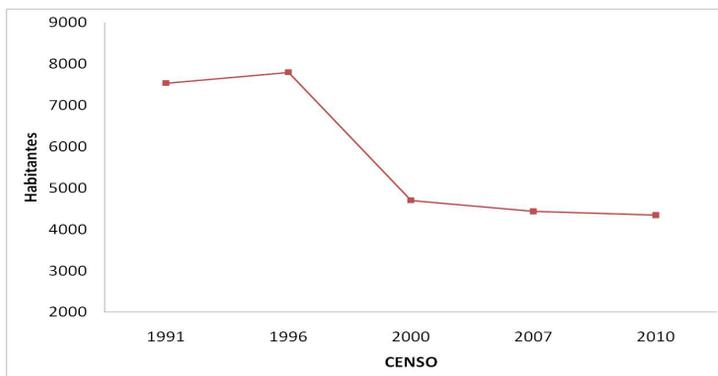
## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de São João do Cariri (Figura 5) faz parte da região compreendida pelo Polígono das Secas e está localizado na parte central do Estado da Paraíba, especificamente na porção meridional, mais precisamente na Microrregião do Cariri Oriental e inserido na mesorregião da Borborema. Possui uma população de 4334 habitantes, dos quais 46% residem na zona rural, segundo dados da contagem da população de 2010 (IBGE, 2011). População esta, que, nos últimos 20 anos, diminuiu mais de 40% (Figura 6), provavelmente devido ao êxodo para as cidades maiores (CARVALHO; EVANGELISTA, 2001).

Além disso, no período em análise, registrou-se o processo de desmembramento do antigo distrito e atual cidade de Caraúbas, cuja população se equivale à de São João do Cariri.



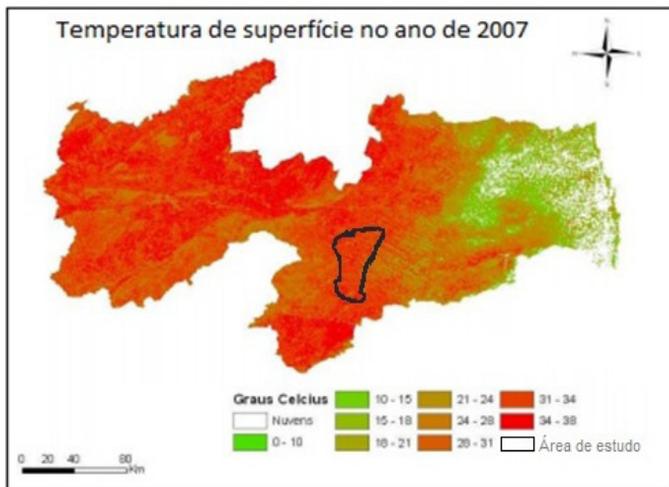
**Figura 5** - Localização de São João do Cariri no contexto do Estado da Paraíba  
**Fonte:** IBGE (2011).



**Figura 6** - Número de habitantes no Município de São João do Cariri nos CENSOS de 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010  
**Fonte:** IBGE (2011).

Os limites municipais fazem fronteira ao leste com Cabaceiras, Boa Vista e São Domingos do Cariri; ao oeste, com Serra Branca; a noroeste, com Parari e Santo André; ao norte, com Gurjão e, ao sul, com Carnaúbas, como podem ser vistos na Figura 5.

O clima é quente e úmido, classificado por Köppen como Bsh e caracterizado por uma baixa e irregular pluviosidade concentrada em apenas três meses do ano, na faixa compreendida entre 300 e 900 mm/ano. As temperaturas médias anuais são da ordem de 26 a 30°C, conforme a Figura 7. Ainda, segundo os critérios adotados por Köppen quanto às designações das letras, tem-se o seguinte: B significa que a evapotranspiração potencial média é maior que a precipitação média anual, e não há excedente de água, considerando que nenhum rio permanente originar-se no local; S indica estação seca de verão; e H refere-se à temperatura média anual superior a 18°, ou seja, temperatura elevada (DANNI-OLIVEIRA; MENDONÇA, 2007).



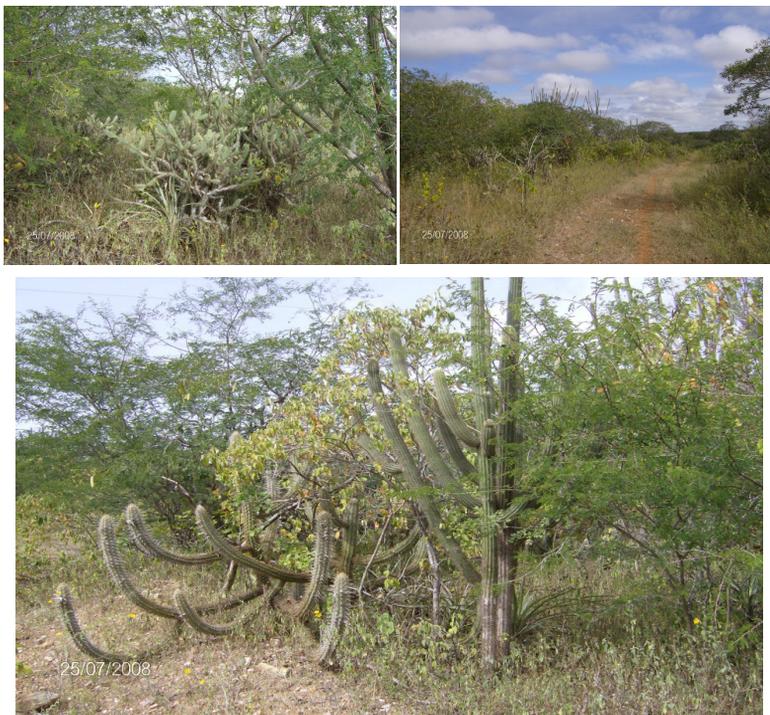
**Figura 7** – Temperatura média anual para a superfície, no âmbito do estado da Paraíba, com destaque para a área do município

**Fonte:** Adaptado de Ideião et al. (2011).

A estrutura geológica da área, em que está situado o município, é constituída do embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana, onde predominam gnaisses, migmatitos e granitos sob a forma de inúmeros aforamentos. Sobre a estrutura geológica da área do município, predominantemente assentada sobre a província tectônica da Borborema, Dantas e Caúla (1982) assim se referem: “trata-se de um substrato impermeável, que não dispõe de aquífero generalizado, excetuando-se os casos de depósitos confinados em falhamentos”. Este aspecto se reveste de uma notável relevância, uma vez que se traduz em um fator limitador para a oferta de água subterrânea numa área por demais carente desse recurso.

Os solos do município são predominantemente litólicos, rasos e pouco desenvolvidos, com insuficiente capacidade de armazenamento de água. Os neossolos litólicos são, em geral, rasos com espessura inferior a 0,50 m, possuindo, na maior parte das vezes, uma estreita camada de material terroso sobre a rocha, ocorrendo, mais frequentemente, em áreas de relevo acidentado. Também são solos com grande potencial para aproveitamento hidroagrícola, embora necessitem de um manejo eficiente devido a sua tendência à salinização e à solidificação (BRASIL, 2005).

A vegetação da Caatinga, segundo Andrade-Lima e Silva (1982), varia de arbustiva esparsa a arbustiva muito rala. Para Alves (2007), a cobertura vegetal dessa área é representada por formações caducifólias, muito diversificadas por razões climáticas, edáficas, topográficas e antrópicas (Figura 8).



**Figura 8** - Fotos de campo da vegetação típica encontrada na área de estudo

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Quanto às características da rede hidrográfica e dos recursos hídricos, a superfície do município é dissecada por uma rede de rios e canais, que compõe parte importante da bacia do rio Paraíba. Essa rede de drenagem é formada principalmente por rios e riachos temporários, sendo o rio Taperoá o mais importante na disponibilidade de água para o município, pois percorre transversalmente parte significativa do seu território e esta é, sem dúvida, uma das razões para a concentração das atividades econômicas em suas áreas contíguas, beneficiadas pelo lençol freático. Este potencial hídrico, cujo valor não pode ser estimado

e é destacado por Ab Saber (2003), para quem o fluxo hídrico contido sob o espesso colchão de areia dos rios do Semiárido tem uma função singular, pois, em nenhum outro lugar, o rio alimenta o lençol freático, ao contrário; é alimentado por ele.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Diagnóstico Socioeconômico

A primeira etapa da aplicação do questionário contemplou as seis variáveis indicadoras dos níveis de deterioração do sistema produtivo, que compõem o fator social, mediante os aspectos: demográfico, organizacional, habitacional, salubridade, alimentar e cumprimento das leis, o que possibilitou a elaboração das retas com os níveis verificados e que são mostrados na Figura 9.

Os dados levantados entre as variáveis do setor social requerem algumas considerações, em função da relevância que assumem, frente ao contexto da área pesquisada. Dentre esses aspectos, pode-se destacar a idade do chefe da família, maior de 66 anos, apresentando uma frequência de 29 ocorrências. Outros dados podem ser observados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Frequências de maior relevância para a estabilidade social no âmbito do núcleo familiar da área de estudo

<b>Fator social/itens pesquisados</b>	<b>Maior frequência</b>
Idade do chefe de família	Acima de 66 anos (29)
Grau de instrução do chefe de família	Ensino fundamental (57)
Local de nascimento do chefe de família	Nascidos na zona rural (76)
Residência do chefe de família	Moram na propriedade (71)
Número de famílias na propriedade	Apenas 1 família (50)
Média de idade do núcleo familiar	Entre 41 e 50 anos

**Fonte:** Arquivo dos autores.

O fato de a idade do chefe da família registrar uma moda de 29 ocorrências aponta para uma perspectiva sóbria, com relação à continuidade da permanência das famílias na zona rural, uma vez que, morrendo o gestor do núcleo, desencadeia-se, a priori, uma desorganização social e econômica das pessoas pertencentes a este clã.

O grau de instrução, consorciado com o local de nascimento, concorre para aumentar o grau de dificuldade dessa organização familiar, haja vista a ausência histórica de boas escolas na zona rural. Já o fato de ter nascido na localidade contribui negativamente para uma visão sinótica da realidade, dificultando em grande medida o conhecimento do meio físico, processos produtivos, técnicas de manejo, entre outros aspectos. Dessa realidade, vivida pelo homem do campo, decorre outra faceta não menos importante que é a falta de perspectiva dos jovens, restando-lhes a migração para centros maiores em busca de melhores condições de vida.

O item que registra o número de famílias morando na propriedade não representa problemas, a não ser quando esta é numerosa, fato este que torna difícil produzir, morar e até mesmo conviver. Já a idade média nos diversos núcleos familiares pesquisados revela um dado preocupante, uma quantidade significativa de pessoas que têm entre 40 e 50 anos. Em outras palavras, em uma década, a área contará com uma parcela significativa de idosos.

Sobre os hábitos alimentares da população, os dados do Quadro 2 deixam claro que a dieta posta em prática pela população se mostra deficitária em alguns grupos de alimentos, enquanto em outros perfeitamente dispensáveis, há uma frequência muito maior que a necessária. Os derivados do leite,

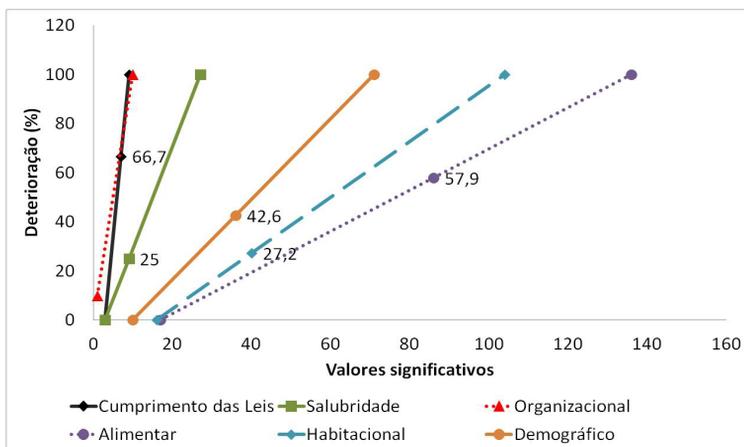
por exemplo, mostram um consumo muito alto, enquanto frutas e legumes apresentam valores extremamente baixos.

**Quadro 2** – Frequências no âmbito do consumo alimentar das famílias da área de estudo

<b>Fator social/ itens pesquisados</b>	<b>Consumo</b>
Consumo de carne (gado, porco ou caça)	Alto (33)
Consumo de frutas	Médio (16)
Consumo de legumes/verduras	Baixo (07)
Consumo de ovos	Médio (18)
Consumo de massas (macarrão)	Baixo (13)
Consumo de arroz e/ou feijão	Alto (35)
Consumo de peixes	Médio (16)

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Analisando-se os dados contidos no gráfico da Figura 9, obtidos para a variável *demográfica*, o valor de 42,61% apurado ficou levemente abaixo dos 45% verificados por Azevedo et al. (2005) na bacia hidráulica do Açude Epitácio Pessoa, e acima dos 39,81% levantados por Baracuhy (2001) para a microbacia do Riacho Paus-Branco no município de Campina Grande. A comparação entre tais estudos se faz necessária, haja vista se tratar de áreas com características análogas, fornecendo, assim, parâmetros aceitáveis. Desse valor, depreende-se também que existe uma má distribuição das terras para o processo produtivo e que há, sem dúvida, uma forte concentração de pessoas vivendo em minifúndios insuficientes para uma qualidade de vida dentro do razoável.



**Figura 9** – Retas das variáveis para unidade crítica de deterioração socioeconômica e os fatores sociais

**Fonte:** Arquivo dos autores.

No que refere à variável *habitação*, como se pode observar, esta apresentou o valor de deterioração bastante diverso (27,27%) daquele encontrado por Azevedo et al. (op. cit.), cujos valores determinados se aproximaram do peso máximo (88,27 dos 100% atribuídos). A explicação para um valor tão baixo deve-se à boa qualidade das moradias que, em sua grande maioria, derivam de herança de um tempo em que a área era explorada por fazendas de gado. Contudo, esse índice poderia ser ainda menor se não fossem os problemas observados nas comunidades levantadas e, ainda, a falta de estrutura para a correta destinação de esgotos, eliminação de lixo e de embalagens de agrotóxicos.

A variável *alimentar* apresentou um valor de moda de 86 e um índice de deterioração de 58%, em virtude principalmente da falta de orientação nutricional nas comunidades. Ali, priorizam-se enormemente as gorduras e sacarose em detrimento das frutas, hortaliças e tubérculos. Mesmo assim, devido ao tipo

de atividades cotidianas dessas pessoas, que as deixam longe do sedentarismo, não se observaram maiores problemas em relação à obesidade. Outro aspecto que ficou patente e que, indubitavelmente, reforça a assertiva acima é o elevado número de pessoas acima dos sessenta anos.

No que diz respeito à participação em organizações, registrou-se o valor máximo de deterioração (100%), fato que se deve segundo o que se pôde apurar à falta de credibilidade das instituições de classe, bem como à ausência de esclarecimento da importância dos benefícios trazidos por associações fortes e atuantes, sobretudo na defesa dos associados mais participativos. A baixa escolaridade também contribui significativamente para a manutenção desse quadro.

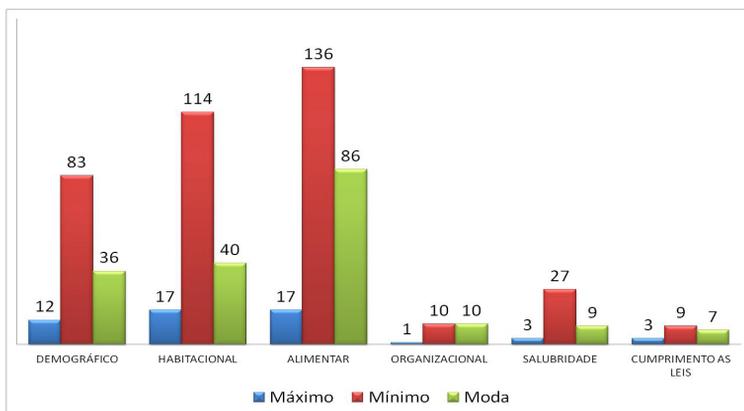
A variável *salubridade humana* registrou um índice relativamente baixo de 25% para os padrões da área, os quais decorrem das boas condições das habitações, o que se traduz na constituição de um ambiente salutar. Para alcançar tal índice, as instalações precisam estar bem ventiladas e adequadas.

Outro item de suma importância, que está diretamente relacionado à salubridade, trata-se da água consumida. Nesse quesito, 60% dos entrevistados afirmaram que a água consumida é potável. Todavia, quando questionados quanto à origem dela, as respostas convergem para os mesmos pontos. Ou vem de bicas e cisternas ou de cacimbas, barreiros e outras formas de acumulação. Sobre este assunto, Diniz (1995) afirma que o problema relativo à qualidade da água consumida, nas propriedades rurais do Semiárido, está muito mais associado ao manuseio do que qualquer outro aspecto.

Finalmente, na variável *observância das leis trabalhistas*, registrou-se o valor de 66,67% de deterioração, devido à ausência de trabalho infantil. Entretanto, foi possível constatar a total falta

de regime de trabalho, bem como a inexistência de contrato pelo instrumento do registro em carteira. Essa realidade decorre principalmente de alguns fatores: da falta de esclarecimento dos trabalhadores, da falta de condições econômicas de muitos produtores e dos altos encargos sociais que contribuem para que seja inviável o citado registro.

O aspecto referido é extremamente danoso à condição social do cidadão, considerando-se os prejuízos relativos à questão previdenciária. Dessa forma, o trabalhador que futuramente procurar pelo benefício da aposentadoria será surpreendido pela falta de contribuição à previdência social, condição indispensável à concessão. A Figura 10 fornece uma visão geral das condições encontradas, assim como dos valores mínimos e máximos que embasaram o estudo.



**Figura 10** – Valores significativos (máximo, mínimo e moda) das variáveis do fator social

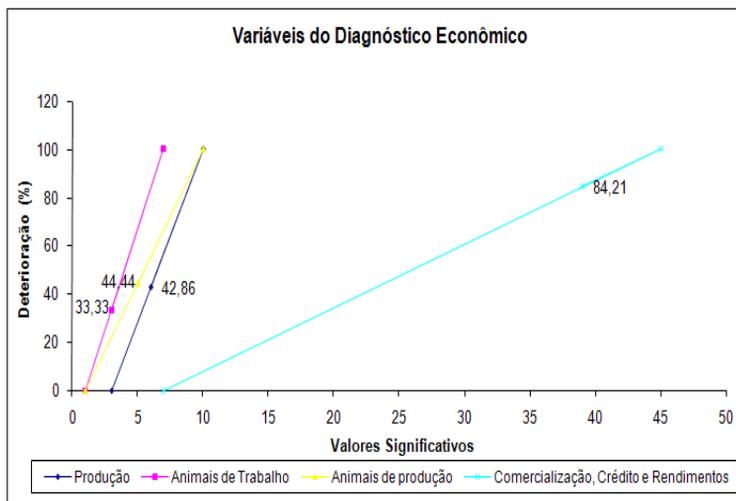
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Os dados relativos à *unidade crítica de deterioração econômica* (Figura 11) mostram valores elevados nas diversas variáveis estudadas, atestando que o elemento determinante, no que diz

respeito à produção rural, reside justamente na venda do produto do trabalho, nem sempre ao comprador ideal ou a preço justo. Dessa forma, mais da metade daqueles, que produzem em seus sítios, comercializam sua produção junto a atravessadores, nunca pelo valor de mercado, mas pelo que estes se dispõem a pagar. Com isso, muitos veem o esforço de meses de labuta ser trocado por quantias irrisórias, deixando, por outro lado, ao comerciante alto lucro sem o mesmo ter despendido o menor esforço para obtê-lo. Dessa questão, resulta o índice de 42,86% de deterioração para a variável *produção*, evidenciando a falta de organização em cooperativas ou outra representação que zele pelos interesses da classe. Por sua vez, revela outro aspecto deveras importante para a sustentabilidade da produção agrícola, por meio da viabilidade econômica e dos benefícios a ela relacionados.

No que diz respeito à posse de animais para o trabalho, o valor de 33,33% retrata a dificuldade financeira enfrentada por muitos dos pequenos produtores, quanto ao modo como produzem na terra, pois dispõem apenas da sua força e de seus familiares para a realização do trabalho.

Outro aspecto relacionado a essa questão tem a ver com as mudanças tecnológicas ocorridas durante as últimas duas décadas, período em que o homem do campo substituiu o meio de transporte, antes realizado por intermédio de animais (burro e cavalo, aproveitados também no trato da terra) pela motocicleta, pouco útil à tarefa de produzir. Todavia, a despeito desse suposto avanço, no que concerne à produção, os instrumentos utilizados ainda são os mesmos de séculos passados.



**Figura 11** – Retas das variáveis para unidade crítica de deterioração socioeconômica e os fatores econômicos

**Fonte:** Arquivo dos autores.

No que se refere à variável criação de animais de produção, o valor encontrado (44,44%) evidencia a ausência de uma produção mais intensiva neste setor, em virtude da instabilidade climática existente na área de estudo, em que, muitas vezes, perde-se parcela significativa dos rebanhos por falta de condições de mantê-los alimentados e desdentados. Contudo, é difícil encontrar qualquer núcleo familiar que não disponha de criação de galinhas, porcos e vacas ou cabras para o consumo interno. Esse tipo de recurso representa para muitos a liquidez imediata para levantar valores emergenciais, ou seja, é uma forma de poupança quando há produção excedente.

A variável *comercialização*, aquela de mais alto percentual deste segmento (84,21%), traduz a dificuldade de vender o que é produzido na propriedade. Por trás desse índice, também, encontram-se outras questões que o produtor rural não

consegue superar: a baixa produtividade, decorrente de práticas obsoletas; a falta de crédito, a falta de insumos, a inexistência de assistência técnica e aparato tecnológico eficiente, moderno e acessível.

Existem, ainda, outros aspectos que inibem a produção e que se refletem na comercialização, contribuindo para a deterioração da atividade rural. Entre estes se podem citar as políticas públicas assistencialistas que, se por um lado diminuem a pressão sobre os recursos naturais<sup>1</sup> – da vegetação, por exemplo –, de outro, dificultam sensivelmente a oferta de mão de obra, fazendo com que muitos proprietários abandonem a zona rural, haja vista a falta de operários para realizar as tarefas diárias.

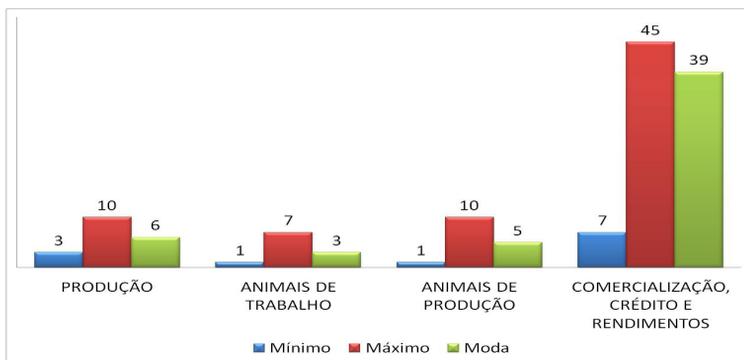
Segundo os produtores contatados por este estudo, numa grande parcela dos núcleos familiares, os idosos aposentados são responsáveis por boa parte da renda com que os sustentam. Além disso, na última década, as “bolsas” do governo federal destinadas a manter as crianças na escola, bem como o “seguro-safra” respondem por outra parte das despesas das famílias. Com isso, muitos adultos em condições de vender a força de trabalho não o fazem, pois não veem necessidade de fazê-lo.

Em vista dessas questões, esta unidade de deterioração apresentou resultados tão elevados (68,33%), em parte, ajudados pela falta de produtividade e comercialização, como mostram os

---

1 Por ocasião da efetivação deste estudo, ficou constatada a ausência de uma prática corriqueira na área em exame. Trata-se da retirada da vegetação nativa para a transformação em biomassa, através da fabricação do carvão vegetal. Esta prática, de reconhecido impacto negativo ao meio ambiente, representou, até o início dos anos 2000, uma alternativa de sobrevivência para a população da área, de menor poder aquisitivo.

valores significativos contidos na Figura 12. Destacam-se, ainda, as variáveis linhas de crédito e outros rendimentos.



**Figura 12** – Valores significativos (máximo, mínimo e moda) das variáveis econômicas

**Fonte:** Arquivo dos autores.

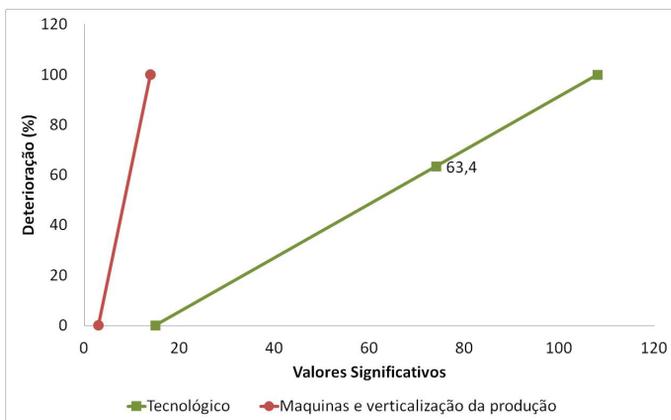
Os valores relativos às questões tecnológicas se mostraram excessivamente altos, decorrentes de alguns fatores bem característicos da área de estudo. Um deles diz respeito à descapitalização dos pequenos proprietários que, devido a pouca disponibilidade de terras para produzirem (até mesmo para oferecerem como garantia hipotecária), contam com o crédito oficial proporcional ao que possuem.

Dessa forma, as tecnologias utilizadas para produzir na área encontram-se muito aquém daquelas empregadas na moderna agricultura. Os equipamentos, ainda hoje, resumem-se a enxadas, foices e machados e outros que exigem muito da força física do produtor. Para Rebouças (1997), os equipamentos utilizados na agricultura do Semiárido na atualidade e em muitos locais se diferenciam daqueles da revolução Neolítica, apenas por serem de metal.

De acordo com a frequência das respostas, tratores, motosserra e outros utensílios modernos são para poucos. Este atraso tem reflexo direto na produtividade e reduz a oferta de produtos, até mesmo aqueles de primeira necessidade, como mostrado anteriormente.

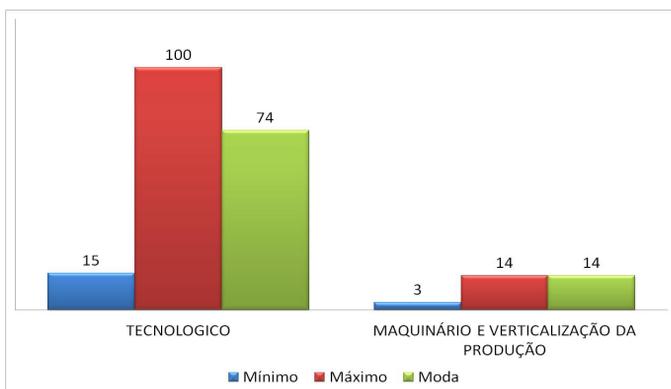
Outro fator que se pode destacar e que colabora enormemente para entravar a produção é a estrutura agrária que concentra grandes propriedades nas mãos de poucos, ao passo que os que têm pouca terra, ainda, necessitam dividir com seus familiares por diversas razões, entre elas, a herança. Dessa partilha, resulta um contingente considerável de pessoas vivendo em minifúndios, sem que os mesmos possam atender às necessidades de subsistência dos atores sociais. Surgindo, assim, problemas de diversas ordens, dentre os quais se destaca o êxodo rural para as cidades. Dessa forma, descapitalizado e sem assistência técnica e informacional, fica inacessível ao camponês modernizar seus meios de produção e, com isso, lograr melhores resultados, justificando, com isto, os altos índices demonstrados na Figura 13.

O que mais preocupa é que, numa projeção para o futuro próximo, não há nenhum indicativo de que este cenário se altere, uma vez que, com o produtor descapitalizado, sem instrução e perdendo os membros jovens da família para os atrativos oferecidos pela vida nas cidades, mudanças são cada vez menos prováveis.



**Figura 13** – Retas das variáveis para unidade crítica de deterioração socioeconômica e os fatores tecnológicos  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

No item que aborda a questão da verticalização da produção rural, o valor de 100% encontrado (Figura 14) é o reflexo do tipo de tratamento que as Instituições Públicas destinam ao desenvolvimento da pequena agricultura no Semiárido brasileiro.



**Figura 14** – Valores significativos (máximo, mínimo e moda) da variável tecnológica da área de estudo  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

De acordo com as informações levantadas, dos cento e trinta (130) proprietários que responderam ao questionário, cerca de 90% deles gostariam de contar com orientação técnica e noções de conservação e preservação dos recursos que exploram. No entanto, o percentual encontrado assegura que esta condição inexistente para os pequenos produtores.

Em relação à assistência técnica aos produtores da área, observem o que revelou um dos entrevistados, residente no sítio Cachoeira (Figura 15), que tem como principal atividade a plantação de tomateiro:

O senhor pode acreditar! Aqui eu só posso contar com a ajuda de meu filho que trabalha comigo e de mais ninguém. Esse pessoal da EMATER só aparece aqui, quando é para eu falar a respeito de como administro meus pés de tomate. É assim! Quando eles querem fazer um dia de campo, aí convida um monte de gente, que fala bonito, gente da universidade..., esse povo. Mas quando eu preciso de orientação ou então de financiamento, aí eles se esquecem de mim. Já teve vez de chegar ao escritório e eles mandarem dizer que não estão e eu volto sem o que fui buscar. De uns tempos pra cá, cuidei em criar vergonha e quando eles me chamam eu desconverso e não vou. Prefiro errar e acertar por aqui mesmo. Sei que muitas das coisas que faço não tão certa, mas, assim que aprendo, procuro endireitar... (PEREIRA, 2008).



**Figura 15** - Um retrato do meio rural e do produtor no município de São João do Cariri – PB

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Neste caso, o que relatou o produtor é particularmente verdade e ecoa o que os demais proprietários da área disseram quando clamaram por assistência técnica para poder produzir de maneira mais limpa e com maior produtividade.

Na visita realizada à plantação do Sr. Geraldo e de outros produtores da área, constatou-se que, apesar de alguns deles utilizarem algumas técnicas de uso eficiente de água na irrigação (gotejamento, por exemplo), outros procedimentos, como o manuseio dos agrotóxicos, não são usados de forma adequada, pondo em risco a sustentabilidade do meio ambiente e a saúde humana, comprometendo a qualidade dos solos e da água.

### Diagnóstico Ambiental

Os dados relativos ao diagnóstico ambiental foram obtidos mediante levantamento dos elementos que poluem diretamente o meio ambiente. Esse tipo de levantamento reflete sem disfarces a convergência dos demais fatores anteriormente analisada.

Nunca é demais lembrar que a área em apreço está exposta a um clima inóspito, apresenta indicadores sociais baixos, sem contar o atraso tecnológico histórico da área. Esses ingredientes contribuem demasiadamente para potencializar a problemática local.

A combinação desses fatores consorciados com a descapitalização do produtor, o despreparo no manejo das atividades agrícolas, derivado, em muito, pela ausência de acompanhamento técnico, projetam em longo prazo um cenário pouco promissor para o setor primário no âmbito da área de estudo.

Neste contexto, a radiografia das condições do meio físico, em que pese apresentar o menor dos índices aqui apurados, encontra-se em um patamar muito além dos indicadores preconizados por muitos estudos e entidades, recomendados para o equilíbrio entre a exploração e a conservação dos recursos disponíveis.

Dentre os trinta itens aqui pesquisados, ao menos cinco deles, agrupados em dois segmentos chamam a atenção, tanto pela frequência com que se registram, quanto pela gravidade que representam. Trata-se de: (I) aplicação de agrotóxico sem controle, reaproveitamento e lavagem de embalagens de defensivos e aplicação de inseticida em culturas e safra; (II) descarte de resíduo sólido, urbano e rural, livres e esgoto a céu aberto.

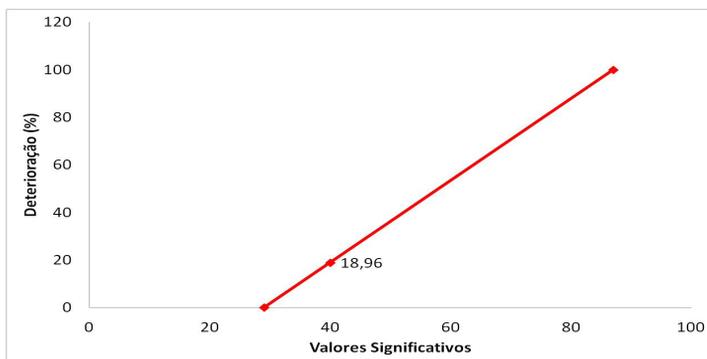
Os aspectos a serem destacados no primeiro grupo referem-se ao espectro dos efeitos, os quais perpassam a área onde a ação ocorre. Isso porque as substâncias alcançam o lençol freático e águas subterrâneas e passam a contaminar as áreas a jusante até o nível de base regional. No que se refere à contaminação biológica, os efeitos destes agentes tóxicos não apenas comprometem a saúde humana, mas podem ocasionar a perda da microfauna

em ambientes lênticos e lóticos afetando toda a cadeia alimentar de um geossistema.

No segundo grupo de ações poluentes, percebe-se o desconhecimento dos produtores rurais no que diz respeito ao descarte de resíduos sólidos e dejetos. Parte-se do princípio de que o desconhecimento dos problemas que podem advir pelo contato com tais substâncias encontra eco na falta de esclarecimento, na baixa escolaridade e na indisponibilidade de recursos financeiros para a construção de infraestrutura apropriada à deposição adequada desses resíduos, de suma importância para a salubridade do meio vivido.

Faz-se pertinente lembrar que o quadro degradante acima relatado não ocorre apenas no meio rural. Nas cidades localizadas no âmbito da bacia do rio Paraíba e, particularmente no município foco deste estudo, todo o esgoto gerado pelas residências é lançado no rio Taperoá. Assim, o rio, que deveria servir de fonte de água à produção, presta-se ao transporte de dejetos, contribuindo para degradação do meio circundante (TUDISI; TUNDISE, 2008).

Uma síntese com o diagnóstico e a reta de deterioração estão apresentadas na Figura 16. Estes valores observados foram, respectivamente, 29, 87 e 40, além do índice de deterioração próximo de 19%. Apesar de todos os fatores que contribuem para o atual estágio da degradação ambiental no município, os dados revelam que a deterioração está bem abaixo se comparada aos demais índices aqui estudados, muito embora, demasiadamente alto se comparados ao que recomenda a metodologia de Rocha (1997) aqui aplicada (10%) e tida como satisfatória para um ambiente equilibrado.



**Figura 16** – Retas para unidade crítica de deterioração ambiental na área de estudo

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Analisando-se a deterioração determinada pela reta de deterioração real, esta foi da ordem de 18,96%. A explicação para tal resultado pode advir da ausência de indústrias, garimpos ou queimadas na área em apreço. Porém, outros aspectos foram determinantes para que se chegasse a esse valor. Além das ações anteriormente elencadas, outras formas de poluir podem ser agregadas a esse processo, entre as quais se podem citar: exploração extensiva das propriedades, pocilgas, queimadas, entre outras.

Cabe aqui, uma reflexão acerca da aplicação de defensivos e, principalmente, a destinação das embalagens descartadas livremente no meio ambiente, as quais precisam ser repensadas. Assim, observou-se, por ocasião do trabalho de campo, a falta de cuidados com as embalagens que depois de utilizadas, ficam espalhadas no meio da plantação, como podem ser vistas na Figura 17. Diante do flagrante no qual o proprietário foi surpreendido, o mesmo argumentou que, após a jornada diária de trabalho, as embalagens são recolhidas. Entretanto, a julgar pelo estado das embalagens expostas ao relento, conclui-se que as mesmas ali permanecerão até a sua total degradação.



**Figura 17** – Aspecto da destinação dada às embalagens de defensivos em uma plantação de tomates localizada às margens do rio Taperoá, no município de São João do Cariri – PB

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Examinando o Quadro 3, pode-se afirmar que as variáveis, econômica e tecnológica, foram as que mais contribuíram para o alto índice de deterioração (49,98%) da atividade agrícola nas comunidades adjacentes ao rio Taperoá, no município de São João do Cariri. Evidencia-se com tal informação que praticamente metade do potencial deste setor produtivo se encontra deteriorado. Ressalta-se a contribuição oferecida pela variável comercialização, a qual se reitera, é um dos principais entraves para os produtores, que vêm tendo que lidar com um baixo nível de produtividade agrícola na área estudada.

**Quadro 3** – Resumo da deterioração encontrada nas propriedades adjacentes ao rio Taperoá

Área de estudo	Deterioração do Meio Ambiente			
	Socioeconômica			Ambiental
	Social	Econômica	Tecnológica	
<b>Deterioração média</b> 44,95%		68,33%	67,31%	18,96%
<b>Prioridades</b>	3	1	2	4
<b>Deterioração média, socioeconômica e ambiental = 49,89%</b>				

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Assim, os diagnósticos socioeconômico e ambiental encontrados apresentaram, portanto, valores bem acima daquele tolerável, segundo o que registra a metodologia aplicada.

Entretanto, se comparados aos resultados anteriormente citados na bacia hidráulica do açude Epitácio Pessoa (FRANCO et al., 2007), este valor pode ser considerado baixo, supostamente devido às condições de espaço e de tempo no momento em que foi feita a avaliação. Outra hipótese que pode justificar um valor mais baixo em espaços tão semelhantes reside, talvez, na abrangência dos questionários, visto que o que foi utilizado aqui abordou uma quantidade muito maior de aspectos inerentes à área em foco.

O Quadro 4 sumariza os diagnósticos encontrados aqui, seus valores mínimos, máximos e modas, além da equação da reta e o valor percentual de deterioração.

A última etapa da aplicação dos questionários reservou para os entrevistados um espaço para que os mesmos manifestassem suas maiores aspirações ou reclamações, no intuito de buscar a resolução dos problemas que dificultam a realização de suas tarefas cotidianas. Algumas dessas opiniões ficaram bem

evidentes pela quantidade com que foram repetidas. O Quadro 5 mostra as prioridades citadas e o percentual citado por cada entrevistado.

Chama à atenção, em especial, a falta de assistência técnica que figurou entre vinte e um por cento (21%) dos participantes da pesquisa. Neste caso, configura-se a falta de atenção por parte das instituições, no que diz respeito ao acompanhamento ao homem do campo. Como segunda prioridade, a falta de mão de obra citada como prioridade número um por pelo menos vinte por cento (20%) dos proprietários. Esta escassez de oferta de força de trabalho se deve, como anteriormente citada, às políticas sociais (bolsas, aposentadorias e seguro-safra) que desestimulam o trabalho alugado (como é localmente conhecida esta modalidade de ocupação). Outra prioridade que merece ser destacada é a falta de esgoto, reclamada por 16% dos proprietários. Esta preocupação reflete a conscientização, ainda incipiente, mas, aos poucos, começa a surgir no meio rural.

**Quadro 4** – Valores significativos (mínimo, máximo e moda), equação da reta e percentual de deterioração nas propriedades adjacentes ao rio Taperoá

<b>DIAGNÓSTICO</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Moda</b>	<b>Equação da reta</b>	<b>Deterioração (%)</b>
DEMOGRÁFICO	12	83	36	$Y = 1,408X - 16,901$	42,61
HABITACIONAL	17	114	40	$Y = 1,031X - 17,526$	27,27
ALIMENTAR	17	136	86	$Y = 0,840X - 14,286$	57,98
ORGANIZACIONAL	1	10	10	$Y = 11,111X - 11,111$	100,00
DIAGNÓSTICO DE SALUBRIDADE	3	27	9	$Y = 4,167X - 12,500$	25,00
CUMPRIMENTO ÀS LEIS	3	9	7	$Y = 16,667X - 50,000$	66,66

<u>DIAGNÓSTICO</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>	<u>Moda</u>	<u>Equação da reta</u>	<u>Deterioração (%)</u>
<b>UNIDADE CRÍTICA DE DETERIORAÇÃO SOCIAL</b>	53	379	188	$Y=0,307X-16,258$	<b>44,95</b>
PRODUÇÃO	3	10	6	$Y=14,286X-42,857$	42,86
ANIMAIS DE TRABALHO	1	7	3	$Y=16,667X-16,667$	33,33
ANIMAIS DE PRODUÇÃO	1	10	5	$Y=11,111X-11,111$	44,44
COMERCIALIZAÇÃO, CRÉDITO E RENDIMENTOS	7	45	39	$Y=2,632X-18,421$	84,21
<b>UNIDADE CRÍTICA DE DETERIORAÇÃO ECONÔMICA</b>	12	72	53	$Y=1,667X-20,000$	<b>68,33</b>
TECNOLÓGICO	15	108	74	$Y=1,075X-16,129$	63,42
MAQUINÁRIO E VERTICALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO	3	14	14	$Y=9,091X-27,273$	100,00
<b>UNIDADE CRÍTICA DE DETERIORAÇÃO TECNOLÓGICA</b>	18	122	88	$Y=0,962X-17,308$	<b>67,31</b>
<b>UNIDADE CRÍTICA DE DETERIORAÇÃO SOCIOECONÔMICA</b>	83	573	329	$Y=0,204X-16,939$	<b>53,56</b>
<b>UNIDADE CRÍTICA DE DETERIORAÇÃO AMBIENTAL</b>	30	90	40	$Y=1,667X-50,000$	<b>18,96</b>

**Fonte:** Arquivo dos autores.

**Quadro 5** - Prioridades relatadas pelos entrevistados no município de São João do Cariri

	PRIORIDADES			TOTAL (%)
	1	2	3	
Posse da terra	0	0	0	0
Pouca terra	1	0	0	1
Baixa produção/produktividade	1	1	0	2
Falta de água	2	0	0	2
Falta mão de obra para a produção	16	1	3	20
Falta de esgoto	9	7	0	16
Falta de assistência médica e odontológica	0	0	0	0
Falta de boa habitação	0	0	0	0
Falta de crédito	1	7	0	8
Falta de mercado	0	6	2	8
Renda baixa	0	3	3	6
Estradas em péssimo estado	0	4	4	8
Assistência técnica	3	3	15	21
Escolas	0	0	4	4
Insumos (matéria-prima, MDO, consumo de energia)	0	0	0	0
Outros	0	0	1	1

**Fonte:** Arquivo dos autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As preocupações com as questões ambientais são plenamente justificáveis devido a uma gama de ações que acabam se traduzindo em degradação aos recursos naturais, por isso a necessidade da determinação de ferramentas que mensurem a sustentabilidade nos setores produtivos, mormente na agricultura, devido a sua importância estratégica para as sociedades.

No espaço deste estudo, a sustentabilidade do setor agrícola se encontra num processo de comprometimento em praticamente todas as variáveis analisadas. Em decorrência das condições: tecnológicas, de comercialização, de organização classista, do apoio institucional e ambiental locais, tem-se um quadro de

deterioração, cujo valor é de cerca de 50%, ou seja, com o comprometimento da metade de seu potencial.

A mitigação desses impactos poderia advir de políticas públicas destinadas à melhoria da infraestrutura, da fiscalização e controle do meio ambiente de acordo com a legislação vigente, da valorização da educação ambiental notadamente nas escolas, bem como dedicando políticas públicas consistentes e mais apoio técnico e financeiro ao produtor familiar, de modo a tornar o setor atraente às populações mais jovens.

O problema da contaminação do solo e da água, decorrente dos processos produtivos na área foco deste estudo, carece de uma reflexão mais aprofundada, haja vista a extrapolação destes impactos para áreas além daquelas da origem das ações. Um exemplo que aqui se quer demonstrar diz respeito à área em exame estar contida na bacia hidrográfica que alimenta o açude Epitácio Pessoa que abastece o compartimento da Borborema, que abriga uma população expressiva, população esta que fica exposta a este tipo de contaminação.

Os problemas aqui relatados têm soluções, algumas delas estão sugeridas neste estudo. Em suma, para resolver as questões ambientais, observadas nas práticas agrícolas mencionadas neste artigo, e que possibilitem vislumbrar um cenário futuro mais otimista, são imprescindíveis políticas planejadas, sustentáveis e estáveis, bem como a observância da legislação ambiental. Soluções, enfim, que tornem possível a convivência com as secas, renovação que represente o aumento da produtividade e da conscientização. Com tais ações, acredita-se ser possível produzir e conservar.

A despeito de o método, aqui utilizado, ter sido aplicado por um número significativo de pesquisa com resultados semelhantes é preciso reconhecer as limitações a ele inerentes. Neste caso

particular, a ausência do diagnóstico físico-conservacionista por exiguidade de tempo e de recursos. Além disso, considera-se que a falta de elementos mais robustos, institucionais e de consumo, juntamente com outros indicadores como IDH, poderiam conferir-lhe um caráter sistêmico sobre a realidade local. Assim, pretende-se em trabalhos futuros complementar essa visão aqui desenvolvida por meio de outros métodos.

## REFERÊNCIAS

AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALTIERI, M. A. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2004, v.3, n.1. p.35-42.

ANDRADE-LIMA, Diva M. de; SILVA, Marlene Maria da. **Sertão Norte: área do sistema gado algodão**. Recife: SUDENE, 1982.

ALVES, J.J.A. Geoeologia da Caatinga no Semi-árido Brasileiro. **Revista Climatologia e Estudo da Paisagem**, v.2, n.1. p.58-71. Rio Claro-SP, 2007.

AZEVEDO, C. A.V.; DANTAS NETO, J.; FRANCO, E. S. et al. Diagnóstico socioeconômico e ambiental de uma microbacia no município de Boqueirão – PB. **Revista Engenharia Ambiental**, v.2., n.1., p.100-114. Espírito Santo do Pinhal, 2005.

BARACUHY, J. G. V. **Manejo integrado de microbacia no Semi-árido**: estudo de um caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. (Tese de Doutorado).

BRASIL, Secretaria de Desenvolvimento Territorial SDT/MDA - **Estudo Propositivo para**

**Dinamização Econômica do Território do Cariri** (Versão Preliminar), 2005.

CARVALHO, J. M.; EVANGELISTA, F. R.. **Estudos de Sistemas Agroindustriais e de Turismo**: algumas considerações sobre o êxodo rural no Nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil/ ETENE, 2001.

DANNI-OLIVEIRA, I. M.; MENDONÇA, F. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

DANTAS, José Robison Alcoforado e CAÚLA, José Antonio Lopes. **Mapa Geológico da**

**Paraíba**: Texto Explicativo, Campina Grande. Grafset, 1982.

DINIZ, C. R. **Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários utilizados para consumo humano**. 1995. 143f. Dissertação (Mestrado) Campina Grande, UFPB, 1995.

FARIA, N. M. X.; FACCHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Caderno. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.20, n.5, p.1298-1308, 2004.

FRANCO, E. S. **Avaliação do impacto ambiental causado pela exploração agropecuária em Boqueirão**. Campina Grande: UFCG, 2002. 88p. (Dissertação de Mestrado).

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Delimitação de limites municipais**. Base operacional, PB. Rio de Janeiro: Edição Revisada, 2006.

\_\_\_\_\_. **Contagem da população - 2007**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/)>. Acesso em: mar. 2008.

\_\_\_\_\_. **Censo populacional do Brasil**. Rio de Janeiro. 2000.

\_\_\_\_\_. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=251400>>. Acesso em: 29 dez.2011.

IDEIÃO, S. M. A.; CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A. et al. Mapa de temperatura de superfície do estado da Paraíba. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 9. **Anais**. Recife – PE, 2011.

MELO, M. L. Bases geográficas dos problemas do Nordeste. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 24, n. 4, 1962.

MELO, J. A. B. de.; LIMA, E. R. V. de.; DANTAS NETO, J. et al. Análise ambiental e do estado de deterioração da microbacia Riacho do Tronco, Boa Vista – PB. **Revista Ambiente & Água**, v.5 n.1, p.172-188. 2010.

PEREIRA, R. A. **Impactos ambientais decorrentes das condições antropogênicas no Município de São João do**

**Cariri-PB.** 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Campina Grande, PB: CTRN/UFCG, 2008.

REBOUÇAS, A da C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, v.11, n.29, p.127-154. 1997.

ROCHA, José Sales Mariano da. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

TISDELL, C. A. Sustainable agriculture. IN: ATKINSON, G.; DIETZ, S.; NEUMAYER, E. **Handbook of Sustainable Development**. EE Publishng, Northampton, Massachusetts, 2007.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

# CAPÍTULO 3



## **VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DAS COMUNIDADES DO ENTORNO DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA, BOQUEIRÃO, PB**

*Lincoln Eloi de Araújo*

*Celênia de Souto Macedo*

*Karina Guedes Correia*

*Maria José dos Santos*

*João Miguel de Moraes Neto*

*Francisco de Assis Salviano de Sousa*

### **INTRODUÇÃO**

No decorrer do último século, a humanidade utilizou de forma predatória grande parte dos seus recursos naturais, alterando a natureza de forma a assegurar a própria sobrevivência e lhe proporcionar conforto. Essas mudanças no meio ambiente podem ser naturais, consideradas da própria evolução do planeta e as antrópicas, mais severas e degradatórias, causadas pelo homem, que gera grandes prejuízos econômicos, sociais, políticos, culturais e ambientais (ARAÚJO, 2009).

É mister ressaltar que a degradação ambiental, no Brasil, é bastante acentuada com amplas áreas impactadas devido ao uso exacerbado dos recursos naturais, principalmente em regiões de mananciais e nascentes, o que causa impactos à comunidade e ao meio ambiente. De forma similar, o Nordeste brasileiro também sofre com toda essa peculiaridade, que se agrava quando ocorre na região semiárida brasileira, considerada altamente populosa e degradada do planeta.

De acordo com Porto-Gonçalves (2006), a problemática ambiental é simplesmente uma questão de ordem ética, filosófica e política. Assim, esse caminho nos torna prisioneiros de um pensamento herdado que é parte do problema a ser analisado.

Assad e Sano (1998) mostraram que o conhecimento dos recursos naturais (solo, clima, vegetação, minerais de interesse agrícola e relevo) e das características socioeconômicas (população, produção, evolução da fronteira agrícola e uso atual) constituem a base indispensável para a avaliação do potencial de uso das terras, necessário para a identificação das áreas passíveis de utilização com atividades agrícolas sustentáveis e das áreas que devem ser preservadas, evitando, desse modo, a degradação.

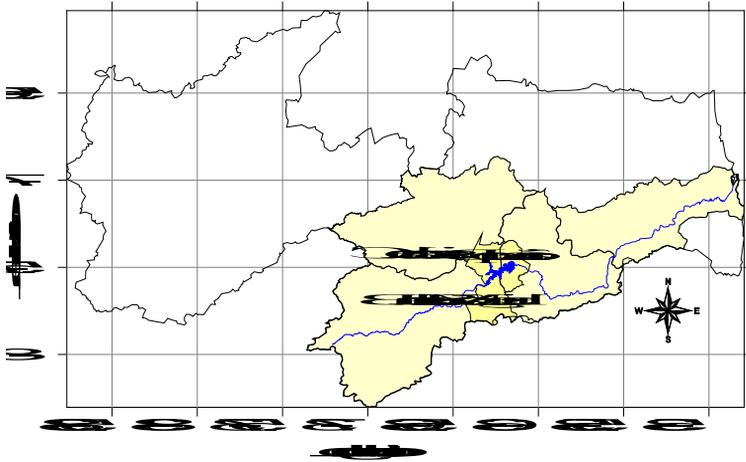
No caso do Semiárido paraibano, a ação predatória do homem com práticas de desmatamentos, queimadas e outros manejos inadequados de explorar o uso das terras vem reduzindo a cobertura vegetal, assoreando e poluindo os rios e, conseqüentemente, colocando em risco a flora e fauna silvestres, bem como a permanência da população na zona rural, ou seja, aumentando o risco a vulnerabilidade da população. A falta da cobertura vegetal expõe a superfície do solo, causa erosão e reduz ou elimina os nutrientes, indispensáveis à exploração agrícola autossustentável (SOUSA, 2007).

Tendo em vista essa problemática, faz-se necessário estudo mais elaborado em unidades naturais (bacias hidrográficas) e em regiões no entorno dos açudes, rios e nascentes, na tentativa de averiguar e mitigar algumas variáveis causadoras de degradação ambiental, favorecendo a diminuição da vulnerabilidade local, através da execução de diagnósticos socioeconômicos e ambientais, principalmente em regiões de mananciais, pois possibilita o conhecimento e entendimento da conjuntura que se encontra a área afetada, possibilitando um planejamento adequado, viabilizando as políticas públicas na mesma direção que se dirige o problema.

Assim, com esses questionamentos, a pesquisa vem indagar e averiguar a importância das comunidades circunvizinhas em relação a seus impactos sofridos e suas causas geradas, ratificando o mau uso dos recursos naturais e a vulnerabilidade da população ribeirinha como maior empecilho para o desenvolvimento adequado e permanência do camponês em sua terra de origem.

### **ÁREA DE ESTUDO - AÇUDE EPITÁCIO PESSOA**

O açude Epitácio Pessoa (Figura 1), localizado entre as coordenadas 07°28'04" e 07°33'32" de latitudes sul e entre 36°08'23" e 36°16'51" de longitude oeste, foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), nos anos de 1951 a 1956 e inaugurado em janeiro de 1957, pelo então governo de Juscelino Kubitschek. Tem capacidade de 535.680.000 milhões de metros cúbicos e profundidade máxima de 25 m, localizado entre os municípios de Boqueirão, Cabaceiras e Barra de São Miguel (AESAs, 2007).



**Figura 1** – Açude Epietácio Pessoa e Municípios fronteiriços  
**Fonte:** (AESA, 2007).

O nome Boqueirão foi dado ao açude Epietácio Pessoa pelo fato que o rio Paraíba fez, com o passar dos milhares de anos, um corte (uma abertura) na serra do Carnoió formando um “boqueirão”. O nome oficial do açude é uma homenagem ao único presidente do país nascido no Estado da Paraíba, o qual, no seu governo, intensificou o programa de açudagem através do Ministério de Viação e Obras Públicas (SOUZA, 2001).

Na bacia do rio Paraíba, o açude Epietácio Pessoa é o principal reservatório. Em plena região semiárida, este manancial passou, nos últimos dez anos, por períodos de escassez que quase causaram colapso do sistema de abastecimento de Campina Grande e região. Segundo Guimarães et al. (2005), a evolução temporal dos dados da água do açude de Boqueirão demonstra que a sua qualidade ainda não é problemática, mas apresenta um processo gradativo de deterioração (com vista ao abastecimento urbano), que pode ser acelerado ou não com as crises quantitativas de

água, sendo necessária, o quanto antes, a implantação de um sistema de gestão quali-quantitativa da água, (MELO, 2005).

Hoje, o açude, após 52 anos de sua construção, diminuiu sua capacidade de armazenamento, acumulando, nos dias de hoje, 411.686.287 milhões de metros cúbicos de água. Uma batimetria automatizada feita pela AESA, no ano de 2004, mostrou que essa capacidade foi reduzida em 23,1%, correspondendo a uma perda de quase 124 milhões de metros cúbicos de água da capacidade inicial. Essa modificação no projeto original ocorreu por causa do assoreamento, ou seja, pela sedimentação do solo causado pela devastação das matas ciliares nas margens de rios e do próprio açude, ou por erros iniciais no projeto de execução da construção do açude. No entanto, deve-se fazer uma ressalva para a tecnologia utilizada na época da construção do manancial, pois os instrumentos utilizados eram rudimentares e não podiam fornecer maiores precisões. Como visto na batimetria realizada em 2004, na qual utilizaram ferramentas bastante avançadas, como GPS, computadores, sondas e vários outros instrumentos de medição para avaliar a capacidade real e atual de armazenamento.

Desde a sua inauguração, em 1957, o açude Epitácio Pessoa só atingiu a sua capacidade máxima depois de 21 anos, exatamente no dia 07 de março de 1978. Ressalta-se que, de acordo com os dados da AESA, o manancial já sangrou doze vezes, até o ano de 2011, conforme Tabela 1.

**Tabela 1** – Anos em que o açude Epitácio Pessoa atingiu a capacidade máxima

Anos de sangria do Epitácio Pessoa	Monitoramento
7 de março de 1978	DNOCS
29 de março de 1981	DNOCS
23 de abril de 1984	DNOCS
12 de abril de 1985	DNOCS
25 de março de 1986	DNOCS
09 de abril de 1989	DNOCS
01 de fevereiro de 2004	AESA
27 de março de 2005	AESA
15 de abril de 2006	AESA
21 de março de 2008	AESA
04 de março de 2009	AESA
05 de março de 2011	AESA

**Fonte:** Adaptada de dados da AESA e do DNOCS.

Atualmente, o açude Epitácio Pessoa abastece 17 municípios e três distritos (Tabela 2), através de duas adutoras.

**Tabela 2** – Municípios e distritos abastecidos pelo açude Epitácio Pessoa

<b>Municípios abastecidos por Boqueirão</b>		
Adutora do Cariri (Adutora nova)	Adutora Campina Grande	Distritos abastecidos por Boqueirão
Boa Vista	Barra de Santana	São José da Mata
Boqueirão	Campina Grande	Galante
Cabaceiras	Caturité	Marinho (Boqueirão)
Cubati	Queimadas	
Juazeirinho	Pocinhos	
Pedra Lavrada	Riacho de Santo Antônio	
Olivedos	Lagoa Seca	
Seridó		
Soledade		
Dist. São Vicente do Seridó		

**Fonte:** AESA.

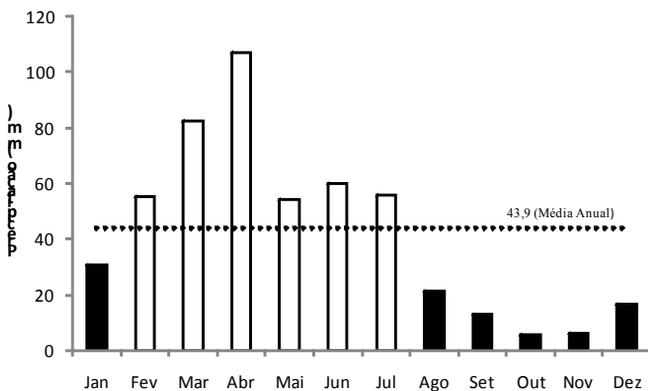
De acordo com a AESA em entrevista ao Diário da Borborema (2008), o açude Epitácio Pessoa perde cerca de um centímetro de lâmina de água por dia; no inverno e no verão, pode chegar a dois centímetros. No entanto, a água acumulada no açude é fonte de sobrevivência da população ribeirinha, garantindo sustento de 258 famílias de pescadores, correspondendo a mais de 300 profissionais cadastrados pela colônia da cidade e do desenvolvimento das cidades por ele abastecidas.

Outra preocupação que aflige os órgãos gestores do açude Epitácio Pessoa é a irrigação irregular, desde a crise no abastecimento de dezembro de 1999, quando chegou a ficar com apenas 14,9% de sua capacidade, algo em torno de 61.492.338 m<sup>3</sup> (AESA, 2007). O Ministério Público, com o apoio do Governo do Estado, do IBAMA e do DNOCS, proibiu a prática da irrigação de lavouras. A medida foi tomada para garantir o abastecimento humano de milhares de pessoas. Porém, hoje em dia, não existe fiscalização e vários pequenos produtores estão subtraindo água do manancial para irrigação clandestina.

## **MATERIAL - DADOS DA ÁREA DE ESTUDO - DADOS CLIMÁTICOS**

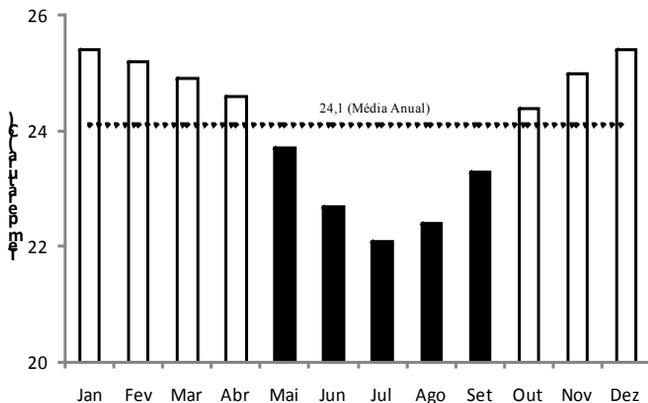
Segundo a classificação de Köppen, o clima da região do entorno do açude Epitácio Pessoa é do tipo Bsh (semiárido quente), com grande irregularidade na precipitação. Os meses mais chuvosos concentram-se no período de fevereiro a julho e os mais secos nos meses de agosto a janeiro conforme a Figura 2. A temperatura média é inferior a 24,1°C, com mínima de 18°C e máxima de 32°C (Figura 3).

## MÉTODO - Pesquisa de campo



**Figura 2** – Climatologia mensal da precipitação (mm) do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 3** – Climatologia mensal da temperatura (°C) do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Para um reconhecimento geral da área de estudo, foi realizada uma pesquisa de campo, seguindo um roteiro pré-determinado. Nesta fase, foram levantadas informações sobre relevo, vegetação natural, erosão, uso das terras, aspectos sociais e econômicos, realizando um diagnóstico geral de seus elementos para subsidiar a foto-interpretação.

Para avaliar as vulnerabilidades, foram aplicados questionários, calculados, considerando os valores de referência à população ribeirinha da área de estudo, 102 no total (62 em Boqueirão / 40 em Cabaceiras / Barra de São Miguel – desconsiderada na pesquisa), com a participação dos Agentes Comunitários de Saúde devidamente treinados, orientados e supervisionados.

Rocha et al. (1997) comentam que, de acordo com os diagnósticos, são elaborados prognósticos, que são indicadores para a melhoria de vida dos habitantes da área em estudo. O diagnóstico é definido como a arte de se conhecer os problemas que afetam uma população, através de observações, questionamentos, análises e interpretações dos recursos naturais renováveis com relação à qualidade de vida. O prognóstico é a previsão ou a suposição sobre o que deve acontecer em uma comunidade se esta se submeter às recomendações técnicas de melhoria de vida, as quais são formuladas pela interpretação dos diagnósticos.

A metodologia utilizada no diagnóstico socioeconômico e ambiental é advinda de Rocha (1997) para o Rio Grande do Sul, adaptada por Barbosa (1997) e demais estudiosos como Araújo (2002); Morais Neto (2003); Alencar (2004); Sousa (2007); Duarte (2008) dentre outros, para o Semiárido paraibano.

Foram levantados e analisados vários elementos, todos relacionados ao núcleo familiar, conforme a Tabela 3, a seguir:

**Tabela 3 – Fator vulnerabilidade**

Fator Vulnerabilidade	Variável
Vulnerabilidade social	Demográfica, habitação, consumo de alimentos, participação em organizações associativas, salubridade rural.
Vulnerabilidade econômica	Produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, verticalização de matéria-prima, comercialização, crédito e rendimento.
Vulnerabilidade tecnológica	Uso de tecnologias, propriedades das máquinas e equipamentos.
Vulnerabilidade a seca	Recursos hídricos, produção, manejo da caatinga, exploração de espécies nativas, armazenamento, redução de rebanho, observação das previsões de chuva, ocupação nas estiagens, educação, administração rural, histórico das secas, sugestões, migração.

**Fonte:** Duarte (2008).

A tabulação consistiu em agrupar os dados, utilizando planilha eletrônica, os códigos encontrados em cada item das variáveis. Cada questionário foi tabulado individual e posteriormente foram feitos os gráficos da vulnerabilidade correspondente.

O Valor Significativo Encontrado (y) foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrada em cada item das variáveis.

O Valor Mínimo (x) foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade.

O parâmetro de determinação dos fatores de vulnerabilidade foi calculado utilizando a equação da reta de primeiro grau descrita abaixo:

$$\mathbf{V = ax + b} \quad (2)$$

Considerando: V = Fator Vulnerabilidade;  
a e b = constantes para cada variável;  
x = valor significativo encontrado.

Na determinação das vulnerabilidades, foi utilizada a classificação sugerida por Barbosa (1997), dividida em quatro classes, as quais variam de zero (vulnerabilidade nula) até 100% (vulnerabilidade máxima), conforme Tabela 4.

**Tabela 4** – Classes de vulnerabilidade

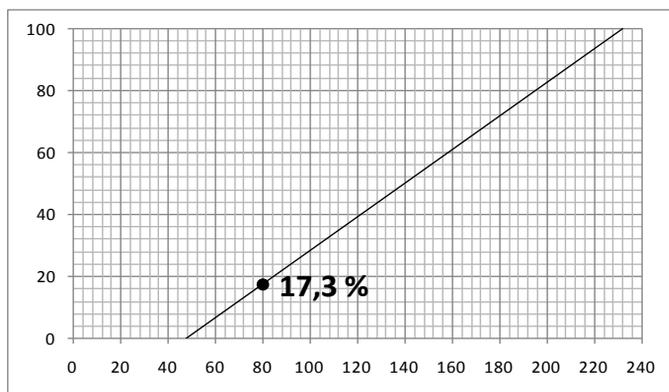
Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
0-15	16-30	31-45	>45

**Fonte:** Barbosa (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Vulnerabilidade Social

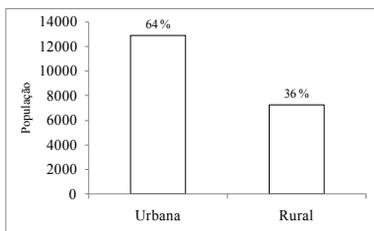
O valor da vulnerabilidade social determinado para a comunidade circunvizinha do açude Epitácio Pessoa foi de 17,3% (Figura 4), indicando que a população encontra-se exposta a uma Moderada Vulnerabilidade Social. Este resultado remete as condições que são impostas às comunidades que vivem no entorno do açude Epitácio Pessoa.



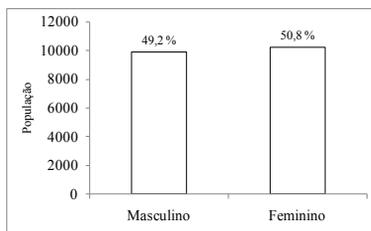
**Figura 4** – Vulnerabilidade Social Global

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Outro fator importante em relação ao aspecto social desta comunidade é sua distribuição entre a região urbana e rural (Figura 5), com 64 % da população residente no meio urbano e 36 % no meio rural. Em relação a sua distribuição por gênero (Figura 6), observou-se que 49,2 % da população são do sexo masculino e 50,8 % do sexo feminino.

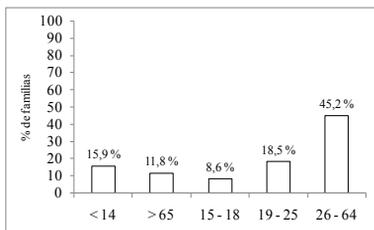


**Figura 5** – População ribeirinha do açude Epitácio Pessoa  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

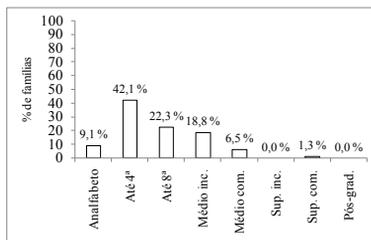


**Figura 6** – Gênero da população ribeirinha do açude Epitácio Pessoa.  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

A Figura 7 mostra a faixa etária dos moradores do entorno do manancial, cujo maior percentual de 45,2% encontra-se com idades entre 26 a 64 (faixa mais produtiva) e menores valores com percentual de 8,6% para a faixa etária de 15 a 18 anos (adolescentes). Outro ponto importante observado em relação à idade da comunidade é o percentual dos idosos, que chega a atingir 11,8% da população.

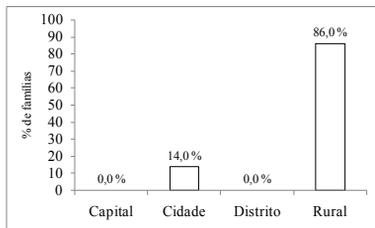


**Figura 7** – Faixa etária  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

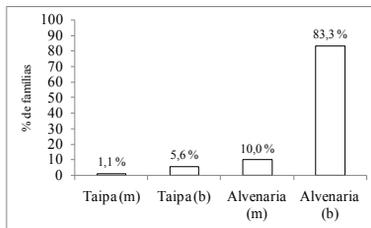


**Figura 8** – Escolaridade  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

A residência é basicamente rural correspondendo a 86% das habitações nesta comunidade (Figura 9) e o tipo de habitação (Figura 10) predominante é de casas de alvenaria em bom estado (83,3%). Tais valores indicam que a comunidade possui habitações consideradas no padrão em sua maioria, evidenciando boa habitação para uma população rural.

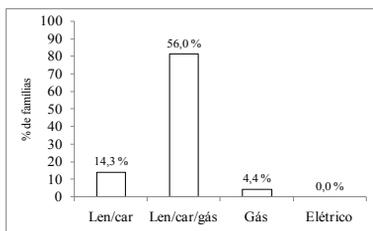


**Figura 9 – Residência**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

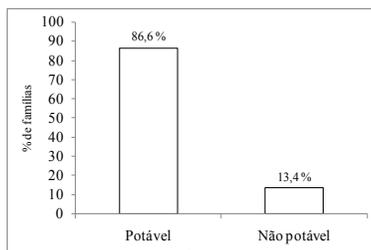


**Figura 10 – Tipo de habitação**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Dentre as famílias pesquisadas, 56% utilizam lenha, carvão e gás para cozinhar; 14,3% usam lenha e carvão; e apenas 4,4% usam somente gás (Figura 11). Segundo os entrevistados, 86,6% da água consumida são potáveis (Figura 12), demonstrando preocupação, pois o consumo da água não potável (13,4%) pode acarretar riscos de contaminação no manancial, e consequentemente doenças na população.

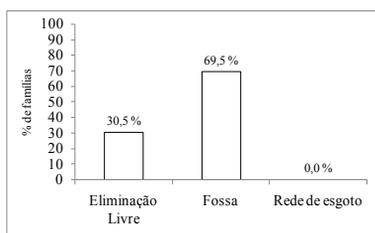


**Figura 11 – Fogão**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



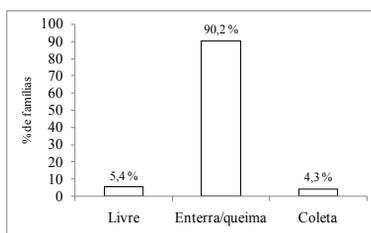
**Figura 12 – Água consumida**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Quanto ao esgoto (Figura 13), as condições são preocupantes, pois 69,5% da comunidade utilizam fossa e 30,5% fazem eliminação livre, que podem causar sérios danos à saúde humana e animal, poluindo o meio, cuja consequência causará danos irreparáveis ao açude Epitácio Pessoa. De forma similar, a Figura 14 mostra a eliminação do lixo gerado pela população circunvizinha do manancial, onde 90,2% são enterrados e/ou queimados; 5,4% têm a eliminação livre e 4,3% possuem coleta. Sendo necessário conscientizar a população dos riscos, em função da forma de esgotamento e eliminação do lixo, pois além de causar sérios danos à saúde, de uma forma geral, causa impactos permanentes ao meio ambiente (MENINO et al., 2005).



**Figura 13 – Esgoto**

Fonte: Arquivo dos autores.



**Figura 14 – Eliminação do lixo**

Fonte: Arquivo dos autores.

Diretamente ligada ao esgotamento sanitário e à eliminação do lixo está a salubridade rural (Tabela 5), a qual mostra a infestação por nematoides, cupins, formigas, vermes, doenças em animais (principais doenças: diarreias, verminoses, calazar) e mosca do chifre varia de inexistente a alta; enquanto que as doenças nas pessoas (principais doenças: pressão alta, doença no coração, gripe, verminose, anemia, dengue, sinusite) variam de inexistente a baixa; os piolhos e fungos variam de inexistente a média infestação. Não foi verificado na região surto de febre aftosa, e o combate às pragas domésticas sempre é realizado pela

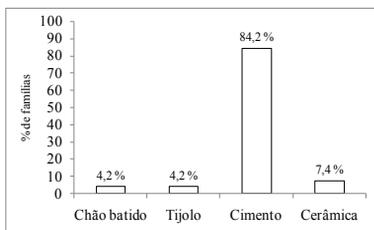
maioria das famílias, cujas principais pragas são: ratos, baratas, aranhas e demais insetos.

**Tabela 5** – Salubridade rural da comunidade ribeirinha do açude Epitácio Pessoa

Salubridade rural	Geral			
	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Nematoides	36	55	4	0
Cupins	10	59	14	12
Formigas	4	43	25	21
Doenças vegetais	18	55	18	9
Vermes / carrapatos	23	53	15	4
Mosca do chifre	28	53	7	6
Doenças nos animais	17	58	19	0
Doenças nas pessoas	52	32	0	0
Piolho / fungos	66	27	1	0
	Sim		Não	
Pragas domésticas	69		26	
Febre aftosa	0		95	

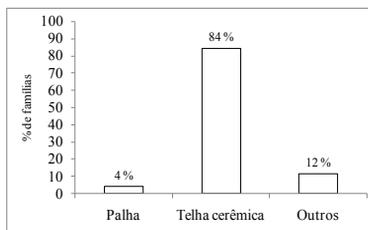
**Fonte:** Arquivo dos autores.

O piso de cimento (Figura 15) está presente em 84,2% das moradias, seguido de cerâmica com 7,4% das casas e em igual quantidade as residências de chão batido e tijolo com 4,2%. No caso do tipo de teto (Figura 16), a maioria das residências possui telha cerâmica (84%), palha (4%) e outras coberturas em torno de 12%. Vale salientar ainda que 98% da população possuem energia elétrica em suas casas.



**Figura 15** – Tipo de piso

Fonte: Arquivo dos autores.



**Figura 16** – Tipo de teto

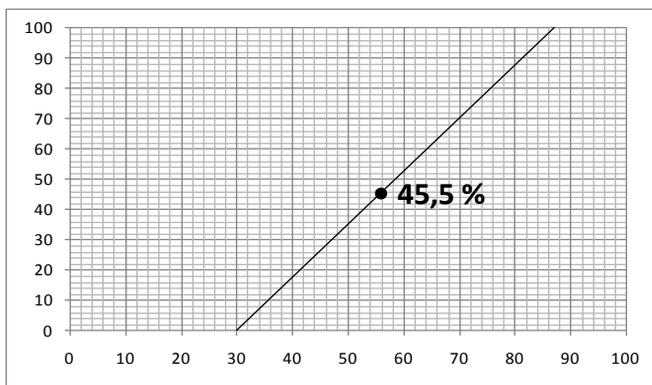
Fonte: Arquivo dos autores.

Tendo em vista todas essas considerações, as quais estabeleceram a Moderada situação da Vulnerabilidade Social da população circunvizinha do entorno do açude Epitácio Pessoa, faz necessária a implementação de políticas públicas mais adequadas à fixação do homem no campo, com todas as condições possíveis de sobrevivência nas áreas da saúde, educação e assistência social, vislumbrando uma melhor qualidade de vida. Haja vista que a situação social da comunidade circunvizinha é relativamente boa, por causa dos programas assistenciais do governo Federal como: bolsa família, bolsa escola, seguro safra, dentre outros.

## **VULNERABILIDADE ECONÔMICA**

Para a Vulnerabilidade Econômica, o valor determinado para a comunidade circunvizinha do açude Epitácio Pessoa foi de 45,5% (Figura 17), indicando que a população encontra-se exposta a uma Vulnerabilidade Econômica Muito Alta. De acordo com MENINO et al. (2005), o pequeno produtor necessita de condições dignas de subsistência, com ações efetivas que visem superar os vários pontos de exclusão a que estão expostos e os coloquem à margem do processo de desenvolvimento econômico. Esse fator tão alto deve estar diretamente

relacionado à suspensão da irrigação desde 1999, associado ao El Niño 1997/1998 que afetou bruscamente as reservas hídricas da região, estagnando a economia local, o qual trouxe transtornos severos à estruturação familiar que depende destas para se manter na atividade.

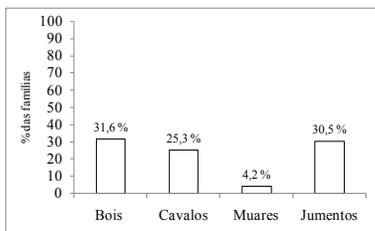


**Figura 17** – Vulnerabilidade Econômica Global

Fonte: Arquivo dos autores.

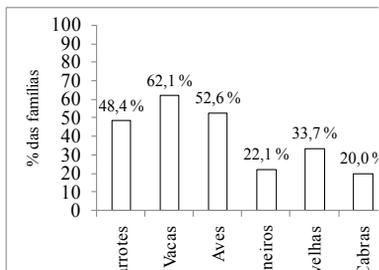
Para um melhor entendimento, são necessárias informações adicionais a respeito da Vulnerabilidade Econômica Muito Alta, como: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, venda da produção agrícola, venda da produção pecuária, fonte principal de crédito e fonte de renda.

A Figura 18 mostra que a maioria das famílias não possuem animais de trabalho, ou seja, 31,6% são bois, 30,5% jumentos, 25,3% cavalos e 4,2% são de muares. De forma similar, os animais de produção (Figura 19) são em sua maioria vacas (62,1%), aves (52,6%), garrotes (48,4%), ovelhas (33,7%), bodes e/ou carneiros (22,1%), cabras (20%), porcos (15,8%) e peixes (1,1%), demonstrando a grande diversidade de espécies que o homem do campo, independentemente de suas dificuldades, consegue assegurar a sua sobrevivência e permanência no meio.



**Figura 18** – Animais de trabalho

Fonte: Arquivo dos autores.



**Figura 19** – Animais de produção

Fonte: Arquivo dos autores.

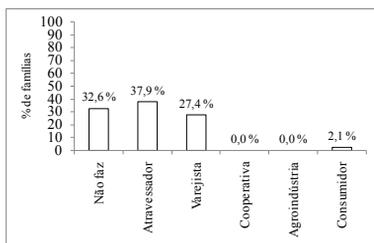
As principais culturas temporárias e permanentes cultivadas, na região do entorno do açude Epitácio Pessoa, estão descritas na Tabela 6. Tal produção vegetal mostra-se bem diversificada, com a maioria dos produtores locais produzindo feijão (48,4%), milho (47,4%), banana (25,3%), dentre outros produtos vegetais.

**Tabela 6** – Produção vegetal da comunidade ribeirinha do açude Epitácio Pessoa

Produção vegetal	%	Produção vegetal	%
Banana	25,3	Limão	1,1
Batata	11,6	Macaxeira	3,2
Caju	1,1	Mamão	1,1
Capim	15,8	Manga	3,2
Cebola	2,1	Maracujá	5,3
Coco	2,1	Milho	47,4
Fava	5,3	Palma	9,5
Feijão	48,4	Pimentão	6,3
Goiaba	4,2	Repolho	1,1
Graviola	1,1	Tomate	14,7
Laranja	1,1		

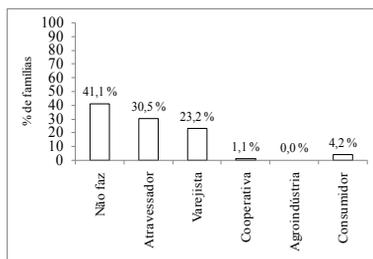
Fonte: Arquivo dos autores.

O maior percentual da população vende a produção agrícola ao atravessador (37,9%), em seguida ao varejista (27,4%), ao consumidor (2,1%) e cerca de 32,6% não fazem venda de produtos agrícolas (Figura 20). Em relação à venda de produtos da pecuária, a maioria da população usa o atravessador (30,5%), varejista (23,2%), consumidor (4,2%), cooperativa (1,1%) e cerca de 41,1% não fazem venda de produtos da pecuária (Figura 21).



**Figura 20** – Venda da produção agrícola

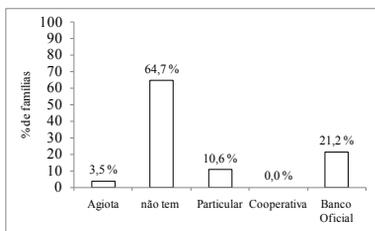
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 21** – Venda da produção pecuária

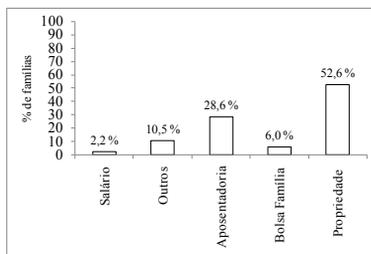
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Grande parte da população não utiliza crédito bancário (64,7%), banco oficial (21,2%), particular (10,6%) e poucos utilizam os agiotas (3,5%) (Figura 22). Tal resultado indica a utilização de políticas voltadas para o apoio dos pequenos produtores, através de empréstimos, incentivos e treinamentos, na tentativa de eliminar a presença do atravessador e a agiotagem, dando possibilidades concretas ao pequeno produtor de competir de igual para igual no comércio local e/ou regional. A Figura 23 mostra as fontes de renda, as quais o produtor depende diretamente para sua sobrevivência. Em sua maioria, cerca de 52,6% dependem diretamente da propriedade, 28,6% das aposentadorias, 6% dos programas de assistência sociais do governo federal, como a bolsa família, 10,5% tiram o sustento de outras atividades e 2,2% dependem só do salário mínimo recebido.



**Figura 22** – Fonte principal de crédito

**Fonte:** Arquivo dos autores.



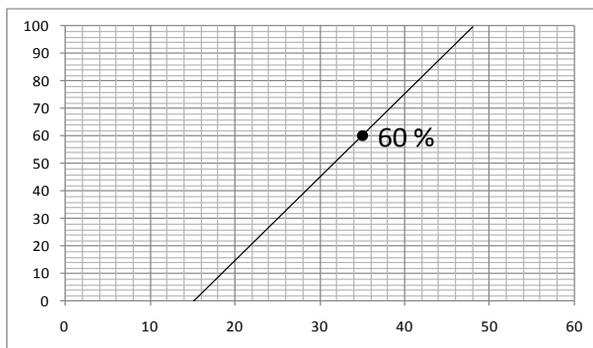
**Figura 23** – Fonte da renda

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Com base nas análises acima, a Vulnerabilidade Econômica da comunidade estudada foi classificada como Muito Alta, devido mais de 50% da população ribeirinha não possuírem estrutura econômica, apesar do assistencialismo constante do Governo Federal. Um dos principais fatores da atualidade que impossibilitam esse crescimento econômico é proibição da irrigação na área desde 1999, cuja população depende diretamente da irrigação para exercer as atividades agrícolas e pecuárias. Vale ressaltar, que mesmo com a proibição, a irrigação continua clandestinamente.

## VULNERABILIDADE TECNOLÓGICA

A Vulnerabilidade Tecnológica da comunidade circunvizinha do açude Eptácio Pessoa foi de 60% (Figura 24), considerada uma Vulnerabilidade Muito Alta. Para um melhor embasamento, são necessárias algumas informações a respeito de tal grau de Vulnerabilidade Tecnológica, como: tipo de posse, tração de ferramentas, uso do solo, práticas de conservação, conflitos ambientais, irrigação, assistência técnica e obras de contenção.

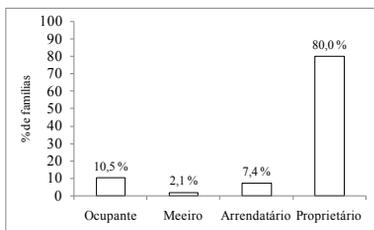


**Figura 24** – Vulnerabilidade Tecnológica Global

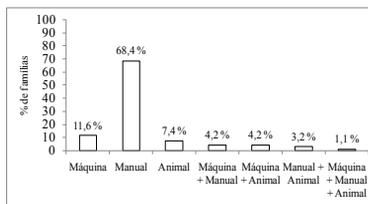
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Em relação ao tipo de posse, são avaliadas as condições dos produtos em quatro categorias distintas, a saber: proprietário é o dono da terra e explora livremente sua propriedade; o arrendatário é um explorador da terra alheia, o qual paga essa utilização em forma de trabalho ou dinheiro; o meeiro é aquele que tem direito da metade da produtividade da terra cultivada, utiliza a parceria entre ele e o proprietário para explorar a terra alheia; e o ocupante, aquele que explora a terra mesmo que esta não esteja apropriada juridicamente (MENINO et al., 2005). Desta forma, verificou-se que 80% dos entrevistados são proprietários de suas terras, 10,5% são ocupantes, 7,4% referem-se a arrendatários, e 2,1% são meeiros como mostra a Figura 25.

Um dos fatos importantes para um valor muito alto da Vulnerabilidade Tecnológica é o tipo de preparo rudimentar do solo que ainda, nos dias de hoje, é utilizado, pois de acordo com a Figura 26, em sua maioria é manual com 68,4%; 11,6% utilizam máquinas; 7,4% animais, e outros proprietários se utilizam de duas formas de tração como máquina e manual (4,2%); máquina e animal (4,2%); manual e animal (3,2%) e propriedades que utilizam todas as formas de tração (1,1%).

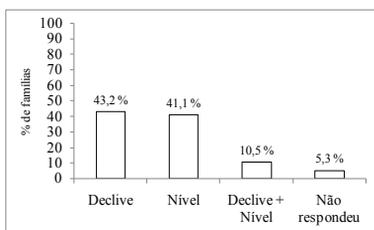


**Figura 25** – Tipo de posse  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

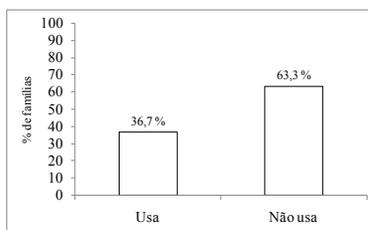


**Figura 26** – Tração de ferramentas  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

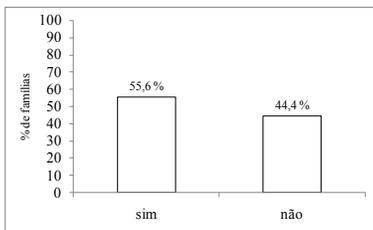
Outro fato relevante é o plantio na comunidade que em sua maioria segue o declive (43,2%), disponibilizando grandes quantidades de sedimentos para o açude Epitácio Pessoa, quando chove, através do escoamento superficial; em nível (41,1%); enquanto que outras propriedades se utilizam de quase toda área da propriedade para plantar, utilizando o plantio no declive e em nível, que equivale cerca de 10,5% (Figura 27). Para reforçar este resultado, grande parte da comunidade não pratica a conservação do solo como deveria, cerca de 63,3% não fazem nenhum uso de alguma prática de conservação, enquanto 36,7% utilizam de forma rudimentar (Figura 28).



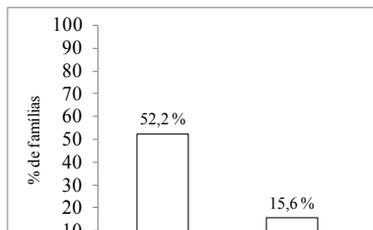
**Figura 27** – Uso do solo  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 28** – Prática de conservação  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

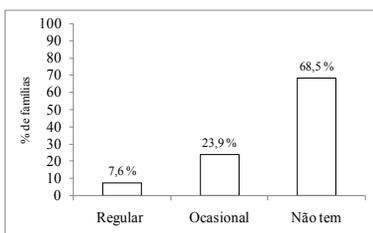


**Figura 29** – Conflitos ambientais  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

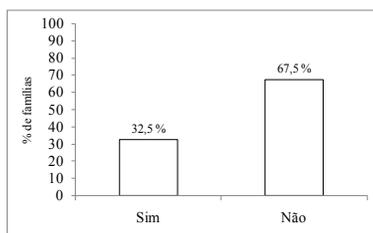


**Figura 30** – Irrigação  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Ainda em relação aos levantamentos obtidos, observa-se que 68,5% da comunidade não têm assistência técnica na propriedade; 23,9% têm ocasionalmente, só quando precisam e não têm como resolver tal problema sozinhos; e 7,6% apresentam assistência técnica regular (Figura 31). Para agravar mais ainda esta Vulnerabilidade Muito Alta, 67,5% dos proprietários não apresentam obras de contenção e os que fazem, cerca de 32,5%, realizam de forma rudimentar (Figura 32).



**Figura 31** – Assistência técnica  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

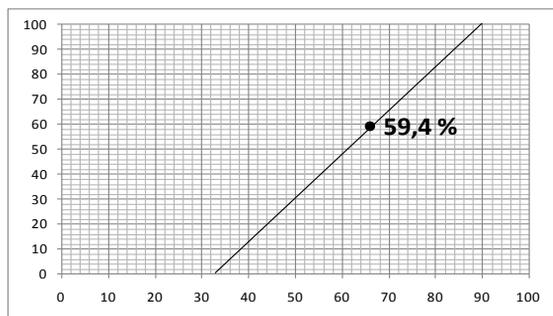


**Figura 32** – Obras de contenção  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Tendo em vista estas indagações, as quais estabeleceram a Vulnerabilidade Tecnológica Muito Alta para a população circunvizinha do entorno do açude Epitácio Pessoa, evidenciou-se que a falta de práticas de conservação do solo e técnicas rudimentares de cultivo acentuam o processo erosivo, aumentando o risco ambiental para a própria população ribeirinha.

## VULNERABILIDADE ÀS SECAS

A Vulnerabilidade às Secas da comunidade circunvizinha do açude Epitácio Pessoa foi de 59,4%, (Figura 33), considerada uma Vulnerabilidade Muito Alta. Para avaliar tal gravidade, foram abordadas algumas variáveis, são elas: armazenamento d'água; captação da água da chuva; se as águas das fontes permitem abastecimento humano, animal e irrigação; abastecimento domiciliar; racionamento; aproveitamento da água residual; manejo; previsão do tempo; ocupação nas estiagens; planejamento da produção; comercialização e fonte da renda da propriedade.



**Figura 33** – Vulnerabilidade às Secas Global  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

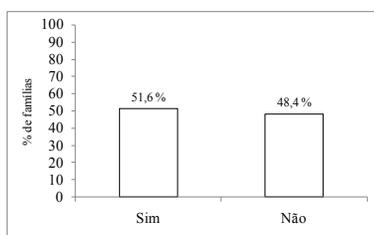
A Tabela 7 apresenta as formas de armazenamento mais comuns na região analisada, cerca de 21,1% da população utilizam a caixa d'água como principal forma de armazenamento; seguida das cisternas com 16,8%; caixa d'água e cisternas com 13,7%; cisternas e barreiros 8,4%; açudes 7,4%; caixa d'água, cisterna e barreiro 5,3%; caixa d'água e barreiros 1,1%.

**Tabela 7** – Armazenamento de água da comunidade ribeirinha do açude Epitácio Pessoa

Forma de armazenamento de água	%
Caixa d'água	21,1
Cisternas	16,8
Barreiros	0,0
Açudes	7,4
Caixa d'água + Barreiros	1,1
Caixa d'água + Cisternas	13,7
Caixa d'água + Cisternas + Barreiros	5,3
Cisternas + Barreiros	8,4
Não fazem	26,3

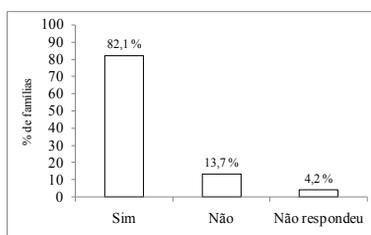
**Fonte:** Arquivo dos autores.

A Figura 34 revela que cerca de 51,6% das famílias fazem captação da água da chuva via telhado e 48,4% não utilizam essa prática, revelando o total descomprometimento com o armazenamento de água na região. Isso pode ser justificado na proximidade de um manancial, concluindo que não há a necessidade de tal prática. De acordo com a Figura 35, as fontes de água permitem abastecimento humano em cerca de 82,1% da famílias entrevistadas; 13,7% afirmaram que essas fontes não permitem abastecimento em todo ano.



**Figura 34** – Captação da água da chuva

**Fonte:** Arquivo dos autores.

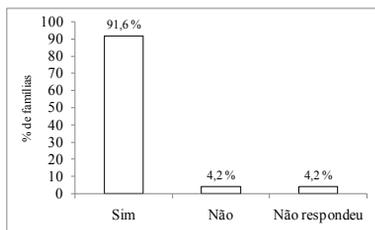


**Figura 35** – Água das fontes permite abastecimento humano

**Fonte:** Arquivo dos autores.

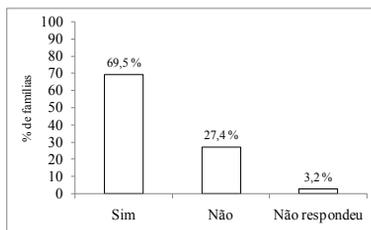
A Figura 36 mostra que em sua maioria as fontes permitem abastecimento animal, durante todo ano, com cerca de 91,6%;

e 4,2% não permitem. Já para irrigação, a Figura 37 demonstra que 69,5% utilizam as fontes de água durante todo ano; 27,4% afirmam que tal fonte não permite irrigação para todo ano.



**Figura 36** – Água das fontes permite abastecimento animal

**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 37** – Água das fontes permite irrigação

**Fonte:** Arquivo dos autores.

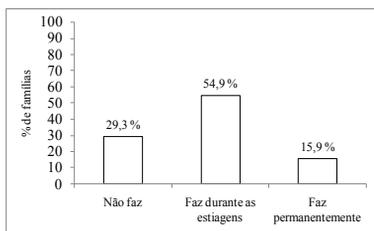
A Tabela 8 mostra o meio de transporte da água ao domicílio das famílias, cerca de 37,9% possuem água encanada, um dos fatores de fixação e desenvolvimento do homem no campo; 32% são abastecidos por carros-pipa; 13,7% possuem água encanada e também utilizam os carros-pipa; 13,6% utilizam bomba para obter a água; 10,7% utilizam animais para fazer o transporte desta água; 5,8% utilizam lata para transportar.

**Tabela 8** - Abastecimento domiciliar da população ribeirinha do açude Epitácio Pessoa

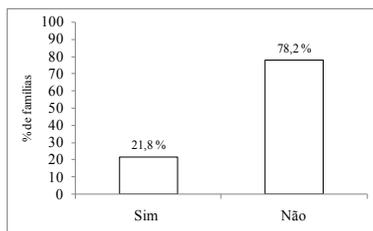
Forma de armazenamento de água	%
Lata	5,8
Animais	10,7
Carro-pipa	32,0
Bomba	13,6
Encanada	37,9
Lata + Animais	0,0
Animais + Carro-pipa	0,0
Lata + Carro-pipa	0,0
Lata + Carro-pipa + Animais	0,0
Carro-pipa + Encanada	13,7
Não respondeu	7,4

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Os resultados revelaram que 29,3% das famílias não fazem racionamento; que 54,9% fazem durante as estiagens e 15,9% sempre fazem (Figura 38). De acordo com a Figura 39, a maioria das famílias entrevistadas não utilizam as águas residuais (78,2%); e só 22,8% fazem esse reúso. Daí a importância de uma orientação técnica no que se refere ao armazenamento de água e seu racionamento.

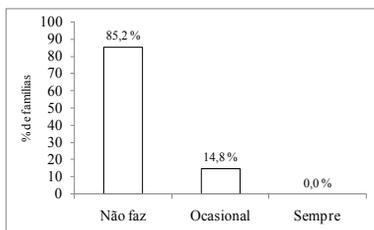


**Figura 38** – Racionamento  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 39** – Aproveitamento das águas residuais  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

A Figura 40 apresenta que as famílias não fazem o manejo da região (85,2%); e que 14,8% faz ocasionalmente. De acordo com a Figura 41, 64,5% não utilizam a previsão do tempo para se orientar; 34,4% utilizam a experiência adquirida com a prática; e 1,1% utilizam algum tipo de instituição ou órgão meteorológico, como: AESA e Clima Tempo.

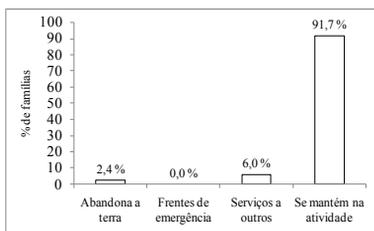


**Figura 40** – Manejo  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

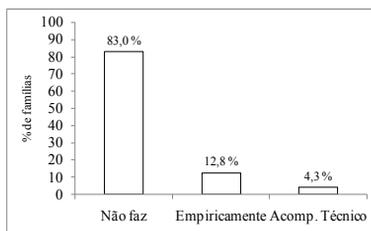


**Figura 41** – Previsão do tempo  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Os resultados também revelam que 91,7% das famílias se mantêm na atividade independentemente do que aconteça; 6% prestam serviço a outros e 2,4% abandonam a propriedade, retornando com a volta das chuvas na região (Figura 42). Outro fator agravante da Vulnerabilidade Muito Alta em relação às secas é a falta de planejamento da produção em cerca de 83% da famílias; algumas fazem empiricamente (12,8%) e 4,3% utilizam o acompanhamento técnico (Figura 43).

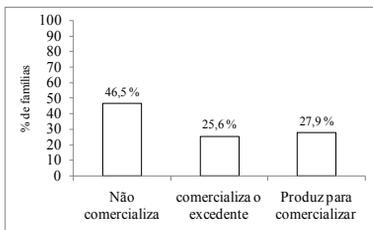


**Figura 42** – Ocupação nas estiagens  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

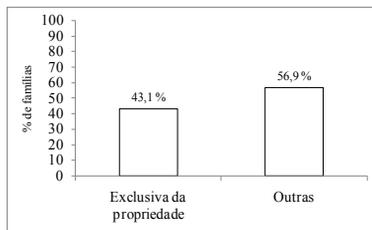


**Figura 43** – Planejamento da produção  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Em relação à comercialização (Figura 44), 46,5% das famílias não comercializam os seus produtos gerados na propriedade, utilizando para consumo próprio; 27,9% produzem para comercializar; e cerca de 25,6% comercializam só o excedente. Assim, pode-se afirmar que a comercialização na região é praticamente inexistente, pois os produtos comercializados são produzidos em pequena escala. Para se manterem na região, as famílias utilizam para complementar a renda familiar, na maioria das vezes, outras fontes de renda (Figura 45), cerca de 56,9% das famílias utilizam outras formas de adquirir dinheiro para seu sustento, enquanto 43,1% têm como única e principal fonte de renda a propriedade.



**Figura 44 – Comercialização**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 45 – Fonte de renda**  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Percebeu-se que a Vulnerabilidade às Secas foi Muito Alta, fato este justificado, principalmente, devido à falta de racionamento e reúso da água, além da irrigação irregular, pois apesar de a seca ser um fenômeno recorrente, através de práticas de convívio eficaz, ligada diretamente a políticas públicas e gestão adequada dos recursos escassos, na época de atuação deste advento, é possível uma convivência sustentável do homem com o meio ambiente.

A partir da análise das vulnerabilidades explicitadas acima, é de fundamental importância fazer um reconhecimento dos valores das mesmas em relação a outros municípios da região, com vista a verificar se realmente esta comunidade está se desenvolvendo ou não em relação às demais áreas. Assim, de acordo com a Tabela 9, os resultados obtidos com a comunidade circunvizinha do açude Epitácio Pessoa estão demonstrados em relação a outras localidades, mostrando que os valores estão abaixo dos resultados encontrados na bibliografia científica, apontando o desenvolvimento da comunidade em todos os aspectos.

Em relação à Vulnerabilidade Social Global classificada como Moderada, verificou-se que este valor encontrado é bem diferenciado de outras localidades da Paraíba que foram pesquisadas, apresentando uma evolução considerável deste indicador em

relação às demais. Tal variação pode ser justificada pela grande quantidade de programas sociais e das variáveis sociais analisadas nos questionamentos.

No caso da Vulnerabilidade Econômica Global, o valor encontrado se assemelha aos demais, considerado um valor Muito Alto. Tal valor pode estar associado aos aspectos econômicos indesejáveis acometidos pela comunidade, pela falta de oportunidades e políticas públicas adequadas ao desenvolvimento local, pois as atividades agrícolas e pecuárias dependem diretamente da irrigação para o crescimento econômico da região, a qual foi afetada desde 1999 pela proibição da irrigação, contribuindo para a não fixação do homem no campo.

Encontrou-se um valor considerado Muito Alto para a Vulnerabilidade Tecnológica Global, semelhante às outras áreas de estudo. Este valor elevado pode ser explicado pela grande mutação das variáveis que compõem tal vulnerabilidade, ou seja, impossibilitando a dinâmica e a desenvoltura do homem do campo que se torna inviável por falta de condições de trabalho, convivência com o meio e por inexistência de tecnologia que assegure o desenvolvimento local.

Por fim, a Vulnerabilidade às Secas Global considerada Muito Alta em relação aos outros municípios estudados. Tal valor está associado, principalmente, à falta de racionamento e reúso da água na região, desfavorecendo a fixação do homem no campo e sua sobrevivência, de forma a assegurar seu sustento e sua manutenção, desencadeando outro problema, que é o êxodo rural.

**Tabela 9** – Comparação entre as vulnerabilidades encontradas com a bibliografia existente

	Social (%)	Econômica (%)	Tecnológica (%)	Seca (%)
Entorno do açude Epitácio Pessoa (2009)	17,3	45,5	60,0	59,4
Boqueirão (2005)*	34,0	86,0	81,0	80,0
Cabaceiras (2007)**	40,0	82,0	76,0	71,0
Picuí (2002)***	47,8	89,6	75,8	82,2

**Fonte:** \* MENINO, I. B.; MACEDO, L. S.; SOUSA, M. R.; FERREIRA, E. G.; FREIRE, A. L.; LIMA, I. X.; FERNANDES, M. F. Diagnóstico dos polos de Esperança e Boqueirão – Uso potencial e manejo do solo – Análise de vulnerabilidades. EMEPA/PB. Documento 51. João Pessoa. 2005;

\*\* SOUSA, R. F. Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano. 2007. 203p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. 2007;

\*\*\* SILVA, E. P. Estudo Sócio-Econômico-Ambiental e dos Riscos a Desastre ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Município de Picuí – Paraíba. Um estudo de caso. 2002. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2002.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Vulnerabilidade Social foi classificada como Moderada, considerada baixa para o padrão da região e demais comunidades circunvizinhas, devido aos programas assistenciais do governo Federal como: bolsa família, bolsa escola, seguro safra, dentre outros aspectos associados às prefeituras locais.

A Vulnerabilidade Econômica foi classificada como Muito Alta, independentemente dos programas assistenciais do governo, esse fato é evidente por causa da proibição da irrigação na área desde o ano de 1999, cuja população depende diretamente da irrigação para exercer as atividades agrícolas e

pecuárias. No entanto, mesmo com a proibição, a irrigação continua clandestinamente.

Para o caso da Vulnerabilidade Tecnológica, classificada como Muito Alta, evidenciou-se que a falta de práticas de conservação do solo e técnicas rudimentares de cultivo que acentuam o processo erosivo, aumentando o risco ambiental para a referida população ribeirinha.

Por fim, a Vulnerabilidade às Secas, classificada como Muito Alta, semelhante às Vulnerabilidades Econômicas e Tecnológicas, tal resultado está diretamente associado à falta de racionamento e reúso da água, além da irrigação irregular, pois apesar de a seca ser um fenômeno recorrente, pode-se, através de práticas de convívio eficaz, ligadas diretamente a políticas públicas e gestão adequada dos recursos escassos na época de atuação deste advento, possibilitar a convivência sustentável do homem com o meio ambiente, gerando gestão e convívio adequado.

Tais resultados demonstram a importância dos estudos em comunidades rurais, desprotegidas da atuação pública, da falta de gestão e da inadequada utilização dos recursos naturais locais, inviabilizando a permanência e convivência do homem em seu local de origem. Não obstante, a seriedade desses estudos viabiliza a prática do ensino e pesquisa, pois dinamizam alunos, professores, pesquisadores, comunidade e dirigentes em direção ao problema, no intuito de estabelecer ações e soluções, através de medidas mitigadoras e/ou concretas que estabeleçam o convívio adequado entre o homem versus natureza.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Manoel Correia de. **A seca**: realidade e mito. Recife: ASA Pernambuco, 81p. 1985.

ALENCAR, M. L. S. **El Niño de 1997/1998**: Sistemas Hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômicas no Cariri Paraibano. 2004. 170p. il. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: < [www.aesa.pb.gov.br/](http://www.aesa.pb.gov.br/)>.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista Ambiente e Água**. [online]. 2009, v.4, n.3. ISSN 1980-993X.

ARAÚJO, A. E. de. **Construção social dos riscos e degradação ambiental**: Município de Souza, um estudo de caso. 2002. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2002.

ASSAD, E. D; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2 ed., e ampl.- Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CPAC, 434p. 1998.

BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola/UFPB. 87p. 1997.

BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento). **Risco de desastre-Disponível**: < F: \RISCOs\Riscos de desastres.htm>. Acesso em: 9 nov. 2006.

BLAIKIE, P. et al. **Vulnerabilidade**: el entorno social, político y económico de los desastres. Colombia: ITDG/LA RED, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB-24/25, Jaguaribe/Natal; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 744p. 1981.

CARDONA, O. DARIO. A. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo**. Taller Regional de Capacitación para la Administración de desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá, p.3. 1991.

CONFALONIERI, Ulisses E. C. **Global environmental change and health in Brazil**: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects in: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

DIÁRIO DA BORBOREMA. Boqueirão passa a abastecer mais três municípios a partir de julho. Entrevista publicada em maio de 2008.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. **Brasília**: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. xxvi, 412p. il. CDD 631.44.1999.

GARCIA M. A. DE M. **O Homem-Ser na Construção Social dos Riscos no Semiárido Paraibano**. (Tese) Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande/CCT. 168p. 2004.

GUIMARÃES, A. O.; MELO, A. D.; CEBALLOS, B. et al. Aspectos de gestão do açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade da água. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, 2005, Campo Grande: ABES. 2005.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências, n.1. Rio de Janeiro, IBGE, 1992.

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

LAVELL, A. Marco Conceptual. **Una Visión de Futuro: La Gestión del Riesgo**. SNET / Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador. 2001.

MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. da. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Carlos, SP: RiMa, 307p. 2003.

MASKREY, A. Comunidad y desastres en América Latina: estrategias de intervención. In: LAVELL, A. (comp.). **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina**. Colombia: La Red/FLACSO, p. 27-58, 1994.

MASKREY, A. **El manejo popular de los desastres naturales: Estudios de vulnerabilidades y mitigación**. Lima: ITDG, 1989.

MENINO, I. B.; MACEDO, L. S.; SOUSA, M. R. et al. **Diagnóstico dos pólos de Esperança e Boqueirão: uso potencial e manejo do solo. Análise de vulnerabilidades**. EMEPA/PB. Documento 51. João Pessoa. 2005.

MORAIS NETO, J. M. de. **Gestão de Riscos a Desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Semiárido Paraibano: uma análise comparativa**. 2003. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2003.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 2006.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais**. Santa Maria: Livraria Universitária, 423p. 1997.

SOUSA, E. A. **Projeto Áridas: uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste**. Brasília: 42p. 1994.

SOUZA, W. M. **Alterações dos Elementos Climáticos no Estado de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. DCA/UFPB/Campus II, 104p, 2001.

SOUZA, C. A. F. **Águas**: legislação e políticas para uma utilização racional, o caso dos irrigantes do açude Epitácio Pessoa – Boqueirão – Paraíba – Brasil. 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Ciências da Sociedade). Campina Grande. UEPB, 2001.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: MASKREY, A. (comp.). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED/ITDG. 1993.



# CAPÍTULO 4



## **PRÁTICAS AMBIENTAIS, COMPETITIVIDADE E SUSTENTABILIDADE: DIÁLOGOS POSSÍVEIS**

*Maria de Fátima Nóbrega Barbosa  
Gesinaldo Ataíde Cândido*

### **INTRODUÇÃO**

Na contemporaneidade, as ações antrópicas vêm contribuindo com a ampliação dos riscos ambientais. Inúmeras atividades têm contribuído para acelerar o processo de degradação dos ecossistemas. Nesse milênio, não apenas as grandes empresas, mas também as pequenas e médias empresas brasileiras devem adotar modelos de gestão poupadores da utilização de recursos naturais. Por conta de pressões externas, muitas empresas estão incorporando o conceito de sustentabilidade, pois começam a perceber que a competitividade depende cada vez mais de posturas responsáveis de sua parte no sentido de contribuir para a solução dos problemas ambientais e sociais.

As práticas ambientais permeadas por instrumentos e modelos de gestão ambiental representam um mecanismo importante no sentido de promover competitividade para as empresas. Por outro lado, ainda podem permitir que os princípios inerentes a

esses modelos possam ser extrapolados para o entorno onde se desenvolve a atividade empresarial.

A adoção de modelos de gestão ambiental como o Sistema de Gestão Ambiental, a Produção mais Limpa e a Responsabilidade Social Corporativa vinculada à teoria dos *stakeholders*, bem como a utilização de ferramentas ambientais como Auditoria Ambiental, Ecoeficiência, Educação Ambiental, Marketing Ambiental, por comportarem princípios de prevenção e observância das reais necessidades das partes interessadas, mostram-se apropriados a darem respostas favoráveis às relações das práticas ambientais com a competitividade e a sustentabilidade. Pesquex e Damak-Ayadi (2005) compreendem que a teoria dos *stakeholders* sustenta um modelo relacional nas organizações que integra indivíduos, grupo, comunidade, empresas, instituições e o Estado.

O objetivo principal da gestão ambiental deve ser a busca constante da melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho. Deve-se atentar para um processo de aperfeiçoamento permanente do sistema global, pautado na política ambiental delineada pela própria agroindústria. Atualmente, a gestão ambiental está se tornando matéria obrigatória das agendas dos executivos agroindustriais. A globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental contemplados na série ISO 14000 e a conscientização dos consumidores quase que obrigam as empresas a incorporarem a variável ambiental na projeção de cenários e na tomada de decisão.

Quando os gestores das empresas se deparam com problemas ambientais, a primeira dúvida que surge se refere ao aspecto econômico. Quase sempre se pensa que investir na variável ambiental traz implícito o aumento de despesas e, conseqüentemente,

elevação dos custos do processo produtivo. Todavia, algumas empresas têm demonstrado que é possível obter ganhos econômicos e, ao mesmo tempo, proteger o meio ambiente, desde que possuam criatividade e condições internas que possam modificar as restrições e riscos ambientais em oportunidades de negócios.

Donaire (1999) afirma que entre as oportunidades podem ser citadas as reciclagens de materiais que reduzem o consumo de recursos das empresas; o reaproveitamento dos resíduos internamente ou sua venda para outras empresas; o desenvolvimento de novos processos produtivos com a utilização de tecnologias mais limpa ao ambiente, que se transformam em vantagens competitivas e até mesmo possibilitam a venda de patentes; o desenvolvimento de novos produtos para um mercado cada vez maior de consumidores conscientizados com a temática ecológica; geração de materiais de valor industrial a partir de lodo tóxico; miniusinas para uso de pequenas empresas e o aparecimento de mercado de trabalho promissor integrado à variável ambiental com demanda de engenheiros com foco ambiental, auditores ambientais, gerentes do meio ambiente, advogados ambientais, bem como o incremento de novas funções técnicas específicas.

Dessa forma, as organizações que estão na vanguarda da utilização de práticas ambientais que se utilizam de ferramentas e modelos de gestão ambiental, encontram-se mais aptas a se manterem competitivas em seus respectivos setores de atuação, bem como contribuir, seja por maior consciência ou por pressões externas, para a sustentabilidade dos municípios onde se encontram inseridas, uma vez que as influências de um município irão afetar a competitividade da empresa, pois esta se consolida por meio do que ocorre no seu interior e no ambiente externo. Daí a importância dos líderes empresariais ao analisarem a competitividade de suas atividades, levarem em consideração o índice

de sustentabilidade dos municípios onde estão desenvolvendo suas atividades.

Fatores diferenciados como regulamentações ambientais, reputação da empresa, pressões sociais e conscientização do consumidor contribuem para o grau de aproximação de uma empresa no tocante à incorporação da variável ambiental em seu processo de gestão, sendo que essas pressões podem tornar-se oportunidades para que as empresas incrementem a sua vantagem competitiva frente à concorrência. Porter e Linde (1995), em estudo pioneiro, mostram que as regulamentações ambientais conduzidas de forma apropriada apresentam potencialidade de provocar inovações, que se por um lado reduzem os custos totais de um produto, por outro, contribuem para aumentar o seu valor, ao permitirem que as empresas possam utilizar, de forma mais produtiva, insumos como matéria-prima, energia e mão de obra.

Quanto mais degradante se apresentar uma determinada atividade, maiores serão as exigências por parte do governo, Estado e sociedade no sentido de responsabilizar as empresas pelos danos causados ao meio ambiente. Entretanto, as empresas que almejam alcançar liderança ambiental, iniciam um processo de antecipação na utilização das ferramentas e dos modelos de gestão ambiental em suas práticas ambientais, indo além daquilo que é simplesmente exigido por lei.

Aliado a isso, ainda existe a possibilidade dessas empresas tornarem-se mais competitivas e, ao mesmo tempo, contribuir para a sustentabilidade do entorno onde desenvolve suas atividades antrópicas. Seja incorporando em seu processo de gestão os problemas ambientais como oportunidades de negócio, seja formulando e aplicando indicadores de sustentabilidade, cada empresa poderá dar a sua contribuição para a melhoria

da qualidade de vida dos que estão ao seu redor e ainda estar inserida num contexto globalizado, criando as condições propícias para sua permanência no mercado num horizonte de longo prazo.

As pessoas e a sociedade, em diversos setores de atuação, têm apresentado um grau maior de preocupação com a qualidade ambiental. Isso vem favorecendo a necessidade de implantação em suas práticas ambientais de instrumentos e modelos de gestão ambiental com diversas abordagens, com o objetivo mais amplo de implantar os princípios do desenvolvimento sustentável, ao tempo em que poderão contribuir para alavancar a competitividade dos empreendimentos e a sustentabilidade dos municípios que comportam esses negócios.

### Práticas Ambientais

Vários modelos e ferramentas de gestão ambiental foram desenvolvidos e aprimorados como forma de contribuir para uma postura ambientalmente responsável por parte dos atores sociais envolvidos com a atividade empresarial. A seguir, serão explanados, de forma sucinta, os modelos e ferramentas de gestão ambiental que serviram de suporte para os objetivos desse artigo, tais como: o Sistema de Gestão Ambiental, a Produção Mais Limpa, a Ecoeficiência, a Auditoria Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Marketing Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa.

Uma das formas de uma empresa estar inserida dentro do contexto ambiental é através da implantação de um *Sistema de Gestão Ambiental (SGA)*. Com isso, a empresa toma consciência dos impactos ambientais negativos que as suas atividades podem provocar no ambiente externo em que ela encontra-se inserida.

Ao implementar um SGA, as empresas não estão buscando simplesmente vantagens econômicas. Elas vão estar preocupadas também com as consequências oriundas por não administrarem, de forma apropriada, aspectos ambientais de suas atividades como: acidentes, descumprimento da legislação ambiental, perda de mercados e de créditos, enfim, tudo isso afeta a competitividade da empresa, tanto em ambiente doméstico como em ambiente internacional.

A definição desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas em relação ao sistema de gestão ambiental é que o mesmo pode ser definido como “a parte de um sistema da gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais” (NBR ISO 14001; ABNT, 2004, p.2).

Conforme Epelbaum (2006), este conceito avança em relação ao conceito adotado pela abordagem tradicional da gestão ambiental por permitir que a empresa operacionalize seus processos ambientais de maneira ordenada e integrada à gestão empresarial, o que antes se realizava com prioridade para o aspecto tecnológico.

A *Produção Mais Limpa* surge como resposta às práticas de tratamento e controle da poluição conhecidas como tecnologias fim de tubo, práticas, pois, consideradas caras, além do mais, não agregam vantagens competitivas para as organizações que fazem uso delas. Assim, no sentido de propiciar uma forma sustentável das empresas manterem-se competitivas num mercado cada vez mais globalizado, a *Produção Mais Limpa* surge respaldada por Documentos Ambientais Internacionais.

A *United National Industrial Development Organization* (UNIDO, 2004) define a *Produção Mais Limpa* como uma estratégia preventiva e integrada presente em todas as fases do

processo produtivo, com os seguintes objetivos: aumentar a produtividade por meio do uso racional dos materiais, água e energia; melhorar o desempenho ambiental com a redução de resíduos e emissões; redução do impacto ambiental dos produtos em todo o seu ciclo de vida, ancorado a um projeto eficiente nas vertentes ecológica e econômica.

Gasi e Ferreira (2006) consideram que a P + L assim como outros conceitos que levam em consideração em sua estrutura um caráter preventivo são apropriados a darem respostas convincentes sobre como aumentar a capacidade suporte do planeta quando são produzidos bens e serviços. É por esse motivo que esse modelo de gestão ambiental contribui para a qualidade de vida das futuras gerações ao buscar o equilíbrio entre interesses ambientais e econômicos.

A Produção mais Limpa, entre outras vantagens, apresenta: redução da quantidade de materiais e energia; prevenção da poluição; aumento da produtividade das empresas; ampliação da comunicação e participação das empresas com organismos locais, universidades e comunidade (KAZMIERCZYK, 2002; ELIAS; MAGALHÃES, 2003 apud DIAZ; PIRES, 2005).

A *ecoeficiência* entrou para o cenário empresarial, em 1992, através do *Business Council for Sustainable Development*, hoje denominado *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Desde 1996, essa ferramenta passou a ser recomendada pelos países integrantes da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), pois representa uma ferramenta que passou a adquirir uma postura com potencialidades de ganhos para governos, empresas e famílias no sentido de reduzirem a poluição e o uso de recursos em suas atividades antrópicas.

Para a OCDE e a WBCSD, a ecoeficiência é atingida quando se colocam, à disposição da sociedade, produtos e serviços dotados de preços competitivos capazes de atenderem às necessidades humanas trazendo ganhos para a qualidade de vida, ao tempo em que diminuem, de forma contínua, impactos ambientais negativos e o uso dos recursos considerando-se todo o ciclo de vida desses bens e serviços, todo esse esforço com o escopo maior de se conservar a capacidade suporte do Planeta (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, In: BARBIERI, 2007).

A ecoeficiência alarga a competitividade da empresa ao reduzir materiais e energia por unidade de produto ou serviço e, ainda, diminui as pressões no meio ambiente, como fonte de recurso ou como depósito de resíduos (BARBIERI, 2007).

Por sua vez, Verfaillie e Bidwell (2000) anunciam alguns elementos que contribuem para a melhoria da ecoeficiência, quais sejam: diminuição da intensidade de material; energia e dispersão de substâncias tóxicas; aumento da reciclabilidade e intensidade do serviço; otimização do uso de materiais e prolongamento do ciclo de vida do produto.

Para Holliday Jr. et al. (2002), há quatro critérios, baseados no conhecimento, que fazem da ecoeficiência ferramenta imprescindível para a economia na atualidade: desmaterialização – desenvolvimento de métodos com o intuito de mudar fluxos de materiais por fluxos de conhecimento; fechamento dos *loops* de produção – utilização contínua de sistemas produtivos fechados, bem como fábricas sem geração de resíduos; ampliação dos serviços – significa atender às necessidades dos clientes por meio da demanda de serviços, em resposta a oferta de bens, por fim, ampliação funcional – desenvolvimento de produtos com um número maior de características práticas.

A história da Auditoria Ambiental, assim como de outras ferramentas de gestão ambiental tem passado por mudanças significativas ao longo de seu desenvolvimento. Na atualidade, a Auditoria Ambiental representa um instrumento sólido de gestão ambiental na empresa, sendo sua aplicação cada vez mais intensa e diversificada.

Conforme Philippi Jr. e Aguiar (2004), as auditorias ambientais surgiram da necessidade de empresas multinacionais obterem informações sobre a postura ambiental praticada por suas filiais, uma vez não desejarem que a imagem corporativa seja alvo de críticas por alguma atitude danosa ao meio ambiente praticada pelas filiais.

La Rovere (2001) faz referência às inúmeras vantagens e a algumas desvantagens que se podem observar da prática da auditoria ambiental pelas empresas. Algumas vantagens seriam: identificação e registro das conformidades e das não-conformidades com a legislação, com regulamentações e normas e com a política ambiental da empresa (caso exista); prevenção de acidentes ambientais; melhor imagem da empresa junto ao público, à comunidade e ao setor público; assessoramento aos gestores na implementação da qualidade ambiental na empresa; avaliação, controle e redução do impacto ambiental da atividade; minimização dos resíduos gerados e dos recursos usados pela empresa.

As desvantagens seriam: mitigar a possibilidade de ocorrer um acidente ambiental e da empresa não atender aos requisitos legais de proteção ambiental; deve ser aplicada com frequência regular (mínima anual), estar inserida em um programa de gestão ambiental da empresa e ter garantida a implementação, por parte da empresa, das medidas corretivas das não-conformidades identificadas.

A *Avaliação de Impacto Ambiental* (AIA) representa um instrumento de gestão ambiental de cunho analítico, preventivo e que complementa o processo de licenciamento ambiental, tendo por escopo mitigar os impactos ambientais negativos em relação ao meio ambiente.

De acordo com Seiffert (2007), na AIA, estão inseridas diversas funções relevantes para o processo de gestão ambiental, que podem ser resumidas da seguinte forma: informações úteis ao poder público no sentido de auxiliá-lo na implantação de novos empreendimentos; controle e consciência ambiental (da sociedade e da administração pública); qualidade de vida e ambiental; educação participativa e cidadã.

Para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a Avaliação de Impactos Ambientais representa “identificar, predizer e descrever, em termos apropriados, os prós e os contras (danos e benefícios) de uma proposta de desenvolvimento”.

A Avaliação de Impacto Ambiental, aqui no Brasil, apresenta-se como um instrumento de política ambiental da Lei 6.938 de 31.08.1981, inciso III do art. 9, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente. A Resolução CONAMA 1 de 23.01.1986, em seus arts. 2 e 3, complementa a regulamentação da AIA.

Silva (2004) alerta para o fato de que a AIA foi prevista por essas legislações sem que o prazo para sua realização fosse determinado, gerando ineficácia. Entretanto a Constituição Federal de 1988 fixa que a sua realização se antecipe a implementação de uma obra ou atividade, ou seja, seja realizada previamente, essa mudança contribui para o objetivo que motivou sua criação entre nós, qual seja: preservar a melhoria do meio ambiente.

Conforme Philippi Jr. e Maglio (2005), a Avaliação de Impacto Ambiental, no âmbito brasileiro, pauta-se pela exigência

de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), na fase que antecede à implantação de empreendimentos. Dessa forma, torna-se uma atividade complexa, uma vez que irá distinguir uma quantidade enorme de aspectos ambientais distintos que ocorrem ao mesmo tempo (FLOGLIATI; FILIPPO; GOUDARD, 2004).

Sánchez (2006), ao tratar da Avaliação de Impacto Ambiental, traz uma visão alargada dessa ferramenta ao considerá-la inserida não só no planejamento ambiental, mas também na gestão ambiental, ou seja, ele mostra que a AIA precisa estar integrada nas dimensões de planejamento e gestão para que o seu real potencial de aplicação se realize.

O *Marketing Ambiental* surge como uma ferramenta apropriada no sentido de imprimir uma imagem diferenciada da empresa junto aos *stakeholders* (sociedade, fornecedores, clientes internos e externos, mercado).

Com o propósito de estar em sintonia com os princípios do desenvolvimento sustentável, Dias (2007) enuncia algumas funções que caberiam ao marketing ambiental desempenhá-las, quais sejam: função informativa acerca do conteúdo ambiental inserido nos processos produtivos; função educativa atrelada ao processo informacional da empresa, gerando consumidores mais conscientes do seu papel em relação ao cuidado ao meio ambiente; função de incentivo a atitudes propiciadoras do bem-estar do meio ambiente, a exemplo da reciclabilidade de material; mudança de comportamentos individuais e da sociedade que sejam degradadores das condições ambientais.

De acordo com Kotler (1997, p.3), o conceito de Marketing pode ser expresso da seguinte forma: “é um processo social e gerencial através do qual indivíduos e grupos obtêm aquilo de que necessitam e desejam por meio da criação e troca de

produtos e valores”. Por sua vez, Voltolini (2006) sugere que o conceito de marketing ambiental tem por escopo colocar nos mercados produtos e serviços ecologicamente responsáveis no sentido de atender necessidades e desejos dos consumidores. Ainda chama a atenção para o fato de que, embora o conceito de valor não se encontre explícito no enunciado, o mesmo pode ser percebido, quando são observadas mudanças de comportamento dos consumidores, quando se decidem por produtos e serviços que tragam o menor impacto ambiental negativo em relação ao meio ambiente.

Apesar da importância que tem alcançado nas últimas décadas, a operacionalidade da responsabilidade social ainda não é bem compreendida no mundo empresarial. Seu conceito tem gerado conflitos e insegurança por parte dos empresários de como inseri-la nas atividades diárias da empresa. Dessa forma, surgiram diversos modelos com o propósito de representar a *responsabilidade social corporativa*, quais sejam: o modelo de Quazi e O’Brien (2000), o modelo de Enderle e Tavis (1998), o modelo de Wood (1991), o modelo de Carrol (1999).

Borger (2006), por sua vez, referencia os autores Carroll (1999), Frederick, Wartick e Crochan (1996), Donaldson e Preston no sentido de mostrar os modelos de responsabilidade social que foram se aprimorando para dar respostas à comunidade empresarial em relação a como colocar em prática a gestão da Responsabilidade Social Empresarial (SER). Assim, Carroll passa a admitir um modelo em que a RSE vai se apoiar nas dimensões econômica, legal, ética e filantrópica com o intuito de integrar empresa e sociedade. Entretanto, o modelo sofre críticas, entre as quais, não dar respostas efetivas para se orientar a postura social das empresas.

Surge o modelo de responsividade corporativa de Frederick, tendo por missão dar respostas responsáveis aos variados problemas que se apresentam a empresa no dia a dia, representa, pois, o ajustamento da conduta empresarial às exigências sociais. A crítica ao modelo surge do fato de que o mesmo não dar respostas para melhorar o mundo, sua preocupação maior está na sobrevivência da empresa no momento atual, apresenta, pois, visão de curto prazo.

Wartick e Crochan (1996) vão além do modelo anterior e propõem um outro que traga preocupação com o desempenho social e que este possa ser identificado e mensurado. Não obstante, o modelo ainda apresenta obstáculos para ser efetivamente colocado em prática. O modelo que se propõe para a atualidade, em consonância com os princípios do desenvolvimento sustentável, é o modelo representado pela teoria do *stakeholder* tendo por entendimento que a responsabilidade social deve ser definida em relação aos grupos de interesses que impactam a postura das organizações ou são impactados por ela.

O modelo do *stakeholder* fundamenta-se numa perspectiva sistêmica da organização na sociedade, dessa forma, as relações entre as empresas e a sociedade apresentam-se intimamente relacionadas e dessa relação surgem o capital social, intelectual, financeiro e ambiental que irão garantir a sustentabilidade e o crescimento da organização.

Esse conceito encontra-se em consonância com os benefícios apresentados por Froes e Melo Neto (1999), quando da adoção desse modelo pela organização, tais como: suporte ao desenvolvimento da comunidade; preservação do meio ambiente; investimento no bem-estar de funcionários, dependentes e ambiente de trabalho; transparência nas comunicações; integração com parceiros; satisfação dos clientes. Nesse sentido,

esse estudo se utiliza da teoria do *stakeholder* no sentido de fortalecer as argumentações das possíveis relações entre as práticas ambientais e a competitividade, bem como as práticas ambientais e a sustentabilidade.

## Competitividade

Hoje, com a globalização dos mercados num estágio mais consolidado, as empresas, em todos os setores da atividade econômica, buscam com mais intensidade uma posição de liderança no cenário onde atuam. Porém, nem todas conseguem encontrar os meios necessários para o alcance desse objetivo. Existem vários mecanismos de uma atividade empresarial tornar-se sustentável num horizonte de tempo mais alargado. Uma alternativa viável, apontada por estudos e pesquisas, é a empresa estar inserida num ambiente em que estratégias competitivas possam estar permeando esse ambiente.

Mas, afinal, o que é competitividade e quais os elementos contribuidores para o alcance da competitividade? Coutinho e Ferraz (1993) fazem explanação detalhada desses conceitos, bem como mostram a importância de se adotar uma política de competitividade na atualidade.

De acordo com os autores supracitados, alguns estudiosos veem a competitividade através do enfoque do desempenho no mercado apresentado por uma empresa ou na eficiência técnica dos seus processos produtivos. Representam, pois, visões limitadas do que seja realmente a competitividade, uma vez que os indicadores de mercado e de eficiência técnica comportam aspectos estáticos, quando o que importa quando se quer alcançar competitividade é observar e tomar decisões sobre o

comportamento dos fatos no momento em que eles ocorrem, ou seja, sob uma perspectiva dinâmica.

Assim, sob esse aspecto, “a competitividade deve ser entendida como a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado” (COUTINHO; FERRAZ, 1993, p.4).

O conceito acima implica que a empresa se comporte através de uma visão de longo prazo. Isso implica ter conhecimento profundo de suas limitações e potencialidades no sentido de envidar esforços para criar e colocar em funcionamento as estratégias competitivas que irão lhe dar essa sustentação contínua.

Farina (1999), por sua vez, traz para o debate o conceito de competitividade à luz de sistemas agroindustriais concretos e mostra os obstáculos que o conceito apresenta quanto a sua vinculação ao estabelecimento de políticas públicas direcionadas para a recuperação, permanência ou geração de vantagens competitivas desses sistemas.

A autora em comento faz referência a autores como Ferraz et al. (1995), Best (1990), Kennedy et al. (1998) e Oster (1994) no sentido de evidenciar como a discussão sobre competitividade, estratégias empresariais e coordenação pode se complementar e se tornar adequada para o estudo da competitividade em sistemas agroindustriais. Assim, prescinde do arcabouço teórico da Economia de Custos de Transação e Organização Industrial, uma vez que essas teorias esclarecem o papel da coordenação para a efetividade (eficiência e eficácia) das estratégias competitivas para os sistemas agroindustriais.

Assim, a autora em alusão chama a atenção para o fato de que as estratégias competitivas necessitam ser condicionadas por estruturas de governança adequadas no sentido de alcançar

êxito. Dessa forma, o poder de coordenação vertical representa elemento formador da competitividade dinâmica e estática, sendo essa coordenação responsável pela empresa utilizar da melhor forma possível as informações necessárias à demarcação e viabilização das estratégias competitivas, além de estar atento às mudanças no ambiente, ou ainda tirar vantagem de oportunidades de lucro.

Ao tratar da competitividade em sistemas agroindústrias, a autora mostra que as análises feitas sobre a competitividade para as firmas podem ser ampliadas para os sistemas desde que as seguintes condições sejam observadas:

O segmento como um todo pode ser capaz de sobreviver no mercado ainda que várias de suas firmas não o sejam; os segmentos de um determinado sistema podem apresentar graus distintos de competitividade; a depender do grau de especificidade dos ativos envolvidos nas transações entre os segmentos, podem-se formar sistemas regionais que irão competir entre si nos mercados consumidores nacionais ou internacionais; dentro de um mesmo segmento podem-se formar grupos estratégicos (FARINA, 1999, p.12).

O modelo de Farina (1999), no que se refere à análise da coordenação, utiliza-se do referencial teórico defendido pela economia dos custos de transação que pode ser mais bem compreendida por meio dos seus pressupostos fundamentais. Segundo Williamson, a constatação de que os agentes

econômicos são racionais de forma limitada e oportunista é o fundamento para o surgimento dos custos de transação. Assim, a Economia dos Custos de Transação se sustenta nos pressupostos comportamentais do oportunismo e da racionalidade limitada.

Entendo por oportunismo a busca do interesse próprio com dolo. Isto inclui algumas formas flagrantes tais como: a mentira, o roubo e o engano, mas não se limita a elas. “[...]. Em termos mais gerais, o oportunismo se refere à revelação incompleta ou distorcida da informação, especialmente aos esforços premeditados para equivocar, distorcer, ocultar, ofuscar ou confundir de outro modo. O oportunismo é responsável das condições reais ou aparentes de assimetria da informação que complicam enormemente os problemas da organização econômica” (WILLIAMSON, 1985, p.57).

A racionalidade pode se apresentar sob uma das três possibilidades: racionalidade forte, racionalidade limitada e racionalidade orgânica. A Economia dos Custos de Transação se apoia na racionalidade limitada, assumindo que os agentes econômicos são racionais de forma intencional, entretanto, de forma limitada.

Zylbersztajn (1995) coloca como pressupostos fundamentais da Economia dos Custos de Transação: o primeiro pressuposto evidencia a existência de custos na utilização do sistema de preços e na administração de contratos intrafirma; o segundo pressuposto mostra que as transações acontecem em um ambiente institucional organizado, sendo que as instituições têm poder de intervir nos custos de transação.

Além desses pressupostos básicos, o autor faz referência aos pressupostos comportamentais dessa teoria, quais sejam: racionalidade limitada e oportunismo.

Vale salientar que esses pressupostos comportamentais geram custos de transação, porém outros elementos, como as

características das transações, são fontes também responsáveis por custos dessa natureza.

De acordo com Williamson (1985), são três as características das transações: frequência, incerteza e especificidade de ativos. Estas características são responsáveis pelas formas mais apropriadas de estruturas de governança entre os vários atores que permeiam uma dada cadeia produtiva.

Farina, Azevedo e Saes (1997), pautando-se nas principais referências acerca dos desenvolvimentos desses conceitos, apresentam as principais características presentes nessas categorias analíticas.

A *frequência* da transação significa a recorrência e/ou regularidade de uma transação; representa, pois, um dos aspectos importantes para se definir a estrutura de governança mais apropriada a uma determinada transação. Sua relevância ainda está associada às possibilidades de diminuir custos, quando são adotados mecanismos complexos por diversas transações, além de permitir criar reputação entre os vários membros envolvidos na transação.

O conceito de *incerteza* apresenta pelo menos três significados diferenciados. O primeiro está associado a risco e representa a variância de uma distribuição de probabilidades. O segundo está ligado à importância que possa assumir os distúrbios ao alterar, por exemplo, o valor da variância. O terceiro significado traz para a discussão a importância da informação como meio de gerar incerteza, assim a incerteza se faz presente quando existe informação incompleta e assimétrica.

Ativos são específicos quando não podem ser reempregados sem perder o seu valor. A relevância da especificidade de ativos está na sua ocorrência vinculada à racionalidade limitada/opportunismo e ao atributo de incerteza. Williamson (1991, p.56 apud

FARINA; AZEVEDO; SAES, 1997) apresenta cinco tipos de *especificidade de ativos* descritos abaixo.

A especificidade locacional representa economia de custos para uma empresa que está instalada próxima de firmas de uma mesma cadeia produtiva; a especificidade de ativos físicos ocorre quando um ativo utilizado pela empresa é vendido por valor inferior àquele quando de sua obtenção desconsiderando-se sua depreciação; a especificidade de ativos dedicados se realiza quando investimentos são despendidos para atender interesse de um agente particular, apresentando, pois, relevância individual; especificidade de marca está ligada a investimentos nem físico nem humano incorporados à marca da empresa, apresentando importância, por exemplo, quando se realizam operações de franquias; e especificidade temporal, onde o valor de uma transação está diretamente atrelado ao tempo em que ela se realiza, apresentando valor significativo quando se transacionam produtos perecíveis.

### Desenvolvimento Sustentável

A Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) apresentou um documento chamado *Our Common Future*, também conhecido como Relatório *Brundtland* (1987), que define o Desenvolvimento Sustentável como aquele que provê as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de prover suas próprias necessidades.

Por sua vez, o *World Wildlife Fund* (Fundo Mundial para a Vida Selvagem) mostra uma visão do Desenvolvimento Sustentável objetivando a ampliação da qualidade de vida com atenção ao limite da capacidade dos ecossistemas (IUCN et al.,

1991). Enquanto a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), em um dos seus documentos, qual seja, a *Agenda 21*, informa que o Desenvolvimento Sustentável tem por meta conciliar o princípio da preservação ambiental e do Desenvolvimento Econômico.

O *International Council for Local Environmental Initiatives* (ICLEI), (Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais) (1994), diz que o Desenvolvimento Sustentável proporciona serviços básicos da ordem ambiental, social e econômica a todos os residentes da comunidade, sem ameaçar a viabilidade dos sistemas naturais, construídos e sociais dos quais estes serviços dependem.

Conforme o *UK Department of Environmental, Transport and Regions* (Departamento do Meio Ambiente, de Transporte e das Regiões do Reino Unido) (1999), o Desenvolvimento Sustentável deve reconhecer as necessidades de todos, a proteção efetiva do meio ambiente, o uso prudente dos recursos naturais, a manutenção de um crescimento econômico e do emprego estável.

Por seu turno, o *National Strategies for Sustainable Development* (Estratégias Nacionais para o Desenvolvimento Sustentável) (2003) grafá que o Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento econômico e social que provê as necessidades da geração atual sem solapar a capacidade das futuras gerações de prover suas próprias necessidades.

A *Novartis Foundation for Sustainable Development* (Fundação Novartis para o Desenvolvimento Sustentável) (2008) descreve que o Desenvolvimento Sustentável envolve a criação de programas nos países em desenvolvimento que contribuam diretamente para melhoria da qualidade de vida da população mais carente.

Para Costanza (1991), o conceito de desenvolvimento sustentável carece ser incluído na relação dinâmica entre o sistema econômico humano e um sistema maior, o ecológico, pois apresenta taxa de mudança mais lenta. Entretanto, para que essa relação seja sustentável, precisa garantir a continuidade da vida de forma indefinida, com crescimento e desenvolvimento de sua cultura, levando-se em consideração que as consequências das atividades humanas devem ficar dentro de fronteiras adequadas, conservando-se a diversidade, a complexidade e as funções do sistema ecológico de suporte à vida.

Dahl (1997) expõe que o desenvolvimento sustentável é um conceito que comporta valores que, por sua vez, irão moldar o modo como uma sociedade ou comunidade entende o que é sustentabilidade. Para esse autor, alcançar o desenvolvimento sustentável implica compreender de forma abrangente o seu conceito e ser capaz de transmiti-lo com clareza para os atores da sociedade, o que nem sempre é uma tarefa simples.

Por conseguinte, o conceito de Desenvolvimento Sustentável se aprimora com os escritos formulados por Sachs (1997). Este propõe que o conceito agregue cinco dimensões da sustentabilidade na sua formulação, comentadas a seguir:

- 1. Sustentabilidade Social** – direcionamento de um processo de desenvolvimento que atinja um nível estável de crescimento, através de uma distribuição mais equitativa de renda e dos ativos, proporcionando uma melhoria importante dos direitos das crescentes massas populacionais e uma diminuição nos padrões de vida entre os ricos e pobres;
- 2. Sustentabilidade Econômica** – em face dos fluxos constantes de inversões públicas e privadas, bem como da alocação e do manejo eficientes dos recursos naturais;

3. **Sustentabilidade Ecológica** – representando o aumento da capacidade de transporte da terra, em face do aumento dos usos dos recursos existentes nos diversos ecossistemas, em consonância com o menor nível possível de deterioração desses ecossistemas;
4. **Sustentabilidade geográfica** – deve ser observada uma vez que os problemas ambientais ocorrem, na sua maioria, devido a uma distribuição espacial irregular dos diversos assentamentos humanos e atividades econômicas;
5. **Sustentabilidade Cultural** – o autor considera esta dimensão como a mais difícil de ser alcançada, pois carece que a modernização esteja em harmonia com a cultura já estabelecida, ou seja, respeitando as especificidades locais, sendo que na concretude dos fatos, na sua maioria, os valores locais são ignorados.

Esse conceito de desenvolvimento sustentável possibilita perceber que os ecossistemas são frágeis e para torná-los equilibrados ecologicamente carecem do funcionamento integrado dessas dimensões. A inserção dessas dimensões ao conceito de desenvolvimento sustentável torna-o mais alargado, ajudando a percepção dos formuladores de políticas públicas acerca das diretrizes que devem ser observadas para as mudanças necessárias em prol de um desenvolvimento que realmente atenda às necessidades do presente sem comprometer os anseios das gerações futuras.

Bossel (1998) mostra que existem variadas formas de se alcançar a sustentabilidade de um sistema com resultados diferenciados para os envolvidos. O autor chama a atenção para o fato de que algumas sociedades se mostraram sustentáveis através de formas predatórias, que na atualidade se mostram

insustentáveis. Assim, o autor defende que a sustentabilidade se consolida quando são levadas em consideração as dimensões material, ambiental, social, ecológica, econômica, legal, cultural, política e psicológica.

Hardi e Zdan (1997) defendem que o progresso em direção à sustentabilidade está condicionado ao bem-estar humano e dos ecossistemas de forma equilibrada, por existir interdependência entre esses sistemas. Ainda alerta que o desenvolvimento sustentável deve se apresentar de maneira qualitativa e quantitativa, diferenciando-o da ideia de crescimento econômico.

Ainda no sentido de contribuir para que os princípios do desenvolvimento sustentável encontrem respaldo entre as nações, vale conferir o pensamento de Leff (2002) ao constatar que a crise ambiental convoca as ciências a repensarem seus métodos e colocarem em prática metodologias que possam apreender a realidade como realmente ela se apresenta. Isso é possível à medida que uma visão sistêmica e holística começa a ser inserida em estudos preocupados em desvendar a questão ambiental em sua totalidade, abrindo, dessa forma, espaço para a interdisciplinaridade. O autor mostra ser imperativo, para o estudo da complexidade ambiental, a substituição da racionalidade econômica pela racionalidade ambiental, que considere a sustentabilidade e a equidade dos ecossistemas, e se coloquem, à disposição dos pesquisadores, os instrumentos teóricos e técnicos adequados para internalizarem a gestão ambiental do desenvolvimento.

Diante das argumentações expostas, é de bom termo informar que se necessita de uma racionalidade econômica distinta da economia tradicional. Esta concebe o meio ambiente apenas como um apêndice. Brown (2003) enfatiza que a economia não deve ser sobrevalorizada em detrimento das outras dimensões como a social e a ambiental e propõe uma economia

que respeite os ecossistemas dos quais depende. Em resumo, expõe que a economia deve ser apenas uma componente do Desenvolvimento Sustentável, que embora seja imprescindível não deve sobrepor-se às outras dimensões.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O atual cenário, marcado por mudanças profundas nas esferas social, político-institucional e econômica, tem exigido das organizações uma reavaliação de sua postura, no tocante às relações com o meio ambiente, condizente com este contexto. Diante da complexidade na qual o ambiente da organização está exposto, as práticas ambientais têm um papel central a desempenhar como mediadoras no processo interativo entre a competitividade e a sustentabilidade.

No contexto de uma economia aberta, caracterizada por uma concorrência global, onde pressões legais, institucionais, sociais, ambientais, políticas e éticas impactam o ambiente interno da empresa, variáveis como sustentabilidade, competitividade e práticas ambientais são pilares importantes a serem observados pelas empresas em seu sistema de negócios em busca de um crescimento de longo prazo e que, ao mesmo tempo, esteja de acordo com as novas exigências impostas pelas demandas do ambiente macroeconômico.

Diante do exposto, pode-se evidenciar, por meio dos princípios e procedimentos observados nesses instrumentos de gestão ambiental, como cada um pode contribuir para a competitividade empresarial e sustentabilidade do entorno onde se encontra um determinado empreendimento.

Ao implantar um SGA, a empresa não somente toma consciência dos impactos ambientais negativos de sua atividade como

também atua no sentido de mitigar esses impactos, gerando assim vantagens econômicas para o negócio em que atua e contribuindo direta ou indiretamente para a qualidade de vida dos que estão em seu entorno.

A prática da P+L e da ecoeficiência contribui com o binômio competitividade/sustentabilidade ao reduzir quantidade de materiais e energia, prevenir a poluição, aumentar a produtividade empresarial, alargar a parceria das empresas com organismos locais, universidades e comunidade.

Ao fazer uso da Auditoria Ambiental, especialmente quando se trata da auditoria interna, a empresa se reveste de um caráter analítico e crítico da sua postura frente às questões ambientais e se coloca na vanguarda para mitigar os impactos ambientais negativos de sua atividade. Essa atitude acaba por gerar uma relação positiva quando se confronta indicadores de competitividade com indicadores de sustentabilidade.

A prática da AIA traz potencialidades de contribuir com a competitividade e a sustentabilidade à medida que seja possível integrar as fases de planejamento do projeto com a de gestão ambiental do empreendimento, ou seja, que a AIA seja na prática um instrumento valioso de gestão ambiental ao longo da vida do empreendimento, e não somente quando do seu licenciamento ambiental.

A Responsabilidade Social Corporativa contribui com a sustentabilidade quando os seus princípios estão ancorados em propiciar suporte ao desenvolvimento da comunidade, bem como contribuir com a preservação ambiental. Ao buscar integração com parceiros, bem-estar dos funcionários, satisfação dos clientes, alavanca a competitividade empresarial.

Por fim, ao utilizar o Marketing Ambiental, a empresa ajuda aos consumidores a fazerem uso de produtos e serviços com

um menor impacto ambiental negativo, implicando, de um lado, vantagens econômicas para a empresa; de outro, contribuindo para a sustentabilidade da região.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001**: Sistemas da gestão ambiental. Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2007.

BORGER, Fernanda Gabriela. Responsabilidade corporativa: a dimensão ética, social e ambiental na gestão das organizações. In: VILELA JR., Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. (Orgs.). **Gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora SENAC, cap.1, p.13- 40, 2006.

CARROLL, A. Corporate social responsibility. **Business and Society**, v.8, n.3, p.268-295, 1999.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. (CEBDS). **Produção mais limpa**: barreiras. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-barreiras.asp>>. Acesso em: 14 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Rede brasileira de ecoeficiência**: benefícios. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmaisl-barreiras.asp>>. Acesso em: 14 set. 2008.

DIAS, Reinaldo. **Marketing ambiental:** ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAZ, Carlos Alberto Palomares; PIRES, Sílvio Roberto Ignácio. Produção mais limpa: integrando meio ambiente e produtividade. **Revista de Administração**, v. 5, n. 9, jan./dez., 2005.

ENDERLE, G.; TAVIS, L. A. Balanced concept of the firm and measurement of its long-term planning and performance. **Journal of Business Ethics**, v.17, n.11, p.1129-1144, 1998.

EPELBAUM, Michel. Sistemas de gestão ambiental. In: VILELA JR., Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. (Orgs.) **Gestão ambiental:** desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora SENAC, 2006. Cap. 4, p.115-147.

FLOGLIATTI, Maria Cristina; FILIPPO, Sandro; GOUDARD, Beatriz. **Avaliação de impactos ambientais:** aplicação aos sistemas de transporte. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FROES, César; MELO NETO, Francisco Paulo de. **Responsabilidade social & cidadania empresarial:** a administração do terceiro setor. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

GASI, Tânia Mara Tavares; FERREIRA, Edson. Produção mais limpa. In: VILELA JR., Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques. (Orgs.) **Gestão ambiental:** desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Editora SENAC, Cap. 2, p.41-84, 2006.

HOLLIDAY Jr., Charles O.; SCHMIDHEINY, Stephan; WATTS, Philip. **Cumprindo o prometido:** casos de sucesso de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de marketing**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LA ROVERE (coord.). **Manual de auditoria ambiental**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PESQUEUX, Yvon; DAMAK-AYADI, Salma. Stakeholder theory in perspective. **Corporate Governance**, Bradford, v.5, n.2, p.5-22, 2005.

PHILIPPI JR. Arlindo; AGUIAR, Alexandre de Oliveira e. Auditoria ambiental. In: PHILIPPI JR. Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de gestão ambiental**. Barueri (SP): Manole, 2004.

PHILIPPI JR. Arlindo. MAGLIO, Ivan Carlos. Avaliação de impacto ambiental: diretrizes e métodos. In: PHILIPPI JR. Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri (SP): Manole, 2005.

QUAZI, A.; O'BRIEN, D. An empirical test of a cross-national model of corporate social responsibility. **Journal of Business Ethics**, v.25, p.33-51, 2000.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental e seu papel na gestão de empreendimentos. In: VILELA JR., Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). **Gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora SENAC, Cap. 3, p.85-104. 2006.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007.

SILVA, Américo Luís Martins da. **Direito do meio ambiente e dos recursos naturais**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, v.1, 2004.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental: ISO 14000**. 7. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2002.

VERFAILLIE, Hendrik A.; BIDWELL, Robin. **Medir a ecoeficiência: um guia para comunicar o desempenho da empresa**. Portugal: Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2000.

VILELA JR., Alcir. Auditoria ambiental: uma visão crítica da evolução e perspectiva da ferramenta. In: VILELA JR., Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). **Gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora SENAC, Cap. 5, p.149-168. 2006.

VOLTOLINI, Ricardo. Marketing ambiental: o consumidor verde influenciando a mudança de práticas mercadológicas nas empresas. In: VILELA JR., Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Orgs.). **Gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Editora SENAC, Cap. 13, p.363-385. 2006.

WARTICK, CROCHAN, P. The evolution of corporate social performance model. **Academy of Management Review**, v.10, n. 4, p.758-769, 1985.

WOOD, D. Corporate social performance revisited. **Academy of Management Review**, v.16, n. 4, p.691-718, 1991.



# SEÇÃO 2

## MECANISMOS VIABILIZADORES DA SUSTENTABILIDADE



# CAPÍTULO 1



## **METODOLOGIA PARA AVALIAR A SAÚDE AMBIENTAL: UMA APLICAÇÃO EM MUNICÍPIOS PARAIBANOS EMPREGANDO A ANÁLISE MULTICRITERIAL**

*José Ribamar Marques de Carvalho*

*Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho*

*Wilson Fadlo Curi*

*Rosires Catão Curi*

*Gesinaldo Ataíde Cândido*

### **INTRODUÇÃO**

Dentro de um mesmo contexto geográfico, é possível perceber grandes diferenças nas áreas de saúde, econômica, demográfica, tratamento e coleta de lixo entre outras, que vêm confirmar a tendência de desigualdade existente no país. É dentro deste cenário que a avaliação de cidades segundo indicadores de saúde ambiental se torna um estudo relevante para que se possa estimular a discussão sobre a temática com vistas a propor melhorias nesses cenários.

Atualmente, observam-se muitas maneiras de abordar a complexidade dos aspectos relacionados à saúde pública. Uma delas é a relação entre os seres humanos e o meio ambiente, especificamente através de indicadores de saúde ambiental.

A avaliação de determinantes ambientais que interferem na saúde humana, no âmbito das responsabilidades municipais, pouco se difundiu até o presente momento no Brasil. Entretanto, a dramática mudança climática e a evolução da sociedade brasileira exigem que o acompanhamento público das ações do governo em direção às “cidades saudáveis” seja efetivamente valorizado (SOUZA, et al., 2009).

Para Minayo (2008), todo o debate sobre saúde e ambiente parte de dois pressupostos básicos: o primeiro é a essencialidade da relação entre os seres humanos e a natureza. O segundo, derivado dessa relação, é de que o conceito de ambiente, tal como o entendemos, é construído pela ação humana. Dessa forma, ele é histórico e pode ser pensado, repensado, criado e recriado tendo em vista nossa responsabilidade presente e futura com a existência, as condições e a qualidade de vida da sociedade em geral e toda a biosfera.

Os temas relativos à saúde e à higiene foram sendo incorporados às pautas de reivindicações dos trabalhadores. A partir da primeira metade do século XIX, desenvolveu-se um forte movimento denominado medicina social, juntando trabalhadores, sindicalistas, políticos e médicos, sobretudo na Alemanha, Inglaterra e França, em torno da concepção de saúde como resultante de condições de vida e ambientais (MINAYO, 2008).

O estudo clássico de epidemiologia realizado por John Snow, em 1854, sobre a transmissão da cólera correlacionada com a água de abastecimento em Londres, iniciou uma nova fase na análise das condições de saúde e doença dos agrupamentos

humanos. A partir desse momento, verificou-se a importância e a necessidade da intervenção do Estado em ações sanitárias no meio urbano, no abastecimento de água, no esgotamento sanitário, na urbanização, não só para o conforto e bem-estar, mas também para prevenir e controlar as enfermidades (PHILIPPI JR.; SILVEIRA, 2004).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que cerca de três milhões de crianças morrem anualmente por causas relacionadas a problemas de água e de contaminação. Cerca de 80% a 90% dos casos de diarreia são causados por fatores ambientais (MINAYO, 2008 apud LEBEL, 2005).

As ameaças de queda na qualidade de vida e a difusão de doenças tornaram-se reais por conta das aglomerações urbanas excessivas aliadas a desequilíbrios ecológicos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em termos globais, 23% das mortes prematuras podem ser atribuídas a fatores ambientais, como poluição do ar e da água e exposição a substâncias químicas. Em especial, nas mortes de crianças, podem ser citados o envenenamento, as infecções respiratórias, a diarreia e a malária (SOUZA et al., 2009 apud EPA, 2008).

Especificamente, a questão do saneamento básico, no Brasil, ganha forte dimensão com a promulgação da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece os marcos regulatórios do setor, nos seus quatro componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007).

Em 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publicou a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, onde demonstra a realidade brasileira em relação a essas questões. De acordo com o IBGE (2010), cerca de 35 milhões de

brasileiros, ou 18% da população, vivem em residências nas quais não há serviço de coleta de esgoto.

Segundo as informações do relatório, que utiliza dados recolhidos em 2008, dos 5.564 municípios do país, 45,7% contavam, dois anos atrás, com acesso a redes de esgoto, acima dos 33,5% registrados em 2000. Apesar da metade (54,3%) das cidades do país carecer desse serviço, a percentagem da população afetada era de 18%, já que os estados mais povoados são precisamente os que mais contam com redes de esgoto.

Verifica-se que existe uma carência de redes de esgoto, visto que, apenas 28,5% dos municípios brasileiros tratavam a água em 2008 (IBGE, 2010). No entanto, a percentagem de esgoto colhida que é tratada saltou de 35,3% em 2000 para 68,8% em 2008, muito embora seja um percentual que necessita de melhorias.

No que se refere ao abastecimento de água, apenas 33 municípios do Brasil careciam totalmente do serviço em 2008 e estavam concentrados nos estados de Rondônia e Paraíba. O número é muito inferior ao de 2000, quando 116 cidades não contavam com fornecimento de água.

Mesmo com esse cenário, essas informações são preocupantes, visto que essa atual conjuntura afeta diretamente a saúde pública brasileira. De acordo com Queiroz et al. (2009), em 2005, foi registrada a internação por desidratação causada pela falta de saneamento básico (especificamente da diarreia), no Sistema Único de Saúde (SUS), mais de 28 mil crianças de zero a cinco anos de idade.

Acrescente-se, ainda, o fato de que a infraestrutura sanitária deficiente desempenha uma nítida interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, nos quais, as doenças infecciosas continuam

sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade. A prevalência dessas doenças constitui um forte indicativo da fragilidade dos sistemas públicos de saneamento (CALIJURI et al., 2009 apud DANIEL, 2001).

Expostos tais entendimentos e dada à importância da temática em busca de um melhor entendimento de como os processos socioespaciais são produzidos, a análise ecológica de dados epidemiológicos e ambientais torna-se primordial. Nessa perspectiva, a problemática dessa proposta consiste em propor uma metodologia baseada em indicadores de saúde ambiental e análise multicritério no intuito de analisar a situação da saúde em cidades, permitindo comparar dados ambientais entre municipalidades que integram a Região do Alto Curso do Rio Paraíba.

### Indicadores de Saúde Ambiental

O conceito de saúde é de difícil expressão. No final da década de 40, a Organização Mundial de Saúde (OMS) adotou em sua constituição a definição: “Saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência de doença” (MALTA, 2005).

A problemática da relação saúde-ambiente é caracterizada pela multidisciplinaridade dos fatores que a compõe. Eles podem ser de ordem política, econômica, social, cultural, psicológica, genética, biológica, física e química (CALIJURI et al., 2009).

De acordo com Sobral e Freitas (2010), o tema dos determinantes sociais e suas relações com o processo saúde-doença entre diferentes grupos populacionais são de grande relevância para a Saúde Pública e vêm ganhando cada vez mais destaque.

Os indicadores de saúde passam a ser utilizados, na prática, quando se mostram relevantes, ou seja, quando são capazes de

retratar com fidedignidade e praticidade, seguindo os preceitos éticos, os aspectos da saúde individual ou coletiva para os quais foram propostos (PEREIRA, 2007). Para o autor, alguns pontos devem ser considerados na escolha e utilização de indicadores em avaliações na área da saúde, dentre eles: 1) Complexidade do conceito de saúde; e 2) Facetas a serem consideradas para avaliação.

Complexidade do conceito de saúde – a tarefa de mensurar a saúde é extremamente complexa, visto que existem vários ângulos que podem ser enfocados: a mortalidade, a morbidade, a incapacidade física e a qualidade de vida, entre outros. Nesse sentido, para cada um deles, existem numerosos indicadores, o que torna impraticável empregar todos ao mesmo tempo.

Segundo o autor, essa múltipla possibilidade resulta em que não haja um indicador único, passível de uso em todas as ocasiões. As diferentes situações clamam por diferentes indicadores, embora muitos tendam a correlacionar-se estreitamente em si.

Facetas a serem consideradas para avaliação. Pereira (2007) destaca que a escolha do indicador mais apropriado depende de cada situação, em especial, da questão científica formulada, assim como de aspectos metodológicos, éticos e operacionais.

No intuito de entender melhor as facetas que devem ser consideradas, são comentados, a seguir, os pontos que Pereira (2007) enfatiza como relevantes para esse contexto.

- Validade – no processo de seleção de um indicador a ser utilizado para refletir uma dada situação, a tarefa inicial é a de delimitação do problema, condição, tema ou evento que necessita ser observado ou medido e para o qual se escolhe

o indicador e se elabora a respectiva definição operacional.

- Confiabilidade (reprodutibilidade ou fidedignidade) – alto grau de confiabilidade significa a obtenção de resultados semelhantes, quando a mensuração é repetida.
- Representatividade (cobertura) – analisa a representatividade populacional ou amostral.
- Questão ética – é imperativo ético que a coleta de dados não acarrete malefícios ou prejuízos às pessoas investigadas. A questão ética também se impõe no tocante ao sigilo dos dados individuais, embora este aspecto seja mais importante em clínica do que em diagnósticos epidemiológicos, pois neste caso, a informação divulgada refere-se ao conjunto da população sob a forma anônima de estatística.
- O Ângulo Técnico-Administrativo – destaca a questão da simplicidade, flexibilidade, facilidade de obtenção, custo operacional compatível e oportunidade. Ou seja, destaca a disponibilidade de dados para se obter informações confiáveis e de fácil manipulação em relação aos indicadores de saúde (PEREIRA, 2007).

Além dessas peculiaridades expostas acima, pode-se afirmar que os indicadores têm como papel principal a transformação de dados em informações relevantes para os tomadores de decisão

e o público. Em particular, eles podem ajudar a simplificar um arranjo complexo de informações sobre saúde, meio ambiente e desenvolvimento, possibilitando uma visão “sintetizada” das condições e tendências existentes (CALIJURI et.al., 2009 apud VONSCHIRNDING, 2002).

Dito isso, observa-se que a incorporação de indicadores ambientais juntamente com os de saúde permite trabalhar com uma concepção ampliada de saúde, buscando superar a visão fragmentada do processo saúde-doença que, ainda, prevalece nas análises da situação de saúde ou mesmo no uso de indicadores ambientais que incluem o tema saúde (SOBRAL; FREITAS, 2010).

Alguns indicadores de saúde ambiental estão estreitamente relacionados com o nível socioeconômico da população, entre os quais as condições de moradia e do peridomicílio. Um importante ângulo da questão ambiental refere-se à cobertura e à qualidade dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água, de esgotos, de coleta de lixo e de águas pluviais. Um indicador muito utilizado é a proporção da população que dispõe de um sistema adequado de abastecimento de água, de eliminação de dejetos e de coleta regular de lixo (PEREIRA, 2007).

Assim, os aspectos relacionados à industrialização, a urbanização e o aumento da circulação das pessoas têm enorme potencial de alterar o meio ambiente (PEREIRA, 2007). Daí a preocupação desse estudo em selecionar indicadores capazes de medir níveis de natalidade, mortalidade, morbidade, programas de saúde (por exemplo, cobertura do Programa de Saúde da Família), densidade demográfica, despesas com saúde por habitante, transferências do SUS para a saúde, dentre outros, com seus desdobramentos.

## ANÁLISE MULTICRITÉRIO –

### Método Promethee II

A seguir, são discutidos alguns aspectos relacionados à análise multicritério, especialmente via método Promethee II.

Os métodos da família Promethee (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*), que objetivam construir relações de sobreclassificação de valores em problemas de tomada de decisão são ferramentas de suporte e decisão que fazem parte da escola francesa. Este método procura estabelecer uma estrutura de preferência entre as alternativas e os critérios que estão sendo avaliados (CARVALHO, et al., 2011).

É um método não compensatório que requer informações intercritério correspondente à relativa importância entre os vários objetivos, ou seja, pesos dos critérios. Esses pesos podem ser decorrentes de cálculos técnicos ou de expressões de julgamento de valor. Assim, esses métodos favorecem as ações mais balanceadas, que possuem melhor *performance* média (MORAIS; ALMEIDA, 2002).

No processo de análise, o objetivo se decompõe em critérios e as comparações entre as alternativas são feitas no último nível de decomposição e aos pares, pelo estabelecimento de uma relação que acompanha as margens de preferência ditadas pelos agentes decisores (ARAÚJO; ALMEIDA, 2009).

Observa-se, segundo os autores, que o método Promethee II (um dos métodos da família Promethee) estabelece uma estrutura de preferência entre as alternativas discretas, tendo uma função de preferência entre as alternativas para cada critério. Essa função indica a intensidade da preferência de uma alternativa em relação à outra, com o valor variando entre 0 (indiferença) e 1 (preferência total).

De acordo com Silva (2007), os passos necessários para operacionalização do Promethee II são:

1. O primeiro passo consiste em calcular para cada par de alternativas (critério a critério) as diferenças existentes entre os pares segundo o critério em questão. Essas diferenças são representadas por **d**. Em outras palavras o cálculo de **d** tem como finalidade identificar a diferença de desempenho da alternativa **a** com a alternativa **b** em relação ao critério **j**, ou seja, tenta medir o quanto **a** supera **b** ( $a \succ b$ ).
2. Já na segunda etapa de operacionalização do Promethee II, tem-se um processo de avaliação da função de preferência relativa **p** (representa o grau de preferência do decisor quando este escolhe uma alternativa em relação à outra) para cada critério **j**, de acordo com o modelo de critério de decisão.

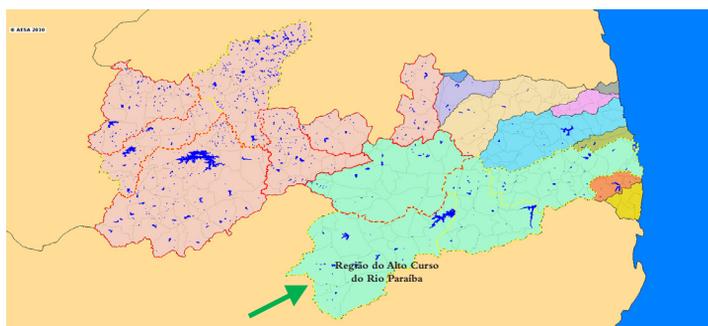
Almeida e Costa (2002) enfatizam que o método Promethee se diferencia dos outros da Escola Francesa nos tipos de critérios utilizados. Observa-se que esse método pode empregar seis tipos de funções para descrever os critérios considerados na implementação do método. Para esses autores, cada tipo de critério é caracterizado por uma função que busca representar a preferência do decisor. A Função de Preferência  $P_j(a_i, a_k)$  que descreve cada critério assume valores entre 0 e 1.

### Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho consistiram em uma pesquisa documental e exploratória, na qual fez o uso da análise multicritério (Método Promethee II). Foram escolhidos, nesta primeira fase, oito indicadores de saúde

ambiental (critérios) de maneira que fosse possível identificar aspectos do contexto geográfico estudado.

Estas cidades localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Rio Paraíba, conhecida como Sub-bacia do Alto Curso do Rio Paraíba, PB, vez que é um espaço geográfico definido, segundo as características hidrológicas do Estado da Paraíba. Nesta sub-bacia, estão localizados 17 municípios: Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê. A Figura 1 destaca a localização da área da pesquisa.



**Figura 1** – Localização da área de estudo  
**Fonte:** AESA, 2012.

As dimensões, os critérios (18 indicadores) e respectivas fontes escolhidos para avaliar a sustentabilidade ambiental dos municípios localizados na região da sub-bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba (dezesete municípios), foram:

**Tabela 1 – Indicadores (critérios) e relação**

<b>Categoria</b>	<b>Indicador de Saúde Ambiental (Critério)</b>	<b>Relação do Indicador</b>
Indicadores de Saúde	Ind1 - Mortalidade infantil	Negativa - SIM (2008)
	Ind2 - Taxa de hospitalização por desidratação em menores de 5 anos, por 1000	Negativa - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind3 - Taxa de mortalidade infantil por diarreia (por 1.000 nascidos vivos)	Negativa - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind4 - Percentual da população coberta Programa Saúde da Família	Positiva - SIAB-DATASUS (2009)
	Ind5 - Quantidade de estabelecimentos de saúde	Positiva - IBGE (2009)
	Ind6 - Algumas doenças infecciosas e parasitárias	Negativa - SIH/SUS (2009)
	Ind7 - Percentual de mortalidade por algumas doenças infecciosas e parasitárias	Negativa - SIH/SUS (2009)
	Ind8 - Cobertura vacinal Rotavírus Humano	Positiva - SI/PNI (2009)
	Ind9- Total das vacinas contra a tuberculose	Positiva - SI/PNI (2009)
Indicadores de Demográficos	Ind10 - Densidade demográfica	Positiva - IBGE (2010)
	Ind11 - População urbana	Positiva - IBGE (2010)
	Ind12 - População rural	Positiva - IBGE (2010)
	Ind13 - Relação entre população urbana e rural	Positiva - IBGE (2010)
Indicadores Econômicos	Ind14 - Despesa total com saúde por habitante	Positiva - SIOPS-DATASUS (2010)
	Ind15 - PIB per capita	Positiva - IBGE (2010)
	Ind16 - Transferência do SUS por habitante	Positiva SIOPS-DATASUS (2010)
	Ind17 - Relação entre percentual de transferência SUS e despesa total com saúde	Positiva - SIOPS-DATASUS (2010)

<b>Categoria</b>	<b>Indicador de Saúde Ambiental (Critério)</b>	<b>Relação do Indicador</b>
Indicadores de coleta de esgoto	Ind18 - Percentual da rede sanitária via esgoto	Positiva - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind19 - Percentual rede sanitária via fossa séptica	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind20 - Percentual que não dispõe de instalação sanitária	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
Indicadores de coleta de lixo	Ind21 - Percentual de lixo coletado	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
	Ind22 - Percentual de lixo queimado	Negativa - DATASUS, IBGE (2002)
Indicadores relacionados ao acesso à água e a qualidade da água	Ind23 - Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind24 - Incidência das análises de cloro residual fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind25 - Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão (%)	Negativa - SNIS (2008)
	Ind26 - Índice de abastecimento via rede geral (%)	Positiva - SNIS (2008)

**Fonte:** Elaboração própria.

O significado e a justificativa da escolha dos indicadores pautam-se primeiramente na disponibilidade dos dados, bem como na análise da relação positiva/negativa que cada um tinha com os aspectos relacionados à saúde ambiental. Por exemplo, percentual da população coberta pelo Programa Saúde da Família (PSF), entende-se que, quanto maior for esse indicador, melhor será a situação do município em relação às questões que permeiam a saúde ambiental de determinada localidade (relação positiva), ou seja, quanto maior for o atendimento à população pelo PSF, atenção primária (atenção primária – trabalhar a promoção da saúde), melhor será esse cenário da saúde ambiental local. De outro modo, quanto maior for o indicador taxa de mortalidade infantil, pior será o desempenho daquela localidade

(área de estudo) em relação à saúde ambiental. Raciocínios análogos foram feitos para os demais indicadores escolhidos na pesquisa, levando-se em consideração estudos realizados que utilizaram esse mesmo entendimento: Waquil et al. (2007), Martins e Cândido (2008), Carvalho et al. (2011).

Nessa fase, procurou observar o entendimento Calijuri et al. (2009), quando enfatizam que a problemática da relação saúde-ambiente é caracterizada pela multidisciplinaridade dos fatores que a compõem. Eles podem ser de ordem política, econômica, social, cultural, psicológica, genética, biológica, física e química. Observe que os indicadores selecionados se relacionam com as questões da saúde ambiental, que sejam: 9 indicadores de saúde, 4 demográficos, 3 econômicos, 3 de coleta de esgoto, 2 de coleta de lixo e 4 indicadores relacionados ao acesso à água e à qualidade da água.

Para este trabalho, foram utilizados dados cujas diferenças temporais fossem as menores possíveis e ainda que levassem em consideração a disponibilidade dos mesmos e o critério de escolha dos autores.

A escolha do Método Promethee II, como subsídio para a elaboração da metodologia proposta nesta pesquisa, justificase, em primeiro lugar, pelo seu fácil entendimento, potencializando, pois, a transparência do processo decisório e também o ordenamento das alternativas segundo os vários critérios – é simples, e os conceitos e parâmetros envolvidos em sua aplicação – indiferença, preferência fraca e preferência forte – têm um significado tangível para o decisor (JANNUZZI et al., 2009).

Já a definição dos pesos ( $w_j$ ) para os ( $n$ ), critérios presentes na análise do problema de decisão, pode ser visualizada na tabela a seguir. Atribuem-se pesos iguais aos indicadores. Adotou-se a estratégia de que cada um dos indicadores apresenta igual peso

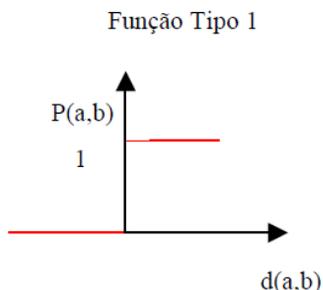
para a análise da saúde ambiental das cidades a serem estudadas, uma vez que se partiu do pressuposto que nenhum indicador apresenta melhor poder de explicação em relação ao outro. Portanto, todos exerciam a mesma intensidade sobre o índice a ser proposto.

**Tabela 2** – Matriz de Pesos dos Critérios

Critérios	$c1$	$c2$	$c3...$	$cj...$	$cn$
Pesos	$w1$	$w2$	$w3...$	$wj...$	$wn$

**Fonte:** Elaboração própria.

Analisando os dados coletados, foram escolhidos os critérios gerais e parâmetros do estudo e a função de preferência. No caso, a função de preferência do tipo 1 foi escolhida. Nessa função, o raciocínio deve ser realizado da seguinte forma: existe indiferença entre duas alternativas  $a$  e  $b$ , somente se  $f(a)=f(b)$ ; se as avaliações forem diferentes, há preferência estrita pela alternativa de avaliação melhor. Neste caso, não há necessidade de definição de parâmetros. Ou seja, para o caso da pesquisa, atribuiu-se 0 se o indicador fosse indiferente ou pior do que aquele que se foi comparado, 1 se o indicador fosse melhor.



**Figura 2**– Função de Preferência utilizada no estudo Tipo 1 Usual

**Fonte:** Cavassin, 2004.

Por sua vez, os fluxos positivos e negativos do método adotado no estudo foram calculados tomando-se como base as fórmulas abaixo.

**Tabela 3 – Fórmulas dos Fluxos Positivos e Negativos do Methodo Promethee II**

O índice de agregação de preferência ( $A_i, A_k$ ), dado por:	$\pi(A_i, A_k) = \sum_{j=1}^n w_j P_j(A_i, A_k)$
O fluxo de entrada que representa o Fluxo de Sobreclassificação Positivo, expressa o quanto uma alternativa “A” sobreclassifica as outras e é calculado através da fórmula:	$\phi^+(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_i, A_k)$
O fluxo de saída que representa o Fluxo de Sobreclassificação Negativo, expressa o quanto uma alternativa “A” é sobreclassificada por outras alternativas e é calculado através da fórmula:	$\phi^-(A_i) = \sum_{j=1}^m \pi(A_k, A_i)$
Para o método Promethee II é necessário calcular o fluxo líquido:	$\phi(A_i) = \phi^+(A_i) - \phi^-(A_i)$

**Fonte:** Adaptado de Silvério et al. (2007).

O programa PRADIN (Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores) versão 3.0 foi usado para subsidiar a elaboração dos relatórios via análises paritárias entre as cidades e os critérios (indicadores).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Comparação Paritária dos Municípios com os Respectivos Critérios

Os resultados encontrados após as comparações realizadas entre os municípios e os respectivos indicadores (26 no total) estão contidos no Apêndice desse estudo. A síntese geral realizada

(tabela 4) demonstrou que o município de São Domingos do Cariri foi o que apresentou o menor Indicador Multicritério de Saúde Ambiental (IMSA = -0,2332), seguido dos municípios de Amparo (IMSA = -0,2260), Zabelê (IMSA = -0,2163), São João do Tigre (IMSA = -0,2019), Congo (IMSAC = -0,1659), Coxixola (IMSA = -0,0986), São Sebastião do Umbuzeiro (IMSA = -0,0745), Barra de São Miguel (-0,0745), Cabaceiras (-0,0721), Camalaú (-0,0409), Ouro Velho (-0,0120) e São João do Cariri (-0,2332), já que estes municípios apresentaram IMSA negativo, ou seja, que necessitam de melhores estratégias de gestão públicas no intuito de melhorar esse cenário. Por sua vez, as cidades com melhores desempenhos, IMSA positivos foram: Monteiro (IMSA = 0,4519), Boqueirão (IMSA = 0,3750), Sumé (0,3149), Serra Branca (0,1562), Prata (0,1202).

Com os resultados apresentados na tabela 4, pode-se, ainda, identificar a posição do município segundo o Indicador Multicritério de Saúde Ambiental, numa escala de 0 a 100, bem como a ordem decrescente (posição ordinal do IMSA), por exemplo, as cidades de Monteiro, Boqueirão, Sumé e Serra Branca obtiveram os maiores valores quanto ao IMSA ocupando as posições 17, 16, 15 e 14 respectivamente, sendo estas as cidades que apresentam o maior indicador de saúde ambiental, conforme os parâmetros de escolha dos vinte e seis indicadores analisados. Enquanto que São Domingos do Cariri, Amparo, Zabelê e São João do Tigre tiveram as menores cifras quanto ao IMSA ocupando a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª posições, ou seja, configuram-se como cidades situação inversa que necessitam de maiores investimentos e políticas públicas condizentes com cada realidade local. Veja o comportamento de cada município no *ranking* do gráfico 1. O uso do *ranking* dos municípios se torna essencial, já que permite visualizar o desempenho

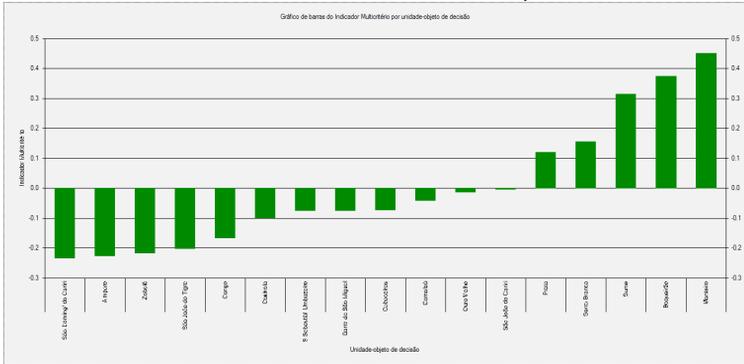
de cada município e ainda pode permitir a comparação dos municípios ao longo do tempo.

**Tabela 4 – Ranking** do Indicador Multicritério de Saúde Ambiental dos Municípios (IMSA)

Ranquink/ Municípios	Indicador Multicritério (IMSA)	Esc 0 – 100	Posição	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo
1° Monteiro	0,4519	99,9	17	70,9	25,7
2° Boqueirão	0,3750	88,7	16	65,1	27,6
3° Sumé	0,3149	80,0	15	62,2	30,7
4° Serra Branca	0,1562	56,8	14	53,6	37,9
5° Prata	0,1202	51,5	13	52,8	40,8
6° São João do Cariri	-0,2332	0,0	12	46,1	46,3
7° Ouro Velho	-0,0120	32,2	11	45,4	46,6
8° Camalaú	-0,0409	28,0	10	43,0	47,1
9° Cabaceiras	-0,0721	23,5	9	42,7	49,9
10° Barra de São Miguel	-0,0745	23,1	8	41,5	49,0
11° São Sebastião do Umbuzeiro	-0,0745	23,1	7	40,3	57,8
12° Coxixola	-0,0986	19,6	6	41,3	51,2
13° Congo	-0,1659	9,8	5	36,7	53,3
14° São João do Tigre	-0,2019	4,5	4	34,8	55,0
15° Zabelê	-0,2163	2,4	3	32,6	54,3
16° Amparo	-0,2260	1,0	2	32,6	55,2
17° São Domingos do Cariri	-0,2332	0,0	1	32,2	55,5

**Fonte:** Dados da pesquisa.

**Gráfico 1 – Ranking do Indicador Multicritério de Saúde Ambiental dos Municípios**



**Fonte:** Dados da pesquisa, com base no Pradin, versão 3.0.

Os fluxos de superação são representados por fluxos positivos e negativos (tabela 5). Eles indicam o percentual de comparações de indicadores (duas a duas) em que o município superou ou foi superado pelos demais, conforme a função de preferência definida (neste caso, o Critério Usual). Observe que Monteiro apresentou maior fluxo de superação positiva, quando comparado com cada um dos outros municípios estudados, superou em 70,9% das comparações e foi superado em aproximadamente 25,7%. Boqueirão superou 65,1% e foi superado em 27,6%. Em outras palavras, isso quer dizer que em se tratando de saúde ambiental, Monteiro, Boqueirão, Sumé, Serra Branca e Prata não estão em situação desfavorável, uma vez que seus indicadores superaram os demais municípios na grande maioria das comparações realizadas.

**Tabela 5** – Fluxos positivos e negativos das análises paritárias

Fluxos/Municípios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Fluxos +	70,9	65,1	62,2	53,6	52,8	46,1	45,4	43,0	42,7	41,5	40,3	41,3	36,7	34,8	32,6	32,6	32,2
Fluxos -	25,7	27,6	30,7	37,9	40,8	46,3	46,6	47,1	49,9	49,0	57,8	51,2	53,3	55,0	54,3	55,2	55,5
Fluxos + (-) Fluxos -	45,2	37,5	31,5	15,7	12,0	2,8	(-1,2)	(4,1)	(7,2)	(7,5)	(17,5)	(9,9)	(16,6)	(20,2)	(21,7)	(22,6)	(23,3)

**Fonte:** Dados da pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais descobertas encontradas com essa metodologia se configuram como de grande importância ao estudo, uma vez que contribuem com mais um olhar para a região estudada, capaz de estabelecer um índice de saúde ambiental para os municípios através da análise de indicadores e dimensões.

A ordenação obtida através do método *Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation* (Promethée II) enfatiza a distinção entre as cidades mais e menos saudáveis dentro do contexto ambiental. Enquanto o município de Monteiro foi considerado como mais sustentável (melhor saúde ambiental) com um fluxo líquido de 45,2, o de São Domingos do Cariri obteve o pior fluxo líquido (negativo) de -23,3.

Notadamente, fica evidente que a aplicação do Método Promethée II no estudo de caso pode apresentar outros resultados se os parâmetros das funções de preferências forem outros, posto ser uma característica intrínseca do método. Com a finalização deste estudo, é possível então fazer uma análise crítica da situação das cidades da região que detêm melhor situação de saúde ambiental, oferecendo uma contribuição para esta área, de modo que seja feita uma reflexão acerca do nível de desenvolvimento das cidades investigadas e supostamente possa dar subsídios à formulação de melhores políticas públicas.

Apesar de os resultados gerados pela aplicação prática da metodologia serem considerados satisfatórios, já que permitem entender melhor o contexto paraibano em estudo, espera-se que surjam novas inquietações e diferentes possibilidades analíticas a partir dos resultados de saúde ambiental mensurados propostos, principalmente porque o conhecimento associado à mensuração de sustentabilidade e de saúde ambiental no contexto geográfico, em apreço, ainda, encontra-se em fase de amadurecimento e desenvolvimento científico.

A limitação do estudo concentra-se no fato de que existem muitas limitações na construção de um índice de saúde ambiental (e por que não dizer de sustentabilidade ambiental) e, ainda, algumas arbitrariedades, dentre elas, se será um indicador constituído por várias dimensões ou apenas uma, bem como qual (is) dimensão (ões) entrará (ão) na composição do indicador, bem como a definição de seus pesos, configurando-se como passos arbitrários pela razão de não existir dimensões, pesos e índices impostos pela sociedade, conforme argumentam Santos (2004) e Dutt-Ross et al. (2010).

Destaque-se também que, no presente estudo, foi feita a opção por selecionar apenas 26 indicadores e 17 cidades. Espera-se que esses resultados estimulem o desenvolvimento de novas pesquisas, de modo que seja possível ampliar o número de indicadores e dimensões (social, econômica, ambiental, político-institucional etc.).

O *CNPq* (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a *CAPES* (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) auxiliaram financeiramente a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AESA – AGÊNCIA ESTADUAL DE ÁGUAS. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br> Acesso em: 30 set. 2011.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; COSTA, Ana Paula C. Seixas. Modelo de Decisão Multicritério para Priorização de Sistemas de Informação com base no Método Promethee. **Revista Gestão da Produção**, v.9, n.2, p.201-214, ago. 2002.

ARAÚJO, A. G. de; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Apoio à decisão na seleção de investimentos em petróleo e gás: uma aplicação utilizando o método PROMETHEE. **Revista Gest. Prod.**, São Carlos, v.16, n.4, p.534-543, out./dez. 2009.

BRASIL. Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico. **Lei Nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007**. Disponível em: <[www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 23 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de Saúde** - Aspectos Conceituais. Disponível em: [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/curso\\_indicadores.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/curso_indicadores.pdf). Acesso em: 04 out. 2011.

CARVALHO, José Ribamar M. de; CARVALHO, Enyedjka Kerlly M. Araújo; CURI, Wilson Fadlo. Avaliação da Sustentabilidade Ambiental de Municípios Paraibanos: Uma Aplicação Utilizando o Método Promethee II. **Revista Gestão & Regionalidade**, v.27, n. 80, mai-ago/2011, p.71-84.

CARVALHO, José Ribamar M. de; CURI, Wilson F.; ARAÚJO CARVALHO, Enyedja K. M. A.; CURI, Rosires C. Indicadores de Sustentabilidade Hidroambiental: Um Estudo na Região

do Alto Curso do Rio Paraíba, PB. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, ano 23, n.2, maio/ago, 2011, p.295-310.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 ago. 2010.

CALIJURI, Maria Lúcia; SANTIAGO, Aníbal da Fonseca; CAMARGO, Rodrigo de Arruda; MOREIRA NETO, Ronan Fernandes. Estudo de indicadores de saúde ambiental e de saneamento em cidade do Norte do Brasil. **Revista Eng. Sanit. Ambiental**, v.14 , n.1, jan/mar 2009, p.19-28.

CAVASSIN, Sirlei Aparecida. **Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná com Base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. (Dissertação) Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSMS): metodologia para análise e cálculo do IDSMS e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba**. João Pessoa: Sebrae, 2008.

JANNUZZI, Paulo de M.; MIRANDA, Wilmer L. de; SILVA, Daniela Santos G. da. Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. **Revista Informática Pública**, ano11, v.1, 2009, p.69 - 87.

PEREIRA, Maurício Gomes. **Epidemiologia** – Teoria e Prática. 11. reimpr. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

PHILIPPI JR. Arlindo; SILVEIRA, Vicente Fernando. Saneamento Ambiental e Ecologia Aplicada. In: **Curso de Gestão Ambiental** (Orgs.) Arlindo Philippi Jr.; Marcelo de Andrade Rómero; Gilda Collet Bruna. Barueri, SP: Manole, 2004, p.19-52.

PRADIN – Programa para Apoio à Tomada de Decisão baseada em Indicadores: versão 3.0. Associação Nacional das Instituições de Planejamento, Pesquisa e Estatística – ANIPES. Disponível em: <<http://www.anipes.org.br>>. Acesso em: 06 mar. 2011.

MALTA, Roberto Carlos Grassi. **Estudo Epidemiológico dos Parasitas Intestinais em Crianças no Município de Votuporanga - SP**. (Dissertação) Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005, 124 p.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Saúde e Ambiente: Uma Relação Necessária. In: **Tratado de Saúde Coletiva**. Gastão Wagner de Sousa Campos, et. al. São Paulo: Hucitec, Rio de Janeiro. Ed. Fiocruz, 2008, p.81-107.

MORAIS, Daniele Costa; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Avaliação Multicritério para Adequação de Sistemas de Redução de Perdas de Água. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Curitiba – PR, Brasil. **Anais...** Curitiba, ENEGEP, 23 a 25 de outubro de 2002, p.8.

QUEIROZ, Josiane Teresina M. de; HELLER, Léo; SILVA, Sara Ramos da. Análise da Correlação de Ocorrência da Doença

Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória-ES. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, v.18, n.3, 2009, p.479-489.

SILVA, Daniela Santos Gomes da. **Construção de Indicadores de Condições de Vida através da Análise Multicritério**: estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense. (Dissertação) Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais (Mestrado). Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro, 2007, p.148.

SILVERIO, Lidiane B.; FERREIRA, Alice S.; RANGEL, Luís Alberto D. Avaliação das Cidades da Região Sul Fluminense empregando o Método PROMETHEE II. In: **Anais... XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2007, p.10.

SOBRAL, André; FREITAS, Carlos Machado de. Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, v.19, n1, p.35-47, 2010.

SOUZA, José Henrique; PAULELLA, Ernesto Dimas; TACHIZAWA. Takeshy; POZO, Hamilton. Desenvolvimento de Indicadores Síntese para o Desempenho Ambiental. **Revista Saúde e Sociedade**, USP, São Paulo, v.18, n.3, p.500-514, 2009.

WAQUIL, Paulo Dabd; et al. Para Medir o Desenvolvimento Territorial Rural: Validação de Uma Proposta Metodológica. In: XLV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL. Universidade Estadual de Londrina, PR, Brasil. **Anais... SOBER**, 22 a 25 de julho, 2007, p.22.



# CAPÍTULO 2



## **ASPECTOS TEÓRICOS E PRÁTICOS DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO NA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE**

*Josandra Araújo Barreto de Melo*

### **INTRODUÇÃO**

Para discorrer sobre o ordenamento do território e sua relação com a proposta de equidade social, econômica e ambiental, pilares que fundamentam a sustentabilidade, é necessário apresentar a compreensão do marco conceitual que lhe fundamenta, levando-se em consideração a representatividade do território enquanto categoria analítica da Geografia, desde a sua institucionalização enquanto ciência, no século XIX.

Neste direcionamento, o ordenamento tem como objetivo central a correta e eficaz utilização do território, de acordo com as suas potencialidades e limitações, conferindo uma intencionalidade ao espaço e possibilitando ao Estado exercer maior controle sobre as atividades desenvolvidas.

Isso implica dizer que uma comunidade humana, um tipo de atividade ou alguma prestação de serviço só deveriam

implantar-se em zonas adequadas ao desenvolvimento e à estabilidade, não provocando danos ao ambiente. Nesses termos, o ordenamento territorial apresenta-se como uma ferramenta decisiva na gestão dos riscos, por possibilitar a prevenção, mitigação e correção dos danos e prejuízos causados pelos desastres ecológicos. Portanto, o ordenamento do território é uma ferramenta para o desenvolvimento local, configurando-se como um instrumento institucional e processual de aplicação das políticas de sustentabilidade.

Por outro lado, a Geografia tem fornecido importantes contribuições para o ordenamento do território, principalmente nas fases de preparação, diagnóstico e planejamento, haja vista que a etapa de gestão compete ao Estado, a partir do engajamento com a sociedade organizada, levando-se em conta as suas reivindicações.

Segundo Furlan (2004), os maiores registros da contribuição da Geografia nos Planos de Ordenamento Territorial encontram-se na cartografia dos estudos que se potencializam a partir da incorporação das novas tecnologias de informação – sensoriamento remoto e geoprocessamento. Entretanto, não bastam os instrumentos que viabilizam a sistematização de um grande número de informações. É necessária, ainda, a análise geográfica quanto às abordagens conceituais sobre o território e seu ordenamento, visto que se quer ordenar o espaço socialmente construído, portanto, um produto humano, e o indivíduo deve se reconhecer como parte de sua produção.

## **O CONCEITO DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E SUA RELAÇÃO COM A SUSTENTABILIDADE**

Segundo Moreira (2007), a palavra ordenamento é um derivativo de ordem e sempre se refere ao que a ordem pretenda vir como ordem. Diz-se que a sociedade está territorialmente ordenada no sentido de uma orientação de direção, querendo-se dizer com isso que as relações da sociedade arrumam-se na forma de um arranjo do território, o que leva a que seus movimentos convirjam para uma finalidade predeterminada. Esse arranjo, por sua vez, organiza e orienta o rumo da sociedade no sentido dessa finalidade.

Assim, o conceito de ordenamento territorial inclui a ideia de uma orientação para um fim. Pode ser o de assegurar a organização espacial da sociedade no sentido da centralidade ou alteridade. A primeira é pautada nos princípios de uma sociedade organizada numa estrutura de espaço e contraespaço, advinda do estabelecimento de uma relação entre a localização e a distribuição na forma da centralidade, em que o ordenamento visa conter e manter os conflitos em limites administráveis, instaurando, por meio de normas, um quadro de regulação societária alicerçado na hegemonia política das classes que dão a referência do centro. Já a segunda forma de organização espacial é regida pelo princípio de uma sociedade baseada numa estrutura de pluralidade espacial de equivalência, que advém do estabelecimento da relação entre a localização e a distribuição na forma de alteridade. Ao se organizar com base numa relação de contradição, que já nasce estruturalmente autorregulada pela própria presença de iguais na distribuição, a forma de ordenamento territorial que regula a sociedade é a que orienta nitidamente na direção de um caminho de relações cooperativas.

Conforme se apoie na referência da centralidade ou da alteridade do sistema das localizações, a sociedade se estrutura como sendo de conflito ou de cooperação. Esse é o princípio do ordenamento. A tensão espacial pede uma regulação. E a regulação espacial vem na forma do ordenamento do território (MOREIRA, 2007, p.77).

Na verdade, o processo de ordenamento territorial, empiricamente, não é atual, visto que a organização do espaço sempre foi uma premissa para os grupos humanos, desde a criação dos primeiros assentamentos sob objetivos e normas comuns. Esta disposição vem sendo observada desde a Antiguidade, quando já existiam formas de ordenamento.

Segundo Santos (2004), as primeiras informações sobre organização espacial descrevem ideias ligadas à prática da agricultura e da pesca, sempre se considerando os aspectos ambientais, como topografia e microclima e respeitando-se “o tempo da natureza”. Entretanto, do ponto de vista institucional, as políticas oficiais de ordenamento territorial são recentes, datadas do pós-guerra nos países europeus, que têm maior tradição nesses estudos.

No Brasil, a política nacional de ordenamento territorial, tendo como pressupostos os aspectos inerentes a uma concepção mais abrangente de território – além das fronteiras políticas de intervenção do Estado – foi iniciada em 2003, quinze anos após a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, caracterizando, portanto, um grande atraso em relação às nações desenvolvidas e aos próprios princípios constitucionais que consagraram o planejamento da atividade econômica e a redução dos desequilíbrios regionais.

Isso não quer dizer que, no Brasil, não existia uma prática de ordenamento do território há mais tempo, através dos órgãos

setoriais do Estado, mesmo sem embasamento no real sentido do ordenamento, conforme a sua correta acepção. Na verdade, a concepção de ordenamento existente até então remonta à geografia regional francesa da década de 1960, que buscava utilizar o arsenal teórico e técnico desenvolvido para a análise regional em programas de planejamento estatal, tendo como objetivo a articulação das diferentes políticas públicas numa base territorial entendida como uma região-piloto (MORAES, 2005, p.141). Nesse contexto, a meta buscada era a de incremento e equalização do crescimento econômico, superando as desigualdades regionais e procurando promover o bem-estar social. O apoio às regiões economicamente mais vulneráveis emergia como instrumento de consolidação de um mercado nacional. Foi nesse contexto que foram criados os órgãos de fomento ao desenvolvimento regional como a SUDENE, a SUDAM, a SUDECO e a SUDESUL.

Nesse contexto de crise do nacional-desenvolvimentismo e do planejamento centralizado, os países do sul, como o Brasil, tiveram que atualizar suas políticas e requalificar suas necessidades de ordenamento territorial (RÜCKERT, 2007, p.2).

Segundo o mencionado autor, a Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT), ainda, conserva, nesse novo contexto, características da política anterior, visto que é caracterizada como um instrumento de planejamento, como elemento de organização e de ampliação da racionalização espacial das ações do Estado, visando articular a política de ordenamento territorial em sua íntegra com a política de desenvolvimento regional, tendo em vista o gigantismo territorial e a necessidade de desconcentração de riqueza e população. Entretanto, como diferencial, passa a contemplar os distintos significados que adquirem os usos políticos do território e as novas formas e

conteúdos territoriais, bem como o papel desempenhado pelos atores locais, cujas identidades e experiências associativas comunitárias representam a consolidação genuína do poder e a possibilidade de articulação com outras instâncias do público e do privado sendo, portanto, condutora do seu desenvolvimento.

Essa nova dimensão da Política Nacional de Ordenamento Territorial congrega alguns dos objetivos considerados por Haesbaert (2006) como essenciais para um ordenamento consistente e, ao mesmo tempo, mais coerente com a realidade social:

Diminuir as desigualdades socioespaciais e o grau de exclusão da população, incluindo não apenas a melhoria das condições materiais em sentido mais estrito, mas também a acessibilidade às conexões que estimulam hoje a formação de redes ou de articulações extralocais, única forma de efetuar e consolidar mudanças estruturais;

Aumentar o nível de democratização e representatividade dos espaços políticos, a partir da descentralização do poder e da tomada de decisões com maior participação popular;

Fomentar o comprometimento público com as iniciativas a serem executadas através não apenas do resgate e fortalecimento de identidades territoriais homogêneas, mas que deem conta, efetivamente, da combinação específica entre múltiplas identidades culturais locais;

Integrar múltiplas escalas, o que envolve não cair nem no localismo nem no

globalismo, fazendo-se necessária uma integração multiescalar e multiterritorial, que configuram um todo complexo, que vai além da setorização em aspectos políticos, econômicos, culturais e naturais.

Um setor estratégico dentro dessa nova política que está pautada em princípios de descentralização é a gestão ambiental. Segundo Cunha e Coelho (2008), a partir de meados da década de 1980, mais especificamente a partir da promulgação da nova Constituição Federal (1988), o processo de formulação e implementação da política ambiental no país passou a ser, cada vez mais, produto da interação entre ideias, valores e estratégias de ação de atores sociais diversos, num campo marcado por contradições, alianças e conflitos que emergem da multiplicidade de interesses envolvidos com o problema da proteção ao meio ambiente.

Esses conflitos se tornam mais evidentes, quando envolvem interesses econômicos, na medida em que se reconhece que a gestão ambiental consiste em compatibilizar as necessidades da sociedade com a capacidade de suporte do território, pois se sabe que tal compatibilidade sempre implica no estabelecimento de limitações ao direito da propriedade. Dessa forma, vê-se que a gestão ambiental é uma questão de gestão do território, embora nem sempre se tenha essa consciência, sobretudo motivado pelo fato de que o Estado não foi capaz de implementar políticas integradas de transformação socioespacial e de regulação dos comportamentos individuais e coletivos (CUNHA; COELHO, 2008, p. 43-44).

Nesse contexto, a dimensão ambiental, no Brasil, geralmente se diluiu dentro de propostas convincentes apoiadas nas

informações socioeconômicas, quando a questão era constituir um sujeito único do meio ambiente na diversidade de frações da burocracia estatal, principalmente até o final da década de 1980, período em que a ação intervencionista do Estado chegou ao ápice. Segundo Furlan (2004), nesse período, o ambiente foi analisado como um conjunto de componentes e fatores que interagiam com os diferentes setores sociais e econômicos, mas sem ser considerado como fundamento orientador. Nesse contexto, os usos dos recursos naturais foram orientados pelos interesses produtivos, embora já houvesse uma regulação dos seus usos, desde 1930 (CUNHA; COELHO, op. cit., p.46).

No final de década de 1980, o contexto mundial passou a requerer uma mudança de atitudes. Esse período foi marcado pela emergência de uma consciência planetária acerca da crise ambiental e pela publicação do Relatório da Comissão Brundtland, que culminaram na realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, no Rio de Janeiro. Esta conferência internacional objetivou a proposição de estratégias, mecanismos e instrumentos econômicos e sociais para a melhoria da qualidade ambiental e do uso dos recursos naturais. Verifica-se, portanto, que as contingências mundiais exerceram papel fundamental para a formulação de novos valores que vieram a passar todas as esferas da estrutura do Estado, norteadas por todas as políticas, dentre elas, as políticas de ordenamento territorial e a política ambiental.

Entrou em cena, a partir de então, um período marcado pelos princípios de democratização e de descentralização decisória e pela rápida disseminação da noção de desenvolvimento sustentável, definido como “aquele que satisfaz as necessidades da atualidade sem comprometer a capacidade das gerações

futuras para satisfazer as suas” (SEABRA, 2008, p.169). Num contexto histórico marcado pela busca da redemocratização da sociedade e pelo desgaste progressivo da opção pela modernização conservadora, a difusão da ideia de sustentabilidade das estratégias de desenvolvimento parecia sugerir, à primeira vista, uma abertura mais decidida à efetivação do direito de todos os cidadãos brasileiros a um meio ambiente saudável, ao emprego e ao direito à cidadania plena (SACHS, 2007, p.10).

Nesse contexto, o envolvimento da sociedade local nas questões ambientais passou a ser debatido e difundido, assim como as noções de divisão de responsabilidades e de complementaridade entre as competências federal, estaduais e municipais. Processo que foi acompanhado pelas discussões sobre o papel dos diversos atores sociais na reformulação das políticas públicas e no ordenamento das demandas setoriais e regionais. Nesse momento, o Estado passou a desprender esforços para a alocação de recursos e para o emprego estratégico de instrumentos econômicos destinados a promover práticas ecológicas e a inviabilizar comportamentos predatórios, incluindo o estímulo a novas formas de manejo dos recursos naturais e a promoção dos instrumentos de parceria entre o poder público e a sociedade civil, ampliando os passos em direção à construção de formas de gestão ambiental participativa.

Entretanto, como existem valores difundidos ao longo de séculos de distorções socioeconômicas, culturais e ambientais, ainda existe um longo caminho a ser trilhado para que os conflitos sejam resolvidos e possa haver uma maior possibilidade de diálogo entre o ordenamento territorial e a sustentabilidade. Segundo Ascelard (2001), o contexto da década de 1990 foi de desemprego, crise social, perda do poder regulatório do Estado sobre o movimento de mercadorias e de capitais, fatores que

comprometem a implantação de uma política ambiental integrada e que concretizam um isolamento entre o setor ambiental do governo e os mecanismos de efetiva gestão estatal do meio ambiente, fazendo com que o “meio ambiente fosse visto como uma simples restrição a ser acrescida ao conjunto das políticas públicas” (ASCELARD, op. cit., p.88).

Para que a relação entre o ordenamento territorial e a sustentabilidade socioambiental se efetive é imprescindível que a questão ambiental seja vista como uma luta social e política, ultrapassando as construções discursivas que cercam a questão ecológica. Na verdade, segundo Ascelard (op. cit.), as lutas socioambientais se opõem aos diferentes modos de apropriação da natureza, evidenciando o seu caráter democrático, pois essas lutas contestam o exercício ilimitado do direito da propriedade privada dos recursos naturais; que explicitam a existência de consumo forçado, por parte da população mais pobre, de produtos invendáveis da atividade capitalista (resíduos sólidos, efluentes industriais, dentre outros); e que questionam a capacidade autorregulatória do mercado, cujo mecanismo de preços orienta os agentes econômicos a considerarem o meio ambiente como um elemento de custo zero para os fins de acumulação privada de capital. São lutas que potencializam a sustentabilidade e o consequente ordenamento territorial, numa perspectiva de alteridade.

Porto-Gonçalves (1998) reforça esse entendimento, quando aponta as lutas sociais como o único caminho para a superação das desigualdades, da exploração da natureza e demais características do modelo de desenvolvimento capitalista. Segundo o autor, é por representarem esse potencial que a globalização neoliberal tenta, de todas as formas, e com sucesso, reprimi-las. Na sua obra “Os (des) caminhos do meio ambiente”,

Porto-Gonçalves (1998) descreve quem são os protagonistas dessas lutas e suas trajetórias no cenário mundial. De forma resumida, são as lutas representadas pelos movimentos sociais dos operários, dos negros, mulheres, jovens, camponeses, indígenas e demais atores marginalizados pelo sistema que discrimina quem não se enquadra nos padrões de “igualdade” aos povos das nações ricas e desenvolvidas, juntamente com as lutas ecológicas, que mesmo não tendo um corpo concreto e tendo um caráter difuso em relação às lutas sociais, constituem importante movimento político e cultural ao propugnar outra ordem nas relações sociedade-natureza.

Dessa forma, para o efetivo diálogo entre o ordenamento territorial e a sustentabilidade, existe a necessidade da junção de esforços do Estado, da sociedade civil e das instituições, processo a ser embasado no envolvimento de todas as áreas do conhecimento, através de uma elaboração inter e transdisciplinar, na tentativa de construção de uma proposta que entenda a realidade em sua totalidade, superando os reducionismos, fragmentações e valores imediatistas, que já comprovaram não serem capazes de promover uma relação harmônica entre sociedade-natureza.

No caso da ciência geográfica, as reflexões acerca do seu objeto de estudo e de suas categorias de análise, em conjunto com as técnicas de que dispõe, podem contribuir significativamente, tanto do ponto de vista técnico quanto dos fundamentos e aplicações do ordenamento, que tem como um dos seus objetivos diagnosticar a aptidão dos diversos setores do território com vistas a propor o melhor uso, dependendo da situação encontrada, a preservação ou mesmo a recuperação das áreas degradadas por atividades que sejam incompatíveis com sua vocação de uso.

Verifica-se que conseguir alcançar a sustentabilidade é um dos principais desafios da política de ordenamento, pois tem que territorializar os princípios de equidade do desenvolvimento – o pensar global, mas agir localmente – e, ao mesmo tempo, prover de sustentabilidade o desenvolvimento do território, fazendo com que as atividades produtivas contribuam para o aperfeiçoamento das condições de vida da população e protejam o patrimônio ambiental a ser transmitido às gerações futuras (GUIMARÃES, 2004, p.49).

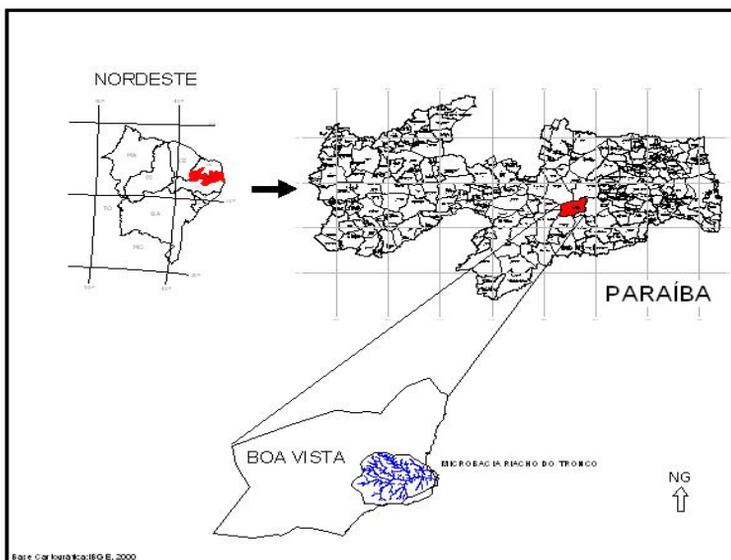
### **ESTUDO DE CASO EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

No Semiárido brasileiro, verifica-se que a ocupação das terras vem ocorrendo de forma desordenada, ocasionando degradação ambiental seguida do desencadeamento de processos de desertificação, desastre que, segundo dados do PAN-BRASIL (2004), atinge cerca de 55,25% do mencionado território, sendo o Estado da Paraíba um dos mais afetados, pois segundo informações contidas no Relatório Mudanças de Clima, Mudanças de Vida (GEENPEACE, 2006), este Estado já tem 29% do seu território comprometido por processos de desertificação, em nível grave e muito grave.

O território da Microbacia do Riacho do Tronco corresponde a cerca de 20% do município de Boa Vista, PB (Figura 1), um dos mais castigados pela estiagem no Estado da Paraíba. O efeito é tão significativo que não existe nos dados da produção municipal, (IBGE, 2006), nenhuma modalidade de lavoura permanente, sendo algumas culturas de sequeiro, as únicas a serem desenvolvidas, dependendo da disponibilidade de chuvas – escassas e mal distribuídas. Tal fato acarreta uma dependência

por parte da população pobre em relação aos recursos naturais, sendo a comercialização da madeira, muitas vezes, a única fonte de renda para muitas famílias, principalmente, no período de estio. No local, são extraídas duas toneladas anuais de madeira destinadas ao fabrico de carvão e 2.900 m<sup>3</sup> utilizadas e/ou vendidas como lenha (IBGE, 2006), ampliando a degradação e requerendo a tomada de medidas de proteção ambiental.

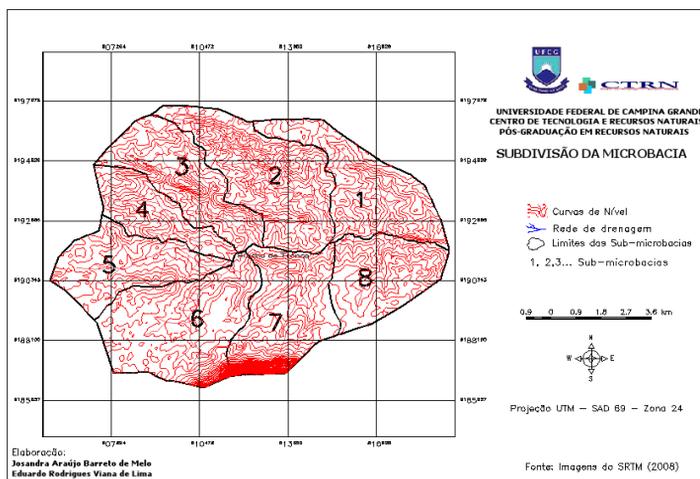
Pelo exposto, objetiva-se apresentar uma proposta de ordenamento para a Microbacia do Riacho do Tronco, elaborada a partir da integração entre informações do meio físico e socioeconômico, como forma de subsidiar a gestão territorial local.



**Figura 1** - Microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB

**Fonte:** Adaptada de fotografias aéreas disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Estado da Paraíba (1967) e carta topográfica da SUDENE (1972).

Para fins de sistematização, a microbacia foi subdividida em oito submicrobacias<sup>1</sup> (Figura 2), que foram delimitadas a partir da configuração geomorfológica, identificada pelas curvas de nível, equidistantes 5 metros, extraídas dos dados altimétricos de imagens do SRTM, sendo ajustadas ao contexto local pelo procedimento de interpolação, através do *software Global Mapper*.



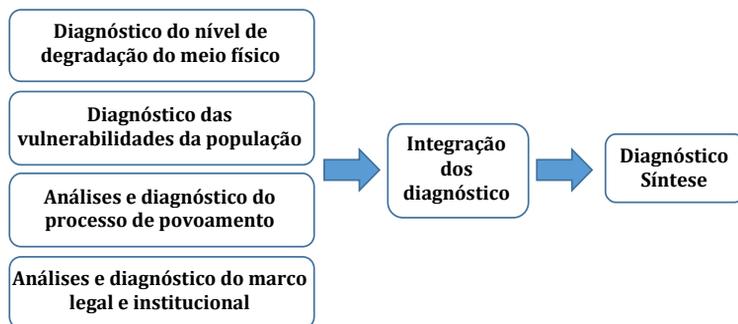
**Figura 2** - Território das submicrobacias integrantes da Microbacia do Riacho do Tronco  
**Fonte:** Imagens do SRTM (2005).

Embora se reconheçam as limitações desse procedimento nas áreas com maior diversidade nas formas de relevo, no caso presente, o trabalho de campo permitiu utilizar o procedimento com pouca possibilidade de produzir informações inverídicas, visto que o único diferencial de relevo significativo é a Serra do Monte, divisor sul da microbacia, estando as outras áreas em níveis que variam entre 450 e 500 m.

1 Nomenclatura utilizada por SCAPINI (2006).

Para a elaboração do Plano de Ordenamento, utilizou-se como referência a metodologia proposta por Gómez Orea (2007), tendo em vista a viabilização de aplicação da mesma na área. A estruturação distingue quatro fases descritas a seguir:

1. *Fase preparatória*: pode ser entendida como o projeto que contém a representação cartográfica do espaço, as intenções da instituição promotora, a problemática, a filosofia, a legislação aplicada, o conteúdo e o alcance das metas.
2. *Fase de diagnóstico*: refere-se ao conhecimento e interpretação do sistema territorial à luz de sua evolução histórica e de sua tendência futura na ausência de intervenção, implicando em entender como é e como funciona o sistema, que problemas lhe afetam e de que potencialidades se dispõe, com um nível de detalhe que permita tomar decisões sobre o mesmo. Através do esquema disposto na Figura 3, Gómez Orea (2007) propõe a sintetização das informações necessárias nesta fase:



**Figura 3** - Diagnóstico que subsidia o Plano de Ordenamento Territorial de uma área

**Fonte:** Gómez Orea (2007).

3. *Fase de planejamento*: ocorre pela identificação das potencialidades ambientais existentes no local e instrumentação de medidas de intervenção.
- *Identificação das potencialidades ambientais*: inventário das atividades desenvolvidas na microbacia e na análise da compatibilidade ambiental das mesmas, classificando-as em vocacionais, compatíveis sem limitações, compatíveis com limitações, compatíveis com avaliação de impacto ambiental e incompatíveis.
  - *Instrumentação*: a operacionalização das medidas ocorre pelos elementos:
    - 1) *Zoneamento do território*: estabelecimento de categorias de ordenamento;
    - 2) *Normatização associada ao zoneamento*: normas reguladoras do uso do solo e de comportamento dos agentes socioeconômicos;
    - 3) *Programa de intervenção*: dividido em programas, subprogramas e projetos.
  - *As categorias de ordenamento*: foram estabelecidas a partir dos critérios da abordagem sistêmica, sendo as submicrobacias consideradas unidades ambientais. Dessa forma, sugeriu-se o uso das terras procurando assegurar a preservação, conservação e exploração sustentada dos recursos naturais, a partir do conhecimento da aptidão natural, das classes de uso atual e do nível de degradação ambiental em cada submicrobacia, utilizando-se como fundamento o estudo feito por Melo (2010b). Foram estabelecidas as seguintes categorias:
    - 1) *Zonas de máxima proteção*: definidas em conformidade com o Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/1965) e a Resolução CONAMA 303/2002. Correspondem às

áreas de nascentes e matas ciliares e ainda a Serra do Monte;

- 2) *Zonas de uso restrito*: correspondem às áreas de vegetação de caatinga densa e semidensa, que estão cedendo lugar à pecuária;
  - 3) *Zonas de uso agrícola e pecuário*: são aptas para o desenvolvimento das atividades agrícolas e/ou pecuárias;
  - 4) *Zonas de recuperação ambiental*: áreas de solo exposto, oriundo da mineração e atividades agropecuárias. Também está incluído nesta categoria o território da submicrobacia dois, cuja aptidão natural é apenas para florestamento, tendo em vista o alto coeficiente de rugosidade local (MELO, 2010b, p.79).
- *Normatização associada às categorias de ordenamento*: o plano também levou em consideração as políticas de uso de recursos naturais, de preservação e conservação do meio ambiente vigentes na legislação ambiental brasileira, obedecendo aos seguintes instrumentos legais:
    - 1) *O princípio da função social da propriedade* – que define a estrutura do direito de propriedade, impondo limites ao seu exercício, presente na Constituição Federal de 1988 e na Lei nº 4.504/64 (imóveis rurais);
    - 2) *Lei nº 4.504/64* – no que tange aos artigos: 5º, que trata da dimensão da área dos módulos rurais; 16º, que estabelece a gradual extinção do latifúndio;
    - 3) *Lei nº 4.771/65* – apresenta importantes definições, que foram consideradas no trabalho, bem como a previsão de áreas de preservação permanente – APPs e áreas de reserva legal – espaços territoriais especialmente protegidos;

- 4) *Lei n° 6.938/8* – foram considerados os objetivos (art. 2°) e conceitos (art. 3°);
  - 5) *Lei n° 8.171/91* – no que tange aos artigos: 4°, que apresenta os instrumentos dessa política; 10°, que declara ser o solo patrimônio natural do país; 21°, que trata da desertificação; 19°, que estabelece que o Poder Público deverá disciplinar e fiscalizar o uso do solo, água, fauna e flora;
  - 6) *Lei n°. 9.433/97* - que cria o Sistema Nacional de gerenciamento de Recursos Hídricos, cuja unidade territorial adotada é a bacia hidrográfica;
  - 7) *Decreto Estadual 24.414/2003* (Dispõe sobre a exploração florestal no Estado da Paraíba e dá outras providências), através dos art. 1° e 9°;
  - 8) *Decreto Estadual 24.416/2003* (Dispõe sobre a reposição florestal obrigatória no Estado da Paraíba e dá outras providências), através do art. 1°;
  - 9) *Decreto Estadual 24.417/2003* (Dispõe sobre o uso alternativo do solo no Estado da Paraíba e dá outras providências), através do § 4 do art. 1°, § 2 e 3 do art. 4°, art. 6°, § 2 do art. 7°;
  - 10) *Lei 6002/1994* (Institui o Código Florestal do Estado da Paraíba e dá outras providências), através do art. 1°, § 2 do art. 7°, art. 11°, 15° e 19°;
  - 11) *Lei 6308/1996* (Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências), em observância ao artigo 2° III.
- *Programa de intervenção*: foi elaborado com medidas agrupadas em blocos hierárquicos em termos de programas, subprogramas e projetos.

4. *Fase de Gestão*: trata-se de aplicar o plano elaborado, dando seguimento e realizando avaliações constantes. Esta fase não constitui objetivo do presente trabalho, cabendo à população local, mediante o conhecimento da degradação ambiental e do grau de risco à desertificação, em conjunto com o poder público, Comitê da Bacia do Rio Paraíba e as instituições em geral, colocá-lo em prática.

## **PROPOSTA DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO DA MICROBACIA DO RIACHO DO TRONCO**

De acordo com a análise realizada por Melo (2010b), foi possível compreender que os problemas socioambientais da microbacia derivam de dois grandes tipos de ações que logo se ramificam em numerosas relações de causa-efeito.

### *1) Problemas derivados do uso/ocupação indiscriminada das terras*

Não existe planejamento de uso das terras que são ocupadas com atividades agropecuárias, sem acompanhamento técnico ou adoção de técnicas conservacionistas e com extração da argila bentonita, em alguns locais. No processo de extração mineral, não existe preocupação com os impactos ambientais e com a execução de planos de recuperação das áreas degradadas, descumprindo o que determina o Decreto Estadual de nº 24.417/2003, conforme Figuras 4 e 5.



**Figura 4** - Solo exposto na área das minas  
**Fonte:** Trabalho de campo (2010).



**Figura 5** - Talude aberto  
**Fonte:** Trabalho de campo (2010).

Dessa forma, a regeneração do ambiente é atribuída à ação da homeostasia e, na maioria das áreas, a dimensão dos impactos supera tal capacidade.

As práticas agrícolas são realizadas com culturas de subsistência, com práticas e instrumentos ancestrais, conforme verificado no diagnóstico de vulnerabilidade tecnológica realizado por Melo (2010b). Geralmente, desenvolvem-se nas áreas mais úmidas, representadas pelos poucos terrenos aluvionais existentes. Já a pecuária é desenvolvida extensivamente, sem preocupações conservacionistas. Tais práticas produzem uma cadeia de efeitos degradantes ambientais.

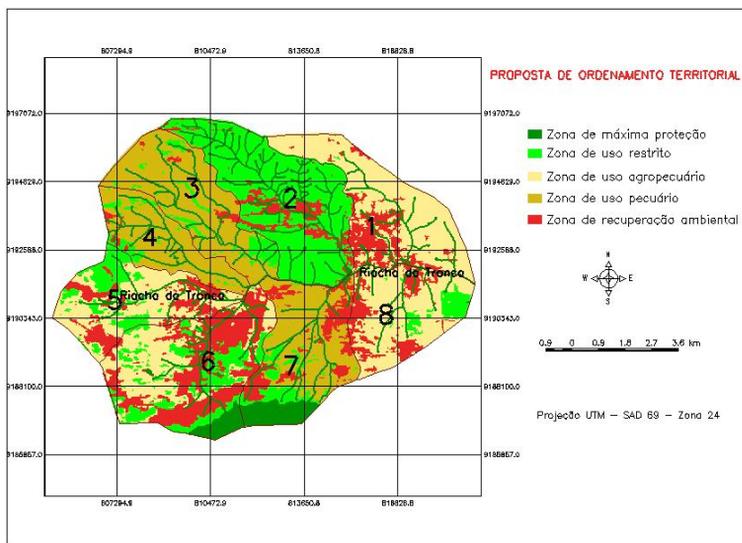
## 2) *Problemas socioeconômicos limitadores*

De acordo com os diagnósticos realizados por Melo (2010b), verifica-se o alto nível de vulnerabilidade socioeconômica que atinge a população local, fazendo com que a mesma não vivencie as transformações em curso mundialmente.

A maioria das famílias possui baixo nível de escolaridade e renda inferior a um salário mínimo, oriunda de atividades dependentes das chuvas, numa região de clima Semiárido e onde não existem políticas públicas eficazes de convivência com o fenômeno da seca, cujas ações que foram implementadas pelo Estado acerca dessa problemática contribuíram para ampliar ainda mais as desigualdades sociais existentes (MELO et al., 2009, p.2).

Para operacionalizar esta proposta de ordenamento, foi utilizado o conceito de aptidão natural, identificado para cada submicrobacia por Melo (2010b), que expressa a relação entre o meio e as atividades humanas em termos de vocacionalidade, compatibilidade e incompatibilidade. O interesse nesse tipo de estudo reside no fato de que as potencialidades não dependem dos recursos ambientais considerados isoladamente, mas a partir de sua interação sistêmica.

Sobre as submicrobacias, foram contabilizados os méritos de conservação do território, as degradações, as ameaças derivadas do antropismo, a aptidão natural do meio e a vulnerabilidade da população, sendo possível sugerir o uso das terras em cada submicrobacia, conforme representação contida na Figura 6, que serviu para subsidiar a Matriz de Potencialidades Ambientais para o desenvolvimento das atividades econômicas nas submicrobacias, presente no Quadro 1.



**Figura 6** - Proposta de Zoneamento para a Microbacia do Riacho do Tronco  
**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de Imagens do SRTM (2005).

		ATIVIDADES A CONSIDERAR NO PLANO DE ORDENAMENTO TERRITORIAL									
		ATIVIDADES PRODUTIVAS					CONSERVAÇÃO E REGENERAÇÃO DA NATUREZA			ATIVIDADES RECREATIVAS	
		Culturas de Sequeiro	Culturas Irrigadas	Pastagem	Florestas plantadas	Mineração	Reflorestamento sem fins comerciais	Preservação total	Recuperação ambiental	Geoturismo	Pesca
SUB-MICROBACIAS	01	V	V	V	CL	NA	C	NA	C	CL	NA
	02	I	I	I	I	NA	C	V	C	CL	NA
	03	I	I	V	I	NA	C	NA	C	CL	NA
	04	I	I	V	I	NA	C	NA	C	CL	NA
	05	V	V	V	CL	CI	C	NA	C	CL	NA
	06	V	V	V	CL	CI	C	NA	C	CL	NA
	07	I	I	V	I	CI	C	NA	C	CL	CL
	08	V	V	V	CL	NA	C	NA	C	CL	NA

**Quadro 1** - Matriz de Potencialidades Ambientais na Microbacia  
**Fonte:** Melo (2010b).

\***V:** vocacional; **C:** compatível sem limitações; **CL:** compatível com limitações; **CI:** compatível com avaliação de impacto ambiental; **I:** incompatível; **NA:** não aplicável.

A Figura 6 e o Quadro 1 apresentados subsidiaram a sugestão de programas, subprogramas e projetos de intervenção visando ao ordenamento territorial da microbacia em análise para, assim, impulsionar o desenvolvimento socioambiental, incentivar a participação da população e a equidade no âmbito da tomada de decisões, geração e distribuição de recursos, partindo do contexto das atividades agropecuárias, predominantes nas comunidades da microbacia.

## PROGRAMAS, SUBPROGRAMAS E PROJETOS DE INTERVENÇÃO SUGERIDOS PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL DA MICROBACIA

### *1) Educação contextualizada, conscientização e formação ambiental:*

1.1. Educação regular para crianças e adultos não alfabetizados;

1.1.1. Alfabetização e inserção da vivência dos alunos no cotidiano escolar;

1.2 Educação ambiental às crianças, jovens e adultos;

1.2.1. Inclusão de temas ambientais e do contexto local no currículo escolar;

1.2.2. Realização de aulas de campo com os alunos, enfatizando as potencialidades autóctones e a necessidade de conservação;

1.3. Sensibilização ambiental dirigida às autoridades locais, aos agentes socioeconômicos e à população em geral;

1.3.1. Edição de material didático sobre os recursos naturais da microbacia, enfatizando o princípio da responsabilidade compartilhada;

1.4. Formação de quadros para a gestão ambiental;

1.4.1. Convênio com as universidades para a formação de quadros em matéria ambiental, voltado para os campos de avaliação de impacto, diagnósticos ambientais e recuperação de áreas degradadas;

1.4.2. Convênio com universidades e órgãos de pesquisa para a criação de um inventário dos recursos naturais locais e sua difusão entre os agentes socioeconômicos e a população em geral.

## *2. Conservação dos espaços, espécies e elementos singulares:*

2.1. Catalogação das espécies da fauna e flora local;

2.1.1 Convênio com as universidades e órgãos de pesquisas para a realização de um inventário das espécies animais e vegetais;

2.2. Substituição do uso da lenha e carvão vegetal no consumo doméstico;

2.2.1. Investimento em fontes de energia alternativas;

2.3. Garantia do funcionamento dos canais, ravinas e tributários, bem como de uma convivência harmônica entre a população e os recursos naturais;

2.3.1. Investimento em sensibilização dos proprietários rurais sobre o papel das Áreas de Proteção Permanentes;

2.3.2. Fiscalização do cumprimento da legislação que disciplina o uso do solo.

## *3. Adequação do comportamento ambiental dos agentes socioeconômicos:*

3.1. Redução do desmatamento;

3.1.1. Conscientização acerca do papel da vegetação para a conservação do solo e quantidade/qualidade da água;

3.1.2. Fiscalização quanto ao cumprimento das leis e decretos que disciplinam a exploração e reposição florestal e o uso do solo;

3.1.3. Implementação de políticas de geração de renda, reduzindo a dependência em relação à madeira e lenha;

3.1.4. Incentivo à difusão de fontes de energia limpas e mais baratas;

3.2 Adoção de práticas agropecuárias compatíveis com as características do local;

3.2.1. Aproveitamento dos saberes locais que compreendem informações sobre clima, propriedades dos solos, cultivos, animais domésticos, dentre outros na formulação do planejamento de práticas agropecuárias;

3.2.2. Conscientização sobre a importância da adoção de técnicas de contenção e manutenção das propriedades físicas e químicas do solo;

3.2.3. Investimento em assistência técnica pelos órgãos competentes;

3.2.4. Criação de mecanismos de incentivo à valorização e escoamento adequado dos produtos advindos da agropecuária local;

3.3. Regeneração natural e/ou controlada das Áreas de Proteção Permanentes;

3.3.1. Sensibilização sobre a importância das APPs para o manejo da microbacia;

3.3.2. Realização de estudos diagnósticos acerca da diversidade de espécies nas áreas a serem regeneradas, podendo ser introduzidas espécies da Caatinga que tenham sido extintas na área, de forma a promover a diversidade vegetal e se assemelhar ao ambiente original;

3.3.3. Fiscalização ao cumprimento da legislação ambiental (Código Florestal do Estado da Paraíba, Lei 6002/1994);

3.3.4. Regeneração das coroas de proteção das nascentes, as matas ciliares e o entorno dos reservatórios;

3.4. Criação/manutenção das áreas de Reserva Legal;

3.4.1. Sensibilização sobre o significado da Reserva Legal e sua importância para o equilíbrio ambiental local;

3.4.2. Investimento em assistência técnica por parte dos órgãos ambientais competentes para delimitação dessas áreas e orientação sobre os trâmites legais necessários à regulamentação;

3.4.3. Fiscalização acerca da manutenção dessas áreas;

3.5. Construção de reservatórios de água;

3.5.1. Construção de barragens subterrâneas e superficiais, poços e cisternas nas propriedades que ainda não dispõem;

3.6. Execução de técnicas de recuperação das propriedades do solo;

3.6.1. Investimento em assistência técnica por parte dos órgãos de extensão rural e Universidades;

3.6.2. Realização de análise dos parâmetros físicos e químicos dos solos das áreas mais degradadas;

3.6.3. Utilização de adubação orgânica;

3.6.4. Delimitação de áreas de pousio nas propriedades visando à regeneração dos recursos naturais;

3.6.5. Utilização de cobertura no solo, seja por espécies vivas ou por incorporação de restos culturais;

3.7. Reutilização das águas residuárias e destinação dos efluentes;

3.7.1. Realização de palestras sobre a importância da água e do reúso que pode ser dado às águas de consumo doméstico;

3.7.2. Viabilização da construção de fossas sépticas em todas as residências que ainda não dispõem;

3.8. Realização de coleta seletiva dos resíduos sólidos;

3.8.1. Realização de palestras sobre matérias-primas, recursos naturais renováveis e não renováveis e as possibilidades de reaproveitamento e reciclagem de produtos, mediante a coleta seletiva;

3.8.2. Realização de convênios que possibilitem a criação de infraestrutura que viabilize a coleta seletiva e destinação dos produtos para o mercado, possibilitando a complementação da renda das famílias;

3.9. Recuperação das áreas degradadas pela extração da argila bentonita;

3.9.1. Realização de um estudo detalhado sobre as áreas de extração mineral e deposição de estéril e rejeitos;

3.9.2. Formação de convênios com as Universidades para estudar a melhor forma de aproveitamento do material estéril e rejeitos da mineração;

3.9.3. Exigência por parte dos órgãos ambientais do EIA/RIMA e do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD como pré-requisitos para a Licença de Operação;

3.9.4. Exigir das empresas mineradoras o fechamento das cavas e taludes, podendo ser utilizado o material estéril e o rejeito para tal fim, sendo, ao final, incorporada uma camada de solo na parte superior;

3.9.5. Exigir das empresas mineradoras a adoção das técnicas de preparo do solo para a introdução de vegetação nativa;

3.9.6. Fiscalização acerca do cumprimento do PRAD.

#### *4. Impulso ao crescimento econômico sobre bases sustentáveis:*

4.1. Criação de mecanismos de geração e/ou complementação de renda;

4.1.1. Criação de estruturas organizativas, de caráter jurídico, para formular ações e conseguir apoio financeiro através de programas oficiais;

4.1.2. Criação de mecanismos para que todas as famílias disponham de renda que permita viver com bem-estar, se ajustando aos níveis indispensáveis que se estabelecem em escalas mais abrangentes;

4.1.3. Elaboração de projetos agropecuários estruturantes e sua canalização para financiamento;

4.1.4. Valorização dos produtos advindos da agropecuária local, investindo na verticalização da produção e na busca de novos mercados;

4.1.5. Aproveitamento da experiência da população na utilização dos derivados do leite, milho e ervas medicinais que podem ter potenciais nos mercados regionais e nacionais;

4.1.6. Promoção da integração econômica familiar e comunitária, assim como a geração de postos de trabalho públicos ou privados;

4.1.7. Incentivo à incorporação de mecanismos ecologicamente corretos para a produção, buscando aproveitar todas as matérias-primas, gerando o mínimo possível de resíduos, que devem ter uma destinação adequada.

## *5. Criação de mecanismos democráticos nas comunidades:*

5.1. Aproveitamento dos recursos humanos locais;

5.1.1. Desenvolvimento comunitário: tem-se 80 registros de propriedades, que contabilizam o mesmo número de famílias; se cada família tiver uma média de cinco pessoas, representa em torno de 400 pessoas que são uma notável força para

impulsionar o diálogo e cobrar a colaboração das autoridades municipais e de outras instâncias;

5.1.2. Incentivar a vinculação da população com espaços de decisão de gestão, de assistência técnica e investigação científica;

5.1.3. Obter e/ou manter condições de conforto e funcionalidade do ambiente familiar: a organização familiar tem dado continuidade às comunidades e sustentado a atividade agropecuária, mesmo com uma série de adversidades como anos de seca crítica, desvalorização dos preços dos produtos no mercado. Dessa forma, as instituições governamentais e não governamentais devem priorizar tais investimentos.

## **POTENCIALIDADES DAS PROPOSTAS E ENTRAVES À SUA EXECUÇÃO**

Esta proposta constitui um instrumento de gestão territorial, com vistas ao alcance da sustentabilidade. Entretanto, seus caracteres normativos, fiscalizadores, preventivos e corretivos devem estar harmonizados com uma proposta política responsável, envolvendo todo o espaço para evitar privilégios ou penalidades. Esse compromisso político viria a dirimir algumas questões que constituem entraves a esta proposta, a exemplo dos conflitos de competências na execução das leis ambientais, embora esta não seja uma problemática eminentemente nacional.

Andrade et al. (2008), ao realizarem uma revisão do marco institucional e legal chileno de ordenamento territorial, constataram como um dos principais desafios a serem enfrentados a superação dos conflitos de competências quanto à atuação dos órgãos ambientais, visto que existem diversos e numerosos textos regulamentares nos quais se encontram estabelecidos múltiplos organismos competentes e com funções e atribuições diversas para a regulação do uso/ocupação do solo.

No Brasil, verifica-se uma situação confortável em relação ao aparato legal em matéria ambiental, no entanto também existem entraves, visto que a Política Nacional de Ordenamento do Território ainda está em construção, o que faz com que o planejamento e a gestão territorial se encontrem atribuídos, em sua maior parte, aos organismos setoriais de escalas diversas, gerando conflitos.

Tendo em vista estas limitações, reforça-se a necessidade da democratização nas tomadas de decisões para se obterem avanços nas políticas públicas que visam a ações interventoras sobre os territórios. Isso não implica numa subestimação do papel do Estado, que deve continuar legislando, normatizando e fiscalizando, assim como exercendo o papel de interventor e também como disciplinador das ações dos principais atores não estatais (ALMEIDA; PEREIRA, 2009, p.98).

A democratização de que se está tratando diz respeito à oitiva das reivindicações populares, assim como a contemplação dos saberes instituídos no local, visto que se torna necessário analisar o sistema de representações que as pessoas fazem de seu ambiente, pois é com base nas mesmas que agem sobre ele.

Como exemplo, a Lei 9.433/97 prevê processos participativos, podendo ser considerada como um marco na implementação de mecanismos democráticos, pois tem como um dos instrumentos os comitês de bacias, que constituem um foro deliberativo tripartite, em que são hierarquizadas as ações prioritárias para gestão e recuperação das bacias, onde são dirimidos os conflitos quanto ao uso da água, definindo-se regras para a outorga, condições que visam ao planejamento de uso e gestão dos recursos hídricos. Além disso, no modelo de gestão desses comitês, tem-se a participação da sociedade em interação com os demais processos de uso das terras nas bacias.

Na França, a adoção das bacias hidrográficas como unidades territoriais para implementação de ações proporcionou uma redução de cerca de 60% da carga de poluição dos rios. Todo esse êxito obtido mediante a descentralização das decisões e a transparência dos processos (ALMEIDA; PEREIRA, 2009, p.101).

Entretanto, no Brasil, ainda existem muitos desafios a serem superados para uma melhor funcionalidade dos comitês, fazendo-se necessária uma maior conscientização da população quanto a importância da conservação ambiental e dos recursos hídricos, uma maior abrangência na divulgação dos princípios, das ações e até mesmo das reuniões, uma maior compreensão do que significa sociedade civil organizada e do papel que representa nesses espaços, assim como incorporar os atores que tradicionalmente têm sido desprezados nos processos político-decisórios. Mesmo assim, este já é um exemplo de gestão que pode ser considerado para a implementação de um plano de ordenamento, além de constituir um viés de grandes perspectivas para a definição de estratégias de desenvolvimento sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As técnicas de coleta de informações possibilitaram a construção de uma ampla visão sobre o espaço da pesquisa, contribuindo para a disponibilização de uma base de informações que possibilitaram a elaboração do Plano de Ordenamento Territorial, constituindo uma ferramenta de suporte à decisão, que possibilita a adequada gestão territorial na perspectiva da sustentabilidade.

Além disso, o nível de degradação ambiental diagnosticado, associado ao alto nível de vulnerabilidade da população, embasa

a certeza de que é premente a necessidade de implementação de ações que primem pela sustentabilidade, advindas do Plano de Ordenamento do Território proposto, que devem ser implementadas pelo conjunto poder público, sociedade organizada e instituições.

Por fim, deve-se registrar que a sociedade precisa compreender que não há mais espaço para ver as transformações do espaço como espectadora, pois a nova ordem é o cidadão ou grupo de cidadãos, que busquem alternativas para resolver os problemas comunitários, levando em conta as dificuldades vivenciadas no cotidiano. Tudo isso é pautado numa filosofia de que o que pode ser decidido no âmbito local, não será tratado em qualquer lugar distante do povo, por interesses diversos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. G.; PEREIRA, L. F. M. O papel da distribuição e da gestão dos recursos hídricos no ordenamento territorial brasileiro. In: ALMEIDA, F. G.; SOARES, L. A. A. (Orgs.). **Ordenamento territorial**: coletânea de textos com diferentes abordagens no contexto brasileiro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p.85-113.

ANDRADE, B.; ARENAS, F.; GUIJÓN, R. Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago, Chile. v. 41, p.23-48, dez. 2008.

ASCELARD, H. Políticas ambientais e construção democrática. . In: VIANA, G; SILVA, M; DINIZ, N. **O desafio da sustentabilidade**: um debate socioambiental no Brasil. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2004, p.75-96.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao.htm)>. Acesso em: 10 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.504**, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra e outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/4504>>. Acesso: 06 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771**, de 15 de set. de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Brasília, 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil.htm>>. Acesso: 10 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/6938-81.htm>>. Acesso em: 04 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8.171**, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/8171-91.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433**, de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, Brasília, 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm)>. Acesso em: 10 set. 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca PAN-BRASIL**. Brasília: MMA/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004, 220 p.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros e definições de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**>. Acesso: 10 set. 2008.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p.43-80.

FURLAN, S. A. Ordenamento ecológico e econômico do território: a Geografia socioambiental. In: RED LATINOAMERICANA DE INFORMACIÓN EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2004, México. **Anais...** México: UNAM, 2004. Disponível em: <<http://www.oikos.unam.mx/laboratorios>>. Acesso: 10 jan. 2009.

GÓMEZ OREA, D. **Ordenación Territorial**. Madrid: Mundi-Prensa, 2007, 766 p.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba - CDRM**. Fotografias Aéreas, 1967.

\_\_\_\_\_. **Decreto 24.414**, de 27 de setembro de 2003. Dispõe sobre a exploração florestal no Estado. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto 24.416**, de 27 de setembro de 2003. Dispõe sobre a reposição florestal no Estado. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto 24.417**, de 27 de setembro de 2003. Dispõe sobre o uso alternativo do solo. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 6002**, de 29 de dezembro de 1994. Institui o Código Florestal do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 6.308**, de 02 de julho de 1997. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br>>. Acesso: 26 jan. 2010.

GREENPEACE. **Mudanças de clima, mudança de vida**. Greenpeace Brasil, 2006. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br/clima>>. Acesso: 30 maio 2008.

GUIMARÃES, R. P. A ética da sustentabilidade e a formulação de políticas de desenvolvimento. In: VIANA, G; SILVA, M; DINIZ, N. **O desafio da sustentabilidade**. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2004, p.43-72.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização: do fim dos territórios à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 262 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso: 18 ago. 2008.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da Microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista, PB**.

Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2010, 218 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais).

MELO, J. A. B. de. PEREIRA, R. A. DANTAS NETO, J. Atuação do Estado brasileiro no combate à seca no Nordeste e ampliação das vulnerabilidades locais. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Campina Grande, v.8, n.2, p.1-13, maio/ago. 2009.

\_\_\_\_\_. Ordenamento territorial: uma conceituação para o planejamento estratégico. In: MORAES, A. C. R. **Meio ambiente e ciências humanas**. 4ª. ed. São Paulo: Annablume, 2005, p.139-149.

MOREIRA, R. O espaço e o contra-espaço: as dimensões territoriais da sociedade civil e do Estado, do privado e do público na ordem espacial burguesa. In: SANTOS, M. et. al. **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007, p.73-108.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1998, 148p.

RÜCKERT, A. A Política Nacional de Ordenamento Territorial, Brasil: uma política territorial contemporânea em construção. **Scripta Nova**, v. 66, n. 245, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-24566.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. Organização de Paulo Freire Vieira. São Paulo: Ed. Cortez, 2007, 472 p.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SCAPINI, G. **Diagnóstico Físico-Conservacionista e sua relação com a sedimentação e preferências de paisagem**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2006, 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal).

SEABRA, L. Turismo sustentável: planejamento e gestão. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p.153-190.

SRTM. Shuttle Radar Topography Mission. Mapping the world in 3 dimensions. Disponível em: < <http://srtm.usgs.gov/>>. Acesso: 24 out. 2008.

SUDENE, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Carta Topográfica do Município de Boqueirão**, PB (SB-24-Z-D-III), 1972.



# CAPÍTULO 3



## **MATRIZES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS E CONSUMO SUSTENTÁVEL: CENÁRIOS, ESTRATÉGIAS E ENTRELAÇAMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

*Ângela Maria Cavalcanti Ramalho*

*Gesinaldo Ataíde Cândido*

*Sandra Sereide Ferreira da Silva*

### **INTRODUÇÃO**

A partir do Século XVIII, mais especificamente no Século XX, com a impulsão do desenvolvimento econômico, a competitividade entre os países, o avanço do crescimento populacional em escala exponencial, além da demanda global por energia elétrica que acompanhou os mesmos níveis de crescimento, tanto nas nações desenvolvidas como em desenvolvimento, processa-se um aumento significativo da utilização dos recursos energéticos, sobretudo nos países capitalistas. O que vai resultar no aumento do consumo e o alargamento dos problemas socioambientais.

Neste cenário, mais especificamente nos anos 70, marcados pela crise energética, principalmente do petróleo que afetou principalmente os países mais dependentes dos combustíveis fósseis, pode ser considerado um divisor estratégico da questão ambiental, implicando num repensar por parte dos estudiosos sobre o conceito e modelo de desenvolvimento dessas nações, ao mesmo tempo em que questiona a matriz energética predominante em alguns países no âmbito global.

Assim sendo, faz-se necessário balizar os elementos determinantes da crise energética, não responsabilizando apenas a crise do petróleo pelo despertar das questões ambientais, especificamente as relacionadas ao setor energético mundial, a crise sinalizou para o questionamento sobre a necessidade de se configurar uma nova tipologia de desenvolvimento. Um desenvolvimento pautado na perspectiva da sustentabilidade, que busque superar os indicadores acerca dos desastres ambientais, resultantes da emissão dos gases de efeito estufa, que são disseminados na atmosfera pela atual matriz energética, especificamente os combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral, termelétricas etc. Essas emissões foram responsáveis, ao longo dos anos, pelo aquecimento gradativo do planeta e pelas grandes calamidades que têm ocorrido de maneira periódica e intensa nos últimos anos.

Contudo, quando se fazia menção à indústria de energia no âmbito mundial, o discurso centrava-se na perspectiva de que havia um abastecimento sustentável e economicamente eficiente. Entretanto, nos últimos anos, esses mercados se transformaram significativamente, ou seja, a demanda cresceu, os mercados foram liberados surgindo indicadores que apontam para o incremento de novas fontes de energia renováveis.

Diante do cenário, faz-se importante contextualizar que, no Brasil, a questão energética se mostra como um desafio sinalizando para implementação de novas matrizes energéticas. Notadamente o desafio se amplia, considerando que o desenvolvimento socioeconômico ocorrido no país, nos últimos anos, vem demandando uma significativa quantidade de energia e com isso aumentando a exigência por um grau de segurança e sustentabilidade do setor energético.

Visto que o Brasil dispõe de condições especiais de recursos energéticos renováveis, além de tecnologia para transformar suas riquezas naturais em energia, capaz de atender às demandas nacional e internacional. Conta ainda com elementos favoráveis como: clima, biodiversidade, vasta extensão territorial, sendo um dos maiores produtores mundiais de produtos agropecuários.

Neste contexto, sinalizando mais especificamente a região Nordeste brasileira, encontra-se ali localizada a região semiárida que representa 70% do território, com potencialidades tanto para o cultivo de sequeiro, quanto para o irrigado, o que pode contribuir para o desenvolvimento de matrizes energéticas renováveis. Portanto, os investimentos no setor agrícola, direcionados para geração de energia no Semiárido, podem significar um elemento relevante para o desenvolvimento dos territórios e a melhoria da qualidade de vida da população.

Vale salientar que a produção agropecuária diversificada gera uma oferta significativa de resíduos e dejetos que pode ser reaproveitada – pelo menos parte dela – em energia. Isso resulta em energia produzida através de fontes renováveis com tecnologias ambientalmente sustentáveis, como a geração de biogás, sendo possível suprir as demandas de eletricidade e calor das atividades humanas e industriais, em especial no meio rural, tanto nos

pequenos negócios como grandes empreendimentos do setor agropecuário.

Evidentemente que, na atual malha energética, os recursos renováveis podem ser obtidos através de muitas fontes, entre elas: a energia solar (sol), dos ventos (eólica) da biomassa (matéria orgânica) e da agricultura (oleaginosas). Elucida-se que tanto as produções agrícolas e pecuárias são fontes de insumos diretos e indiretos para os quatro segmentos da agroenergia: biodiesel, etanol, florestas energéticas e resíduos. No entanto, este material destina-se a explorar as nossas potencialidades em relação à produção de biomassa para fins energéticos pelo aproveitamento dos resíduos e dejetos.

Contudo, para a exploração das potencialidades energéticas brasileiras, faz-se necessário um planejamento energético eficiente e integrado como um instrumento para políticas públicas e estratégias de gestão que visem adequar os balanços energéticos a partir dos interesses socioambientais. Além, evidentemente, da destinação de recursos financeiros e pessoal para ampliar e incrementar as pesquisas científicas, considerando a relevância e as estratégias a serem incorporadas ao segmento.

Desse modo, diante de uma sociedade de risco global em face das crescentes explorações dos recursos energéticos, é recorrente o debate acadêmico-científico sobre a problemática, o que pode contribuir sobremaneira para ampliação de estudos sobre o consumo sustentável energético, resultante, principalmente das inquietações da sociedade sobre a questão socioambiental.

Considera-se, ainda, que a prática consumo tem uma perspectiva heurística para a compreensão da diversidade de questões inerentes ao desenvolvimento da sociedade, em um contexto que passa por série de transformações nas estruturas econômicas, especialmente sociais, políticas, culturais e simbólicas, que

deflagram uma gama de novas interpretações sobre a sociedade e o mundo. Surgem novas ideias e conceitos como Sociedade de Consumo, Sociedade da Informação, Capitalismo Flexível e Mundialização. Isso demonstra como o pensamento social vai mapeando e recortando seu objeto a partir de olhares que passam por diferentes ângulos, buscando perceber o movimento da história.

Porém, é relevante pontuar que o consumo sustentável é um processo, uma meta a ser alcançada a médio e longo prazo, gerando a necessidade também de uma reorientação do estilo de desenvolvimento, que redefina a base estrutural de organização da economia, da sociedade e das suas relações com o meio ambiente natural. Pois, falar em consumo sustentável implica necessariamente problematizar questões sobre o desenvolvimento.

Adentrando-se mais especificamente neste contexto, e tomando como base o cenário mundial de alterações climáticas, constata-se que o consumo energético é um enfoque que passa pela discussão da noção de desenvolvimento sustentável, notadamente pela percepção da importância da transição energética em âmbito global e pela demanda de energias renováveis, além da gestão sustentável por parte do poder público no que concerne à implementação de políticas energéticas, o que contribuirá sobremaneira para o estímulo de práticas de consumo energético sustentável.

Assim, compreende-se que o consumo sustentável energético deve ser um padrão de consumo para todos os níveis de renda em todas as economias do planeta. Através de ações individuais como estratégia e ação política socioambiental tendo como eixo a materialização de novos valores como a ética e a responsabilidade nas práticas de consumo, apontando para a

necessidade de se cristalizar nos indivíduos a refletividade, com cidadãos capazes de sistematizarem uma gama de novas interpretações sobre a sociedade e o mundo.

Desse modo, na contemporaneidade, evidencia-se que, nos debates e reflexões travados sobre o meio ambiente e exploração dos recursos naturais, se faz necessário incluir variáveis sociais que permitam contextualizar e compreender os comportamentos e as opções quotidianas dos indivíduos, com ênfase centrada na temática matriz energética e consumo sustentável, instigando as pesquisas científicas a buscarem novas alternativas energéticas a partir do desenvolvimento de novas tecnologias, tanto para os sistemas de geração de energia, quanto para fornecimento e consumo.

Considerando, ainda, que o alcance de uma matriz energética renovável, em longo prazo, inclui uma ferramenta de gestão da demanda eficiente do setor energético, desde a produção até o consumo, tendo como parâmetros princípios de desenvolvimento sustentável; desenvolvimento tecnológico eficiente e sustentável do setor energético como prerrogativa essencial para alternativas ambientalmente sustentáveis para o meio ambiente; com possibilidade da formação de uma política energética baseada na análise de conjuntura, de maneira a incrementar a gestão democrática e descentralizada dos recursos ambientais.

## **MATRIZ HISTÓRICA DO FENÔMENO DO CONSUMO E CONSUMO SUSTENTÁVEL**

Focalizando historicamente a matriz do fenômeno do consumo, observa-se que o ato de consumir está presente em toda e qualquer sociedade humana, desde o surgimento das primeiras comunidades e aglomerados sociais, tanto para as necessidades

“básicas” como para as consideradas “supérfluas”. Ao longo dos anos, o consumo passou a ser percebido como uma atividade fundamental para o processo de desenvolvimento econômico, tendo seu início com as primeiras trocas comerciais e se estendendo até a cultura consumista hegemônica no contexto do capitalismo globalizado.

Nas civilizações passadas, os objetos sobreviviam às gerações humanas, hoje se vê “nascerem”, “produzirem-se” e “morrem”. Assim, o consumo e o ato de consumir apresentam-se tão naturais como a própria existência humana, considerando que neste contexto o homem necessitava consumir, principalmente para a sobrevivência, tanto através de bens retirados da natureza como os produzidos por ele mesmo. Todavia, a prática de consumo excessivo tem proporcionado impactos sociais e ambientais.

Na sociedade capitalista moderna, o consumo é visto como o “vilão”, em especial na Pós-Revolução Industrial, que deu início à produção em larga escala. Por conseguinte, a massificação da ideia do *ter* começa a ser cada vez mais veiculada pelos grandes industriais, detentores do capital e dos meios de produção que buscavam uma evolução dos negócios com grande rentabilidade.

Nesse contexto, observa-se que os homens se transformam em produtos a serem consumidos pelo mercado, os mesmos não se percebem enquanto atores sociais capazes de promover mudanças substanciais, as concepções não se encontram consubstanciadas com a sociedade hodierna cuja característica é descrita por Giddens (1991) como sendo a autorreflexividade, uma sociedade que tem obsessão de pensar sobre si mesma, de interrogar constantemente exigindo sujeitos cômnicos de seus direitos e deveres.

Assim, a sociedade moderna fez emergir uma nova racionalidade a partir da sedução, da subjetividade social, da valorização e do simbólico com um elo entre o mercado e a cultura sendo estabelecido pelo consumo, que passou a concentrar parte desta tensão em processos de racionalização e de reencantamento do mundo. A partir deste momento, a própria discussão da relação produção, consumo e satisfação das necessidades são deslocados para uma lógica cultural e não apenas a econômica.

Neste contexto, através da publicidade, as pessoas são estimuladas a adquirir cada vez mais e, como consequência, há o aumento da produção, que precisa de matéria-prima principalmente energias, nem sempre renováveis, como por exemplo, o petróleo e o carvão mineral, gerando, portanto, a degradação ambiental resultante da própria dinâmica capitalista, que incentiva o consumo cada vez mais crescente.

Um aspecto fundamental desse processo data da segunda metade do Século XX, contexto em que o consumo se constituiu como um dos fenômenos mais característicos das sociedades ocidentais desenvolvidas. Despertando, por conseguinte, preocupações em diferentes campos do saber científico, além de ambientalistas, movimentos sociais, gestores públicos e algumas corporações, evidenciando como é possível intervir em padrões de consumo, influenciar comportamentos e estilos de vida, na possibilidade de uma conscientização que incorpore a preocupação com a conservação do ecossistema para o enfrentamento dos grandes desafios imbricados nos problemas contemporâneos.

Acrescente-se a isso a necessidade de encontrar uma harmonia no processo produtivo, capaz de incorporar a natureza como valor em benefício da humanidade, com inquietações centradas na possibilidade de mudar os atuais padrões e níveis de consumo através da estratégia do consumo sustentável.

Com base na historização, constata-se que é universal o ato de consumir e utilizar elementos da cultura material como instrumento de construção e afirmação de identidades, diferenciação e exclusão social, pois a materialidade do mundo está presente em toda e qualquer sociedade e segmentos sociais. Na sociedade atual, o consumo não está mais vinculado apenas “às necessidades a serem satisfeitas por seu meio, são de estrutura muito mais complexas do que aquelas destinadas à manutenção física: fisiológicas, de segurança e sociais” (KREMER, 2007, p.27). São criadas “falsas necessidades”, levando as pessoas a comprarem o que não precisam, gastando o que não possuem.

Para o filósofo Lipovetsky (2007), no cenário presente, a vida tomou o lugar das expectativas do futuro histórico e o hedonismo, o da militância política, a febre do conforto, substituiu o nacionalismo e os lazeres, a revolução. Sustentado pela “nova religião” que propaga uma melhor condição de vida, o maior bem-estar tornou-se uma paixão de massa, o objetivo supremo das sociedades democráticas. São raros os fenômenos que proporcionaram uma modificação tão profunda nos modos de vida e gosto do ser humano, em um intervalo de tempo tão curto.

Assim, muitas abordagens teóricas surgem na perspectiva de indicar um caminho para práticas de consumo sustentável, na tentativa de resolver as implicações sociais e ambientais. A própria expansão do termo, como consumo consciente, ético, responsável, verde e sustentável, leva a um esvaziamento semântico pelo uso de terminologias por vários autores em diversas circunstâncias.

Contudo, essa polissemia também pode indicar uma tentativa de significar lutas ambientais, tanto para os indivíduos que acreditam no capitalismo e na tecnologia ecoeficiente, como nos indivíduos que defendem uma revolução verde a partir

de uma lógica socialista. Essa profusão de discussão, também, pode ampliar uma inserção das questões ambientais e do consumo na pauta dos debates sociais, representando um avanço rumo a padrões mais sustentáveis de desenvolvimento (COSTA; TEODOSIO, 2011).

Assim, a complexidade do fenômeno do consumo contribuiu para que a discussão evoluísse na formulação de conceitos, abordagens teóricas e metodologias que fundamentam a implementação de novas formas de consumo articuladas à dimensão ambiental perseguindo o desenvolvimento sustentável.

Desse modo, muitas questões relacionadas ao consumo surgiram ao longo do estudo, porém nem todas encontraram respostas claras. Inúmeras perguntas ainda continuam não tendo respostas, o que não invalida as tentativas de acenar para alguns enfoques e reflexões que podem ser esclarecedoras. Todavia, em meio à reflexão circunscrita, é também relevante tratar da forma como surge o termo consumo sustentável.

O termo consumo sustentável surgiu, historicamente, no âmbito das discussões da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, em 1987, quando foi proposta a definição: “consumo sustentável como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações e atender as suas próprias necessidades”. Todavia, o conceito de consumo sustentável só foi estabelecido no segundo encontro da Oslo *Ministerial Roundtable on Sustainable Production and Consumption*, em 1994, sistematizado a partir da terceira Conferência em 1995. Em Oslo (1995), na mesa redonda sobre produção e consumo sustentável, apresentaram-se questões emblemáticas para a discussão da temática, evidenciando que consumo sustentável é um termo abrangente que traz consigo uma série de fatores-chave, tais como: atender necessidades,

aumentar o uso de fontes de energias renováveis, minimizar o lixo, adotar uma perspectiva de ciclo de vida levando em conta a dimensão equitativa.

Sendo assim, nos debates e embates travados em Oslo sobre o consumo sustentável, a premissa configurou-se como elemento medular: a melhoria da qualidade ambiental. A partir dessa necessidade, o documento assinala que as melhorias necessárias à qualidade do meio ambiente podem ser alcançadas através da substituição dos bens e serviços mais eficientes e menos poluentes (padrões de consumo), em vez da redução no volume de bens e serviços consumidos (níveis de consumo). Considerando a relação política estabelecida nas sociedades democráticas, seria mais fácil alterar os padrões de consumo do que o seu volume, apesar de que ambas as questões deveriam ser abordadas.

Em 1998, a Organização das Nações Unidas (ONU) dedicou seu Relatório do Desenvolvimento à análise do consumo no mundo. Preocupação resulta do aumento da produção e padrões de consumo que afetam diretamente o meio ambiente no uso excessivo dos recursos naturais degradando-o, tendo como fatores determinantes o impulso tecnológico e o reducionismo econômico.

A ênfase dada é que o consumo necessita ser distribuído (no sentido de satisfazer às necessidades básicas de toda humanidade), socialmente responsável (na perspectiva de que o consumo de alguns não deve comprometer a qualidade de vida de outros) e sustentável (no sentido de não comprometer as futuras gerações).

A discussão da *Consumers Internacional* (1998) sinaliza para uma preocupação no que diz respeito à falta de interesse dos países em desenvolvimento em relação ao consumo sustentável.

Isso acontece como resultância do domínio econômico do hemisfério norte, significando que não dar ênfase ao desenvolvimento, produção e consumo mais sustentável pode resultar em dificuldades para o crescimento econômico.

Portilho (2005) chama atenção para o fato de que o relatório de 2001 da *Oxford Commission on Sustainable Consumption* refere-se ao tema consumo sustentável mais como um processo do que como um estado a ser atingido. O relatório identifica seis características essenciais que devem fazer parte das discussões sobre o consumo sustentável:

- Deve ser parte de um estilo de vida sustentável dentro de uma sociedade sustentável;
- Contribuir para nossa capacidade de aprimoramento, enquanto indivíduos e sociedade;
- Requer justiça ao capital natural, econômico e social para as presentes e futuras gerações;
- Não significa necessariamente consumir menos, mas deve-se ressaltar que o consumo material deve se tornar cada vez menos importante em relação a outros componentes da qualidade de vida;
- Deve ser consistente com a conservação e melhoria do ambiente natural;
- Deve acarretar um processo de aprendizagem, criatividade e adaptação.

Na visão da autora, o discurso internacional sobre o consumo sustentável prioriza uma redução relativa do consumo de determinadas matérias-primas (recursos não renováveis) e de energia. Todavia, a demanda centra-se na perspectiva de mudanças nos processos e padrões de produção, distribuição e

consumo, observando os conflitos relacionados à desigualdade no acesso aos recursos naturais.

A partir dos enfoques abordados pelo relatório de 2001 da *Oxford Commission on Sustainable Consumption* e analisando especificamente o discurso internacional sobre o consumo sustentável, observa-se que em parte o discurso está associado à geopolítica, entrando em cena, cada vez mais, a determinação ou influência dos processos políticos internacionais, nas relações de poder, especialmente no âmbito das relações internacionais sobre as questões do uso dos recursos naturais, especificamente os energéticos. Como estratégia de ação política na interpretação dos fatos da atualidade sobre a problemática ambiental e o desenvolvimento econômico.

Vale salientar, que as estratégias dos países líderes, na busca de desenvolvimento econômico e social sustentável com utilização racional dos recursos do meio ambiente, podem implicar em algum grau de preservação, além de habitar o imaginário coletivo de alguns movimentos considerados, até certo ponto, utópicos, *slogans* governamentais e discursos das organizações sobre a responsabilidade social vista como uma estratégia a mais para aumentar sua rentabilidade e potencializar seu desenvolvimento, passando a compor os cenários competitivos internacionais, neles incluída a própria noção de concorrência intercapitalista.

Assinala-se, ainda, que na Agenda 21, instituída na reunião das Nações Unidas Rio 92, o conceito de “consumo sustentável” passou a ser discutido e divulgado, o que é na realidade a mudança no padrão de consumo, deve observar não apenas a satisfação pessoal gerada pela aquisição, mas principalmente a consequência desta no ambiente. O documento contempla discussões fazendo uma definição dos parâmetros para a construção de práticas mais sustentáveis, tendo como objetivo promover

padrões de produção e consumo que busquem minimizar os impactos ambientais e atendam às necessidades básicas da sociedade, também proporcione uma maior compreensão do papel do consumo e da forma de se definir os padrões de consumo sustentáveis.

Dessa forma, é necessário pensar nas gerações futuras, pois se a geração atual souber usar os recursos naturais, que ora são disponibilizados como fontes da produção visando cada vez mais ao mercado de consumo, contribuirá para que as gerações futuras tenham acesso aos mesmos recursos naturais proporcionando uma qualidade de vida equitativa.

O documento AGENDA 21 (2001) dedica um capítulo específico sobre as mudanças dos padrões de consumo, ao pontuar que devemos considerar a necessidade de novos conceitos de bens e prosperidade, que apenas permitam padrões de vida superiores, através da mudança nos estilos de vida, mas que sejam também menos dependentes dos recursos finitos da terra e mais harmônicos com a capacidade da Terra em renová-los.

O texto enfatiza que os elementos definidores da degradação do meio ambiente, como sendo a principal causa da contínua deterioração do meio ambiente global que são os padrões insustentáveis de produção e consumo, particularmente. “[...] para alcançar um desenvolvimento sustentável serão necessárias tanto eficiência nos processos de produção como mudanças nos padrões de consumo, que foram estabelecidos principalmente por países desenvolvidos” (AGENDA 21, 2001).

Assim, observa-se que a discussão sobre consumo sustentável está diretamente relacionada às questões que envolvem as práticas de consumo que não são consideradas como compatíveis com a capacidade do meio ambiente de absorver os impactos

endógenos e exógenos resultantes das ações antrópicas como também da sua capacidade de resiliência.

Portilho (2005) analisa que, no início dos anos 1990, ocorreu uma importante alteração nos rumos do debate ambiental internacional. Durante a preparação da Conferência do Rio-92, o tema dos efeitos do consumo dos países afluentes passou a ser inserido como fator de degradação ambiental, causando inicialmente controvérsias entre os atores envolvidos. Assim,

[...] os países em desenvolvimento e as ONGs globais se esforçaram para transferir a responsabilidade para os estilos de vida de uso intensivo de recursos das nações mais ricas do mundo. Os países ricos, enquanto isso, trabalharam para manter a estreita visão que atribuía o problema ao crescimento populacional e ao *design* tecnológico (PORTILHO, 2005, p.51).

Portanto, ao longo dos anos 1990, o reconhecimento do consumo ocidental como fator de degradação cresceu continuamente, interferindo na formulação de políticas ambientais e industriais com a adoção de ecotaxas e ecorrotulagens, entre outras iniciativas. Surge, nesse momento, a preocupação com a formação do consumidor verde, que seria um agente atuante na definição do processo produtivo e na utilização dos recursos naturais. Dentro dessa discussão sobre o consumo ambientalmente responsável, emerge a problemática do comportamento individual como variável essencial nos rumos da sustentabilidade.

Os casos de *boicotes* de produtos, a produção de listas e a exigência de apresentação das fórmulas e componentes nas embalagens sugerem a transferência de poder das organizações e grandes corporações para o público disforme dos consumidores. A teoria da escolha racional é reabilitada dentro da discussão sobre consumo e ambiente, pois os consumidores passam a ser vistos como atores sociais capazes de contabilizarem e decidirem sobre o rumo da utilização de recursos (PORTILHO, 2005).

Contudo, o consumo sustentável tem como objetivo garantir que as necessidades da sociedade sejam atingidas, contribuindo dessa forma para a proteção do meio ambiente. Assim, no interior deste contexto, pontua-se que, na ação social dos consumidores individuais na esfera privada, impõe-se a importância do estabelecimento de estratégias de ação política para o enfrentamento dos problemas sociais e ambientais resultantes dos elevados padrões de consumo nas sociedades afluentes, potencialmente mais desejável e eficaz para mover os atuais padrões de consumo em direção a um mais sustentável.

Segue-se a vertente de que o consumo sustentável deve ser parte de um estilo de vida sustentável em uma sociedade sustentável. O consumo sustentável não significa necessariamente consumir menos ou consumir determinados produtos e serviços em vez de outro ou viver de certa forma em vez de outra – todas têm impactos diretos e indiretos no ambiente, na equidade social e sobre o bem-estar pessoal e coletivo. O imperativo é que o consumo material deve tornar-se cada vez menos importante em relação a outros componentes da qualidade de vida e do bem-estar social, considerando que o homem deve buscar a conservação e melhoria do ambiente natural.

Para tanto, demanda-se cidadania emancipada, destacando seu caráter de *estratégia política* – que inclui a “politização da

ambientalização” – ou seja, aquela que expressa e responde a um conjunto de interesses, desejos e aspirações de uma parte significativa da sociedade. Não haveria, nesse sentido, uma essência única imanente ao conceito de cidadania, pois o conceito de cidadania é definido pelos que dela se sentem excluídos. Considerando, ainda, que seu conteúdo e significado não são universais e não estão definidos nem delimitados previamente, já que respondem à dinâmica de conflitos reais.

Todavia, a estratégia política de ação dos indivíduos cristalizada em novos valores pode ser a de estabelecer uma interface na adoção de medidas e abordagens do consumo sustentável com possibilidade de ser circunscrita nas ações dos atores sociais enquanto sentimento de pertencimento como um investimento humano na busca de uma harmonia ambiental.

Assim, a proposta de consumo sustentável contempla ações individuais e coletivas, também mudanças políticas, econômicas e institucionais, na busca por padrões e níveis de consumo sustentáveis. Envolve também um repensar os padrões entre ricos e pobres, discutidos democraticamente na esfera pública.

O consumo tem assumido na configuração e no dinamismo da sociedade ampla redefinição das relações sociais, associa-se às práticas de consumo novos valores como, por exemplo, a ética e a responsabilidade. Surge, com isso, uma nova compreensão teórica do consumo que passa a ser analisada como forma de reflexividade e ação política caracterizada por uma “politização da esfera privada”. “Assim, o engajamento de atores sociais não organizados em práticas de consumo político pode representar uma ampliação do campo político em direção à esfera privada e à vida cotidiana” (BECK, 2002).

Seguindo essa linha de pensamento, Portilho (2009) dá ênfase ao consumo político caracterizando-o como sendo a

percepção e o uso das práticas e escolhas de consumo como uma forma de participação privada na esfera pública, como uma maneira de concretizar a adesão a valores, como meio de contribuir para melhorias sociais e ambientais.

Assim, as ações de caráter individual podem ampliar a politização dos sujeitos sociais, na busca de práticas de consumo sustentável, contribuindo para a participação do cidadão na esfera pública e fortalecendo ações coletivas enquanto perspectiva de redes sociais com direito a ascender e pertencer a um sistema sociopolítico. Evidencia-se aqui a necessidade premente da conscientização do homem enquanto gestor dos recursos naturais, através da mobilização política da sociedade civil, movimentos sociais, dentro de uma abordagem política e ideológica, criar a possibilidade de construir democraticamente um modelo de desenvolvimento sustentável.

Portanto, falar em desenvolvimento sustentável significa evidenciar as estratégias e os entrelaçamentos para a eficiência energética que significa também a busca por práticas de consumo sustentável, objetivando proporcionar à sociedade soluções mais eficientes que permitam usufruir dos mesmos serviços com um menor consumo de energia.

Porém, para o arremate da discussão é preciso lançar mão de reflexões ancoradas no cenário da moderna “Sociedade de Consumo” com um processo de desencantamento do mundo, evidenciando a alocação de uma nova matriz energética em superação a renovável.

## **A MODERNA “SOCIEDADE DE CONSUMO”: O FIM DA ERA DA ENERGIA RENOVÁVEL**

O nascimento da “Sociedade de Consumo” se encontra localizado no contexto da Industrialização europeia dos séculos XVII e XVIII, principalmente na Inglaterra e França. Evidencia-se que alguns fatores contribuíram para essa configuração, dentre eles, está um conjunto de novas mercadorias produzidas no cotidiano dos vários segmentos sociais, fruto da expansão ocidental para o oriente, a partir do século XVI, e a Revolução Industrial iniciada na Grã-Bretanha que contribuiu para o desenvolvimento de novos processos e modalidades de consumo ao longo do tempo, bem como sistemas e práticas de comercialização que buscavam atingir novos mercados de consumidores.

Através de uma larga produção, a Revolução Industrial passa a dominar a economia de mercado voltada para a produção e o consumo, abarcando a maior parte das atividades econômicas. A ofensiva capitalista tem como motor o desenvolvimento das forças produtivas e a eliminação das barreiras institucionais à livre concorrência.

O industrialismo passa a gerar novas necessidades no ser humano ao introduzir uma diversidade de produtos globalmente a um custo acessível buscando contemplar uma parcela significativa da população. Proporcionando, assim, o poder de consumo não mais exclusivamente às classes sociais hegemônicas econômica e ideologicamente, mas também às classes mais abastadas que agora participam ativamente da dinâmica do mercado como consumidores.

Neste sentido, o processo industrial é impulsionado pelo desenvolvimento científico e tecnológico que gera uma

demanda efetiva de novos conhecimentos em grande escala sem uma âncora socioambiental. A articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, compreendendo este último Estado e mercado, pressupõe trabalhar conceitos relativos às conexões entre ciência, tecnologias e desenvolvimento econômico e social, bem como aqueles referentes às relações de poder que permeiam o setor e a sua articulação com a sociedade (BAUMGARTEN, 2001).

Assim, no século XIX, no mundo ocidental, é estabelecida a “Sociedade de Consumo” a partir de várias características, dentre elas as transformações técnicas na esfera da produção responsável pela formação de um mercado de bens de consumo massificado, o alargamento das classes sociais, novos tipos de consumidores claramente diferenciados e novas modalidades de produção, comercialização e técnicas de *marketing*, já era uma realidade na Inglaterra, França e Estados Unidos, com Lojas de departamentos instaladas, influenciando tanto a moda como a democratização do consumo.

Desse modo, a partir da configuração circunscrita, observa-se que as grandes assimetrias existentes no contexto atual entre os complexos problemas ambientais e o consumo são resultantes, em grande medida, de um modelo de desenvolvimento econômico que se fundamentava no entendimento de que a industrialização era o veículo da incorporação acelerada do progresso.

Destarte, a abertura das economias ao capital internacional, as instalações das multinacionais nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, o processo de privatização, a diminuição da presença do Estado no campo da economia e das políticas públicas foram consequência da ideologia do liberalismo: o globalismo. O mercado passou a ser considerado o ator por excelência de todas as modificações, a competitividade, a produção

e o consumo passam a ser o objetivo supremo de toda atividade econômica.

Neste novo cenário, o capital vai criando novas oportunidades de inversão, o que lhe garante expansão significativa. O seu destino parece crescer sempre, transformando tendencialmente todos os membros da sociedade em vendedores de força de trabalho e compradores de suas mercadorias.

Vale salientar que o florescimento da “Sociedade de Consumo” se encontrava assinalado pela dicotomia racionalização e otimização do processo produtivo resultante de um lado pela crescente introdução de tecnologias de produção e consequente multiplicidade dos bens e, por outro lado,

[...] pelas estratégias simbólicas de distinção e diferenciação e que passaram a ‘reencantar’ (grifo do autor) o processo de consumo como espaço valorativo, ideológico, ou seja, o consumo conspícuo, do luxo e do supérfluo, enfim, o consumo excedente, como mecanismo de sustentação da ascensão burguesa (RETONDAR, 2007, p.44).

A partir dos anos 60 e 70, a “Sociedade de Consumo” ganha envergadura mundial, paralelamente ao desenvolvimento de novas técnicas de comunicação que passam a servir de apoio simbólico. No interior deste contexto, o desenvolvimento dos modernos sistemas de comunicação social e a absorção do consumismo como epicentro deste desenvolvimento transformaram a lógica do consumo em uma concepção simbólica e, só residualmente econômica.

Assim, assiste-se à expansão da sociedade no seu alcance para além de limites territoriais e culturais de localidades, regiões nações, produzindo, de um lado, a integração econômica de mercados e, de outro, difundindo significados e representações que acompanham a formação deste mercado mundial por intermédio das práticas consumistas.

A partir deste viés, pode-se assinalar que a globalização da “Sociedade de Consumo” implica na crescente materialização de um mercado mundial, com mercadorias e capitais que circulam cada vez mais rápido e livre. Neste sentido, o universo simbólico e cultural é elucidado nos estudos sobre a questão a respeito do consumo e suas práticas na sociedade contemporânea no qual, as transformações que se desenvolvem no plano cultural estariam, de um modo ou de outro, balizadas pelo desenvolvimento das forças econômicas do capitalismo em escala global, formando um ciclo atual de sua expansão.

Desse modo, reconstruir a trajetória do desenvolvimento da “Sociedade de Consumo” a partir de suas origens no Século XVIII, mapeando a localização e o papel que ocupa no capitalismo globalizado, significa entender as novas relações que se engendram e, especificamente, como se passaram a constituir cenários em que processos e práticas de consumo delinearam uma nova relação do homem com a natureza.

Nesse momento histórico, a energia passa a ser vista como um dos elementos estratégicos de qualquer sociedade, pelos serviços que proporciona a quem dela usa. No entanto, as matérias-primas utilizadas para a sua produção geraram graves problemas de desequilíbrio ambiental, surgindo a viabilidade da implementação de energia renovável que pode contribuir para o consumo sustentável.

Contudo, baseada na lógica da exploração dos recursos naturais para a produção e consumo, há que se prosseguir nessa análise ampliando o debate sobre o cenário em que estão intrinsecamente ligados a exploração dos recursos naturais e o consumo, pela exploração intensa, devido à rapidez das descobertas oriundas da tecnologia e da ciência, que gerou uma procura desmedida dos recursos naturais causando degradação e pobreza, devido ao pragmatismo econômico e à fragilidade das relações de trabalho, agora globalizadas.

Evidenciando, ainda, que, na moderna “Sociedade de Consumo”, se processou um aumento do consumo energético nunca visto na história da humanidade. Principalmente com a Revolução Industrial em que a demanda por energia aumentou com a introdução de novos processos e modalidades de fontes primárias, com maior densidade energética, marcando o fim da era da energia renovável representada pela madeira e pelos aproveitamentos hidráulicos e eólicos, para iniciar a era dos combustíveis fósseis, ou seja, da energia não renovável.

Observa-se que o homem passou a utilizar tanto os recursos da natureza, como os energéticos, para suprir as necessidades do seu cotidiano, em função principalmente do suplemento de energia necessária para o desenvolvimento econômico de um país e ou região, por conseguinte aumentado a exploração dos recursos naturais para atender ao crescimento do consumo de energia sem, no entanto, atentar para os graves problemas ambientais resultantes da exploração desregrada.

Contudo, no contexto, os estudos em escala global apontam que para reduzir-se a taxa de crescimento dos teores de GHG, na atmosfera, faz-se necessária a implementação de uma série de procedimentos que vão desde a substituição de combustíveis fósseis (muitos países estão substituindo o uso de carvão e/

ou derivados de petróleo pelo gás natural, procurando reduzir também a emissão dos demais poluentes associados a estes energéticos), passando pela introdução de medidas que tornam mais eficiente o uso da energia e pela criação progressiva de medidas legislativas de contenção de emissões nas cidades (SILVA et al., 2003).

Assim, com o desenvolvimento das fontes renováveis de energia (como a energia eólica e a solar) e a produção de combustíveis denominados “limpos” (como aqueles derivados da biomassa e o hidrogênio), com baixa emissão de poluentes e/ou nenhuma liberação de CO<sub>2</sub>. É possível observar que a redução (ou diminuição do crescimento) dos impactos ambientais causados pelo uso intensivo das fontes não renováveis de energia, não se considerando qualquer perda na qualidade de vida da população, pode ser adquirida através de ações na perspectiva do consumo, pelo uso mais eficiente desta energia, e na perspectiva da oferta, pelo aumento percentual da participação das fontes renováveis de energia. Evidentemente que os melhores resultados advirão da implementação simultânea destas duas abordagens (SILVA et al., 2003).

Contudo, para o estudioso Silva et al. (2003), no que concerne ao incremento do uso das fontes de energia renováveis, as medidas que possibilitarão uma participação mais significativa destas fontes no consumo mundial dizem respeito à otimização e melhor aproveitamento das fontes tradicionais como: hidráulica (aproveitamento de pequenas centrais, uso da energia hidroelétrica secundária, fora do pico, redução das perdas de transmissão, etc.); biomassa (uso de resíduos agrícolas, aproveitamento de lixo e esgoto, etc.), bem como ao aumento da competitividade das fontes alternativas de energia, como a solar e a eólica, com tecnologias já consolidadas. Também a energia

das ondas através do aproveitamento do gradiente térmico dos oceanos (OTEC), que ainda necessitam de uma maior ampliação e investimentos na pesquisa.

Desse modo, é possível assinalar que a implementação de matrizes energéticas renováveis trará benefícios não apenas no que concerne à diversificação no uso das fontes de energia, mas também trará benefícios ambientais e, principalmente, sociais uma vez que se faz necessário incluir indicadores sociais com variáveis e perspectivas de análise sobre os determinantes das práticas de consumo que necessitam ser considerados e integrados. Pois, a análise a partir da ótica do consumo de energia introduz desafios diante de uma abordagem mais convencional, não apenas porque se pretende explorar a ligação entre consumo e ambiente, mas também porque se busca olhar para o consumo a partir de várias perspectivas.

Considerando que no contexto atual há um grande desperdício de energia, além da falta de consciência dos consumidores que não têm uma noção clara sobre conservação, apenas reconhecem medidas simples de economia como: diminuir o número de lâmpadas acesas, concentrar o uso de aparelhos eletrodomésticos, usar lâmpadas fluorescentes etc.

Observa-se ainda que os consumidores com maior renda apresentam maior resistência para adotar medidas contra o desperdício de energia, pois vinculam a conservação com perda de conforto. Já os consumidores de baixa renda apenas tomam medidas mais rigorosas no que diz respeito a diminuir os gastos financeiros do que mesmo gerar benefícios ambientais e sociais resultantes da conservação de energia.

Também se constata que a energia e consumo não são facilmente observáveis, o que dificulta a tomada de consciência e o despertar para eventuais consequências que possam decorrer do

seu uso. Da mesma forma, não é tanto o consumo de energia que é relevante para o cotidiano de cada cidadão, mas antes os serviços, os resultados providenciados por esse consumo. Os aparelhos convertem a energia em serviços, pelo que as pessoas não se relacionam diretamente com a energia, mas com os serviços que ela proporciona o que coloca novos desafios à análise e torna fundamental compreender como e por que a procura destes serviços está a aumentar (LUTZENHISER, 2000, p.441).

Diante do contexto, é possível considerar que o estudo sobre o consumo e os padrões de consumo foi, durante muitos anos, percebido como uma perspectiva crítica às modernas sociedades desenvolvidas, particularmente em cenários onde os padrões de consumo designados ‘ocidentais’ eram comparados com padrões de consumo em países com menores níveis de desenvolvimento (SPAARGAREN, 2000, p.51; SHOVE, 2002, p.231; BURGESS, 2003, p.265).

Notadamente, que a não ampliação dos estudos empíricos sobre a vertente consumo de energia resultou em lacunas teóricas e empíricas nos estudos acadêmico-científicos, considerando que só mais recentemente as Ciências Sociais começaram a explorar as complexidades da relação entre as práticas de consumo, meio ambiente e sustentabilidade, sendo hoje considerada como uma área estratégica para o seu desenvolvimento.

Destarte, nos últimos anos, o debate científico internacional centrou-se na temática eficiência energética sem, contudo, incluir variáveis sociais que permitam contextualizar e compreender os comportamentos no uso eficiente de energia, as práticas de consumo além das opções quotidianas dos cidadãos que não foram analisadas em sua significância. O debate manteve-se centrado mais nas novas tecnologias e suas potencialidades, persistindo, contudo, os questionamentos sobre a não

adesão dos cidadãos em relação a soluções proficuas do ponto de vista social, econômico e principalmente ambiental.

Desse modo, ao se analisar a temática do consumo a partir do viés energético, parte-se da premissa de que nas ações voltadas para práticas de consumo energético sustentável no contexto atual social, a tônica fundamental será compreender a importância da implementação de fontes de energia renováveis enquanto um instrumento estratégico que contribua para estímulo e envolvimento dos atores sociais no desenvolvimento de práticas de consumo sustentável por parte dos atores sociais – consumidores, podendo ser ampliadas através de elementos visuais mais ligados às rotinas, às questões pragmáticas, simbólicas, culturais e socialmente determinadas. Considerando que “a energia e o seu consumo não é facilmente observável, o que dificulta a tomada de consciência e o despertar para eventuais consequências que possam decorrer do seu uso” (LUTZENHISER, 2000, p.441).

Assim, dentre as formas de obtenção de energia a partir de uma perspectiva sustentável, estabelece-se que tudo o que for consumido deve ser repostado, propondo nas práticas de consumo sustentável as dimensões sociais, culturais, éticas, bem como políticas, devendo ser visto como uma responsabilidade das pessoas conscientes da sociedade.

Para Portilho (2009), a relação entre consumo e política pode ser analisada nas ideologias e discursos que propõem, como solução para o enfrentamento de problemas sociais e ambientais, práticas de consumo sustentável, consciente e ético. Para Stolle et al. (2005), este fenômeno pode ser considerado sob o rótulo mais amplo de consumo político, com práticas dos atores sociais individuais que podem representar uma ampliação do campo político em direção à esfera privada e à vida cotidiana.

Trata-se, portanto, de uma tentativa de dar concretude à adesão a valores em prol de práticas de consumo como uma ação política, contribuindo para melhorias sociais e ambientais, materializando-as e tornando-as públicas.

Portanto, assinala-se que para a viabilidade de recursos energéticos renováveis, considera-se a minimização dos problemas gerados pelo desequilíbrio ecológico. Tendo como base para a busca de soluções dos problemas, as organizações ligadas à preservação do meio ambiente, a exemplo da Agenda 21, propõem algumas soluções para os problemas ecológicos de determinado país e cidade, visando às condições culturais, sociais, políticas e econômicas.

Nesse sentido, Martins et al. (2008) pontuam que a qualidade de vida de uma sociedade está intimamente ligada ao seu consumo de energia. Isto porque a demanda de energia em razão da melhoria dos padrões de vida nas nações em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, traz no seu bojo discussões sobre a importância da implementação de uma gestão política com um planejamento energético nas economias emergentes.

Consequente a esse contexto, a inclusão de matrizes energéticas renováveis em um determinado país e/ou região, a partir das potencialidades energéticas, tem como condição essencial a possibilidade de minimização dos impactos sociais e ambientais ocasionados por crises internacionais que atingem o mercado de combustíveis fósseis ou por instabilidade na geração hidroeétrica provocada por períodos de estiagem. Dessa forma, é possível considerar a produção de energia como uma atividade de importância no planejamento da economia local ou nacional.

Assim, diante dos enfoques elucidados, sinaliza-se que para gerar um ambiente de segurança energética, o setor público, as empresas, as ONG'S e a sociedade civil precisam trabalhar em

cooperação, objetivando garantir todas as necessidades dos indivíduos como um todo, proporcionando um bem-estar social e ambiental. Contudo, para se atingir este ambiente de segurança energética, faz-se necessária a promoção de um desenvolvimento dos territórios político-econômico e ambientalmente sustentável, pautada na perspectiva de melhorar a qualidade ambiental.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do analisado, evidencia-se que as questões energéticas e as práticas de consumo são temáticas que necessitam ser amplamente investigadas, com uma abordagem que perpassa pela discussão emblemática do desenvolvimento sustentável. Considerando que as perspectivas mais restritas de desenvolvimento sustentam a noção de desenvolvimento com ênfase no crescimento econômico do Produto Interno Bruto (PIB), industrialização e avanço tecnológico sem, no entanto, elucidar a discussão ética e política sobre a exploração dos recursos naturais e os níveis de consumo.

Sendo assim, torna-se estratégica a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável contextualizado com as demandas sociais com disposições sociais dos serviços públicos de educação e saúde e principalmente os direitos sociais contribuindo substancialmente para a expansão da liberdade. Com uma discussão que não deve ser centrada na perspectiva de delimitar o crescimento, mas de mudar o tipo de desenvolvimento.

Um modelo de desenvolvimento sustentável, que implica na revisão dos modelos de produção e consumo dos recursos naturais. Essas duas dimensões, modelo de produção e exploração excessiva dos recursos e iniquidade geracional na distribuição

dos benefícios oriundos dessa exploração, conduziram à reflexão e discussão sobre os impactos socioambientais resultantes dos atuais padrões de consumo sem nenhuma consonância com pressupostos éticos.

Desse modo, para se alcançar um desenvolvimento sustentável é preciso propor estratégias sociais de cooperação e justiça social, em defesa da participação social com vida digna para todos em harmonia com a natureza. Contudo, o caminho para se alcançar o desenvolvimento sustentável não deve ser vislumbrado apenas com o uso racional de recursos naturais ou alocação das forças, “o meio-ambiente natural”, pelo contrário, atingir a esfera do “meio-ambiente social”, como uma política que reivindica e prepara os cidadãos para agir dialeticamente como elemento de transformação das relações com o meio ambiente, com uma nova racionalidade: contribuir para a construção de uma sociedade ecologicamente sustentável.

Evidentemente que a sociedade de risco tem gerado uma série de novos impactos socioambientais como: degradação ambiental, desintegração e desigualdade social, exclusão social, a pobreza extrema, a violência e a insegurança política e econômica. Considerando que os atores sociais necessitam de liberdade para serem capazes de garantir seus direitos, fazerem escolhas e se envolverem nas decisões cotidianas diante dos problemas que os afligem.

Portanto, faz-se necessário delinear uma nova estratégia de desenvolvimento, pois só há desenvolvimento quando os benefícios do crescimento servem para a ampliação das capacidades humanas, entendidas como um conjunto de coisas que as pessoas podem ser, ou fazer na vida. Tendo como os mais elementares: uma vida saudável, ser instruído, ter acesso aos recursos

necessários para uma vida digna e ser capaz de participar da vida da comunidade (VEIGA, 2006).

Cabe, ainda, elucidar que para se perseguir a esperança de um mundo melhor e mais justo, é necessário perseguir, sim, a capacidade de responsabilidade ética, que repousa sobre a “aptidão ontológica do homem de escolher alternativas de ação com saber e vontade” (JONAS, 1992, p.131). Assim, almeja-se uma ética vinculada a valores, saberes, atitudes, técnicas e comportamentos que favoreçam a participação política efetiva na tomada de decisões através de um processo de autoatribuição de responsabilidades por parte dos consumidores.

Porém, a convergência de várias áreas do conhecimento deve propiciar uma compreensão e interação das abordagens, para que possam reconhecer que os problemas socioambientais estão inter-relacionados. As fontes energéticas renováveis apresentam-se como resposta à sociedade moderna diante da perspectiva de sua escassez, bem como da necessidade de matrizes energéticas ambientalmente sustentáveis como resposta à minimização dos danos ambientais.

Neste contexto, para que a questão energética se torne sustentável, é necessário que seus problemas sejam abordados de forma ampla, incluindo não apenas a gestão, o desenvolvimento e a adoção de inovações tecnológicas, além da promoção de mudanças na sociedade através da tomada de decisões públicas para o pleno exercício de liberdade do cidadão.

## REFERÊNCIAS

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente**. 3. ed. Brasília: Senado Federal, 2001.

BARBOSA, L. **Sociedade do consumo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

BECK, U. **Liberdade ou Capitalismo**. São Paulo: UNESP, 2002.

BARTIAUX, F et al. **Socio-Technical factors influencing residential energy consumption** (SEREC) – SPSD II, Bélgica, Belgian Science Policy, 2006.

BAUMGARTEN, M.(org.). **A era do conhecimento**: matrix ou ágora? Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul, 2001.

BOARDMAN, Brenda. **New Directions for household energy efficiency** – evidence from de UK. Energy Policy, 32, 2004.

BURGESS, Jacquelin et al. **(Un)sustainable consumption**. In: Frans Berkhout, Melissa Leach e Ian Scoones (eds): Negotiating, 2003.

COSTA; D. V. TEODOSIO, A. dos S. **Desenvolvimento Sustentável, Consumo e Cidadania**: Um Estudo Sobre a (Des) articulação da Comunicação de Organizações da Sociedade Civil, do Estado e das Empresas. Revista de Administração Mackenzie. Edição especial. v.12. n.3. São Paulo, maio-jun, 2011. p.114-145.

GIDDENS, A. **As Consequências da modernidade**. São Paulo: UNESP, 1991.

JONAS, H. **O princípio da vida**. Fundamentos para uma biologia filosófica. Tradução de: Carlos Almeida Pereira. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992.

KREMER, J. **Caminhando Rumo ao consumo sustentável**: uma investigação sobre a teoria declarada e a práticas da empresa no Brasil e no Reino Unido. 2007. 258f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC, São Paulo, 2007.

LIPOVETSKY, G. **A felicidade paradoxal**: ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo. Tradução de: Maria Lúcia Machado. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

LUTZENHISER, L, CRAIG, K. HARRIS; MARVIN, E. Olsen. Energy, Society and the Environment. In: Riley Dunlap e William Michelson (eds.): **Handbook of Environmental Sociology**, EUA, Greenwood, 2002.

MARTINS, F.; PEREIRA, E. B.; SILVA, S. et al. Solar energy **scenarios in Brazil, Part one: Resource assessment**. Energy Policy, 2008. v.36, p.2853-2864.

PORTILHO, F. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. São Paulo: Cortez, 2005.

\_\_\_\_\_. Novos atores no mercado: movimentos sociais econômicos e consumidores politizados. Política e Sociedade. **Revista de Sociologia Política**. vl.8, n.15, 2009.

RAMSAY, Lotte e Jacky Pett. **Hard to reach and hard to help: bringing energy efficiency to elusive audiences.** ECEEE 2003 Summer study, 2003.

RETONDAR, A. M. **Sociedade de consumo, modernidade e globalização.** São Paulo: Annabluma. Campinas Grande: EDUFMG, 2007.

SHOVE, Elisabeth. **Revealing the invisible:** Sociology, energy and the environment. In: Michael Redclift e Graham Woodgate (ed): *The International Handbook of Environmental Sociology*, 2000.

SILVA, et al. **Recursos energéticos, meio ambiente e Desenvolvimento.** Revista MultiCiência. Revista dos centros e núcleos Interdisciplinares da Unicamp, 2010.

SPAARGAREN, Gert . Ecological Modernization Theory and the Changing Discourse on Environment and Modernity. In: **Environment and Global Modernity, G.S.**, Arthur P.J. Mol e Frederick Buttel (ed.), Londres, 2000. p.41-66.

WALLENBORN, Grégoire et al. **Specifying household profiles for more efficient energy demand-side management** – Summary – SPSD II, Bélgica, Belgian Science Policy, 2006.

VEIGA, José Eli. **Meio ambiente & Desenvolvimento.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. Série Meio Ambiente 5.

# CAPÍTULO 4



## **A DISCIPLINA JURÍDICA DOS RECURSOS HÍDRICOS E A PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL**

*Lílian Gabriele de Freitas Araújo*

*Patrícia Borba Vilar Guimarães*

### **INTRODUÇÃO**

Nesse artigo, serão traçados os principais institutos jurídicos da disciplina dos recursos hídricos a fim de relacionar a questão do uso e gestão das águas doces, como insumo do processo produtivo da indústria sucroalcooleira, e a sua destinação institucional. Independente de sua utilização no estado bruto ou como insumo produtivo, a água deve ser preservada, pois se constitui um bem ambiental e merece proteção em nome do direito ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado. A gestão dos recursos hídricos vai se prestar a regular o uso da água como bem econômico, para que seja atendido o preceito dos usos múltiplos, como adiante se verá.

A água é, definitivamente, bem econômico tutelado juridicamente e recurso estratégico para o desenvolvimento nacional.

Nesse sentido, a política de gestão de águas doces deve estar incluída em todo e qualquer planejamento econômico. Assim é que a Lei de Águas, Lei Federal nº 9.433/97, e seus regulamentos posteriores buscaram prever a garantia dos usos múltiplos da água, para que não se crie um paradoxo entre o consumo humano e a atividade econômica<sup>1</sup>.

A preservação da água, que é recurso ambiental da maior relevância para a vida, é questão de respeito à dignidade da pessoa humana, de direito à saúde e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, direitos constitucionalmente garantidos no Estado brasileiro. O crescimento econômico deve se converter, antes de tudo, em desenvolvimento nacional, e isso deve levar em conta a preservação da qualidade e da quantidade das águas. É nesse panorama que vai ser imprescindível a regulação, a qual vai se dar através da ação conjunta de diversos órgãos, bem como da coletividade, já que a gestão, conforme preleciona a Lei Federal Nº 9.433/97, deverá ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades<sup>2</sup>.

#### A Proteção dos Recursos Hídricos no Ordenamento Jurídico Brasileiro

Com a promulgação da atual Constituição Federal (CF) (BRASIL, 1988), inúmeras mudanças se fizeram sentir no que concerne ao domínio e à titularidade das águas. Nesse teor, é possível dizer que foi a partir da Constituição Cidadã que passaram a inexistir águas privadas no território brasileiro, uma vez que assim eram tratadas as águas que se encontravam no subsolo de propriedade privada, à época da vigência do Código Civil de

---

1 BRASIL. Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Brasília.

2 Cf. Art. 1º, inciso VI, da Lei Federal Nº 9.433/97.

1916. Nesse período, era frequente a perfuração de poços em propriedades privadas para que seus respectivos proprietários não pagassem pelo fornecimento de água potável. Dessa forma, coube à CF, nos moldes do disposto no art. 26, I, estabelecer que as águas subterrâneas são de domínio dos Estados e, portanto, estão sujeitas à outorga. Sendo assim, a extração de água subterrânea, através da perfuração de poços, para consumo final ou para insumo de processo produtivo, sem a devida autorização, configura infração das normas de utilização dos recursos hídricos.

Pode-se dizer, assim, que a água foi enquadrada na categoria dos bens de uso comum. Assim, se antes o meio ambiente e todos os seus bens eram tratados como propriedade privada, a partir da CF, eles passaram a fazer parte da categoria dos bens de uso comum do povo, ou seja, totalmente publicizados, como foram todos os bens primordiais ao interesse público, para que houvesse a garantia do seu melhor aproveitamento. É aí que vai incidir a importância da regulação direta a ser realizada pelo Estado. Foi em função dessa publicização, proporcionada pela Carta Republicana de 1988, que as águas passaram a pertencer à União, aos Estados ou ao Distrito Federal, por analogia.

A gestão dos recursos hídricos far-se-á por meio da regulação por parte da Administração, como titular do domínio, mediante autorização, concessão ou permissão, cabendo a ela a outorga de utilização dos recursos hídricos, conforme prevê o art. 21, XIX, da CF, ao determinar que “compete à União instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso”.

Além da necessidade da mudança de pensamento a ser refletida nas legislações pátrias, o ambiente externo formava um ambiente extremamente propício para a proliferação das ideias

sobre preservação da água. Desse modo, formado o conceito de gestão e vivendo o Brasil um período de regulação econômica e política, experimentada na década de 1990 por todo o mundo neoliberal, nada mais propício para o surgimento de uma lei que fosse capaz de inaugurar aqui a ideia de regulação do uso dos recursos hídricos, conforme já tinha sido disposto na Constituição Federal. Isso somado com o caráter programático da norma constitucional, ou, melhor dizendo, dirigente, no que concerne aos artigos supracitados, os quais careciam de regulamentação, foi promulgada a Lei Federal nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), visando a implementar políticas de gestão e planejamento da água.

### **ESPECIFICIDADES DA LEI FEDERAL Nº 9.433/1997: POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH)**

A Lei Federal nº 9.433 de 1997 regulamentou o disposto no art. 21, XIX, da CF/88, conforme supramencionado, e instituiu a PNRH e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Qualquer análise da Lei Federal nº 9.433/97 deve ser feita com base em quatro aspectos, contidos no seu artigo 1º. Em que pese todos os incisos desse rol de fundamentos serem de igual importância, destacamos apenas o inciso IV, que traduz as disposições constitucionais, ao reconhecer, inteligentemente, a água como bem de uso público. O inciso II, por sua vez, reconhece o valor econômico da água, o que será o elemento justificador da instituição da cobrança. Os incisos III e IV são completamente interligados entre si e expressam que a PNRH deve sempre visar ao uso múltiplo das águas, mas, em situações de escassez, é

o consumo humano e a dessedentação de animais que devem ser priorizados. Essa norma consagra e prioriza as leis básicas da vida, em detrimento de qualquer interesse privado de ordem econômica ou política, o que invoca, por si só, a atuação estatal em qualquer atividade econômica que explore demasiadamente a utilização de água, tendo em vista que existem interesses primordiais carentes de defesa, como é o direito à vida e à saúde.

O inciso V traz o fundamento de que a bacia hidrográfica é como unidade territorial para a implementação da PNRH e atuação do SINGREH. Em que pese o domínio das águas ser da União e dos Estados, não é tomando por base os entes federativos que a PNRH irá agir, mas sim com relação à bacia, pois ela é a unidade ecossistêmica e morfológica que permite a análise e entendimento dos problemas ambientais. A bacia hidrográfica será, portanto, o elemento limitador de cada região, devendo ela ser gerida por um Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), o qual deverá deter conhecimentos e controle sobre o ciclo hidrológico da bacia que lhe corresponde, o que facilita os trabalhos e a fiscalização, tendo em vista que cada bacia tem um ciclo hidrológico distinto, o que tornaria dificultosa a gestão caso ela fosse centralizada na União. Por fim, o inciso VI, que traduz o brilhantismo do modelo de gestão de águas no Brasil, pois prevê a gestão descentralizada, que deverá contar com a atuação conjunta do Poder Público, dos usuários e da comunidade. Isso reflete o que fora outorgado no art. 225, *caput*, da CF, que deu à coletividade, também, o dever de preservar o meio ambiente. Além disso, a gestão descentralizada reflete ainda o caráter cidadão da CF de 1988, tendo em vista que esta consagrou a cidadania como um dos fundamentos do Estado Democrático de Direito, pois permite que o indivíduo participe da definição,

gestão e fiscalização das políticas públicas de planejamento para a preservação da água.

O art. 2º<sup>3</sup>, por sua vez, será o segundo aspecto, responsável pela previsão dos objetivos da PNRH, que induzem o alcance do princípio constitucional do desenvolvimento sustentável através do equilíbrio entre os diversos usos da água. Sendo assim, se a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, ela deve fazê-lo com cautela, pois um de seus objetivos é garantir à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Para que haja a satisfação dos usos múltiplos da água, a PNRH conta com um valioso instrumento de gestão, que é a outorga. A outorga atenderá a determinados critérios e recairá sobre as atividades que realmente representem significativa mudança no domínio hídrico do país, quer em níveis qualitativos, quer em níveis quantitativos. É de bom alvitre lembrar que nem sempre haverá harmonização com relação aos usos. Por vezes, deparamo-nos com casos em que um grande seguimento industrial, por exemplo, está causando a poluição ou a escassez das águas disponíveis, prejudicando o abastecimento local de uma gama de indivíduos.

O terceiro aspecto relevante que traz o rol de diretrizes da PNRH está disposto no art. 3º da Lei Federal. Nele, destaca-se o mandamento enunciado no inciso III, segundo o qual uma das diretrizes gerais de ação para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos é a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental<sup>4</sup>.

---

3 Cf. Art. 2º da Lei Federal Nº 9.433/97.

4 Cf. Art. 3º, inciso III, da Lei Federal Nº 9.433/97.

Por essa lógica, tem-se que é perfeitamente possível que a gestão de recursos hídricos se utilize de instrumentos da PNMA<sup>5</sup> (Política Nacional do Meio Ambiente), instituída pela Lei Federal nº 6.938/81, como, por exemplo, o licenciamento ambiental, o qual pode fornecer condições para que uma indústria se instale próximo a um corpo hídrico, sendo possível a determinação de que a instalação só ocorra caso a indústria se comprometa a cumprir todos os termos da outorga para possível captação de água, bem como a realizar o tratamento adequado da água utilizada nos seus processos produtivos, antes de descartá-la. Nesse caso, enxerga-se a possibilidade da realização de um licenciamento antes da instalação de uma usina sucroalcooleira, para averiguar quais impactos a produção canavieira poderá causar nas condições ecológicas normais, bem como na qualidade e quantidade da água disponível.

É imprescindível destacar ainda que, ao menos abstratamente, não só os instrumentos da PNMA se adéquam perfeitamente à PNRH, em muitos casos, mas também os princípios constitucionais consagrados na CF, que recepcionou a Lei Federal nº 6.938/81, a qual adotou, pioneiramente, muitos desses princípios. Dentre os principais, podemos destacar: o princípio do desenvolvimento sustentável, o princípio da precaução e da prevenção, o princípio do poluidor/usuário-pagador, dentre outros. Por ser direito fundamental, sobre sua proteção e sobre as políticas que visam a alcançar sua proteção e preservação, devem incidir todos os princípios orientadores das Políticas Públicas.

---

5 Sobre esses instrumentos, vide art. 9º da Lei Federal Nº 6.938/81.

## PRINCIPIOLOGIA AMBIENTAL: CONTEXTO E APLICAÇÕES AO TEMA

Sobre o princípio do desenvolvimento sustentável, sabe-se que ele deve ser a mais nova acepção de desenvolvimento, para que não haja somente crescimento econômico, mas que este exista associado à noção de preservação do meio ambiente e seus recursos, que são dotados de um caráter econômico significativo, para as atuais e as futuras gerações. Assim, o uso dos recursos hídricos deve ser regulado para que possam existir os usos múltiplos que são a mais concreta noção de desenvolvimento sustentável. O monitoramento das águas, em seus aspectos quantitativos e qualitativos, permite que haja uma seleção para quais usos aquele corpo hídrico deve se destinar. O uso para insumo de processo industrial ou energético não pode comprometer o abastecimento da população, pois isso configuraria claro desrespeito ao princípio do desenvolvimento sustentável. A máxima realização desse princípio é o grande objetivo da gestão participativa, deliberativa e descentralizada.

O princípio da precaução tem origem no Direito Alemão (DA), e foi a partir da década de 1970 que o DA passou a se preocupar com a necessidade de avaliação prévia das consequências vindouras ao meio ambiente em função de atividades e empreendimentos na iminência de serem implantados<sup>6</sup>. O princípio da precaução tem por escopo a proteção contra o simples risco. Por isso, se forem desconhecidos os efeitos e as consequências que os empreendimentos ou as atividades com potencial poluidor podem trazer ao meio ambiente, isto é, se eles não

---

6 ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental: Aspectos Fundamentais. In: FARIAS, Talden; COUTINHO, Francisco Seráfico da Nóbrega (coord.), op. cit., p. 182.

puderem ser previstos nem mesmo pelos meios mais eficientes da ciência, a atividade ou a instalação do empreendimento não devem seguir adiante. Em outras palavras, diante da incerteza científica, a atividade econômica, em caráter duradouro ou efêmero, bem como a obra a ser construída, por exemplo, devem ser embargadas de imediato.

O que esse princípio preconiza, portanto, é a manutenção da vida e a perpetuação da espécie, evitando, de todos os modos, os danos irreversíveis, sobre os quais não se tem conhecimento ainda. Clama-se, assim, sua observância e aplicação à gestão do uso das águas, em caráter de urgência, para que, diante de incertezas científicas, o Poder Público não permita que atividades, cujos efeitos sobre o meio ambiente são ainda desconhecidos, sejam realizadas, para que não haja a desconfiguração do padrão de qualidade hídrica.

Ao lado do princípio da precaução, está o princípio da prevenção, que com aquele não deve ser confundido. O princípio da prevenção é aplicado nos casos em que já se conhece, ou se tem uma ideia dos impactos que incidirão sobre o meio ambiente. No entanto, antes do deferimento da instalação de empreendimentos ou realização de grandes obras, deve ser feito um estudo para se prever quais serão os impactos futuros mais prováveis. Para alcançar a realização desse princípio, os órgãos ambientais vão se utilizar dos instrumentos fornecidos pela PNMA, tais como o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e o licenciamento ambiental<sup>7</sup>. Através destes, se fará um sopesamento de interesses, tomando-se por base a proporcionalidade, razoabilidade, necessidade e adequação, para se verificar quais perdas ambientais surgirão com a realização da obra ou

---

7 Idem, p. 187.

instalação do empreendimento, e quais benefícios para o interesse público estas poderão trazer. Só após essa análise é que o licenciamento poderá ser deferido ou indeferido.

Daí se percebe que esse princípio está totalmente atrelado com a intenção de realizar um desenvolvimento sustentável. Sua observância se faz também mais que necessária na gestão do uso das águas, mormente quando seu uso será destinado para insumo dos processos produtivos da indústria sucroenergética, ou para a diluição dos lançamentos feitos pelos efluentes provenientes da indústria canavieira. Cite-se como exemplo o vinhoto (ou vinhaça), que é um produto derivado do processo de fabricação do açúcar e do álcool e, caso seja despejado nos cursos de águas, os tornará impróprios para o consumo humano, além de provocar a morte da fauna e da flora aquáticas. Por essas e outras razões, a Avaliação de Impactos Ambientais e o licenciamento ambiental serão o ápice da concretização da prevenção, e devem ser utilizados também pela PNRH, com o fim de evitar que a atividade econômica polua, ou altere para níveis lastimáveis, a qualidade dos mananciais hídricos.

Outro princípio norteador da PNMA na proteção do meio ambiente, que deve ser observado também pela PNRH, na preservação das águas, é o princípio do poluidor-pagador (PPP), que tem outra variável intitulada: princípio do usuário-pagador (PUP). Por ele, a PNMA impõe ao poluidor a obrigação de reparar e/ou indenizar o meio ambiente pelos danos causados, ou de pagar pela utilização dos recursos naturais, para compensar os custos advindos da utilização dos recursos ambientais. O PUP norteia totalmente a PNRH, pois ele é o grande pilar de sustentação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Através dele, pretende-se que os custos da utilização dos recursos naturais ou a poluição causada aos bens ambientais não

sejam suportados nem pelo Poder Público e nem pela coletividade, mas tão somente pelo usuário.

Note-se que o preço pago pelo usuário não deve ser encarado como punição, pois mesmo inexistindo qualquer ilicitude, ele deve arcar com os custos<sup>8</sup>. Isso é importante até mesmo para que a cobrança estimule comportamentos ambientalmente corretos, pois ela é fixada de acordo com a mensuração da quantidade de recurso utilizada, ou pela quantidade de poluição gerada. O Poder Público pode direcionar sua política de ações determinando que o valor a ser pago seja reduzido, caso sejam implementadas, pelos agentes econômicos, ações de recuperação e preservação do meio ambiente e dos bens ambientais, ou ainda pela diminuição da quantidade de recurso natural, demonstrando sinais de consciência e educação ambiental.

Citem-se ainda os princípios da informação e da participação, os quais são de extrema relevância para a orientação das diretrizes da PNMA e, obviamente, aplicam-se inteiramente às políticas públicas que devem ser implementadas pela PNRH. Com relação ao princípio da informação no âmbito dos recursos hídricos, constitui um dos instrumentos da PNRH o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Essas informações sobre a demanda e a oferta de água, bem como sobre a qualidade das águas dependerão da constituição de uma rede de monitoramento, a qual permitirá a eficiência da gestão. Logicamente, essas informações não são sigilosas e estarão à disposição do conhecimento da comunidade. Dotada dessas informações sobre as águas, é que a comunidade terá subsídios para opinar e participar dos processos de deliberação e decisão sobre o destino

---

8 MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 12. ed. São Paulo: Malheiros, 2004. p.54.

das águas. Essa análise é o que embasa o pensamento de que a PNMA sempre poderá intervir na PNRH com o intuito de auxiliar a gestão dos recursos hídricos. Por isso, outro princípio que bastante se destaca e se aplica à PNRH, é o princípio da cooperação, que significa a conjugação de esforços para que seja efetivada a política de ações para a defesa das águas, dando-se concretude, portanto, à gestão integrada dos recursos hídricos.

Entende-se que essa gestão não pode envolver apenas os órgãos do SINGREH, mas também a atuação dos órgãos do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), pois esses cuidam da proteção do meio ambiente como um todo. Tanto é verdade, que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) já editou várias resoluções voltadas para a defesa das águas em vários aspectos<sup>9</sup>. No entanto, a disciplina das águas

---

9 CF. Resolução CONAMA N° 001/1985 que dispôs sobre estudos de implantação de novas destilarias de álcool nas bacias hidrográficas do Pantanal mato-grossense ao determinar a suspensão da concessão de licença para a implantação de novas destilarias na referida bacia; a Resolução CONAMA N° 357/2005, que 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; a Resolução CONAMA N° 393/2007, que dispõe sobre o descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural; a Resolução CONAMA N° 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas; a Resolução CONAMA N° 398/2008, a qual dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração.

no ordenamento jurídico não se limitou a repetir os termos da Lei da PNMA, bem como seus instrumentos, mas inovou, criando, o que se pode chamar de um novo ramo do Direito Ambiental, que é o Direito das Águas.

## **INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS COMO ELEMENTO DE INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO**

### Outorga para Captação

O instituto da outorga está disciplinado nos arts. 11 a 18 da Lei Federal de Águas, e é definido por Maria Luiza Machado Granziera como sendo “o instrumento pelo qual o poder público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de utilizar privativamente o recurso hídrico”<sup>10</sup>. Christian Guy Caubet<sup>11</sup>, por sua vez o define como “ato administrativo que objetiva atribuir um bem ambiental de uso comum do povo”. Sabendo-se que todas as definições nos levam a um conceito genérico, a outorga consiste em ato administrativo pelo qual o Poder Público, na condição de titular do domínio das águas, autoriza discricionariamente – guiado por critérios de conveniência e oportunidade –, que o ente privado usufrua de determinado corpo hídrico, por prazo determinado e em respeito às condições da autorização. É imperativo lembrar que a água é bem de uso comum com titular definido, pelo que é terminantemente vedado que alguém se aproprie da água, seja para captá-la, seja para usá-la como receptor de efluentes, sem a devida outorga

---

10 GRANZIERA, Maria Luiza Machado, op. cit. p. 179.

11 CAUBET, Christian Guy. **A água, a lei, a política... e o meio ambiente?** Curitiba: Juruá, 2004. p.165.

a ser concedida pelos órgãos do SINGREH. Nesse diapasão, o que se verifica é que a outorga é a mais pura realização da regulação do uso da água. Ela surge como o elemento que dá base ao Estado Regulador no âmbito dos recursos hídricos.

O art. 11 da Lei de Águas revela os objetivos primordiais da outorga, que são assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água<sup>12</sup>, demonstrando o papel que deverá ser assumido pela União e pelos Estados na função de gestores, com vistas a garantir água suficiente e saudável para os mais diversos usos. Ela objetiva, portanto, harmonizar e conciliar os diversos usos no âmbito da bacia hidrográfica, pois é sabido que, muitas vezes, podem surgir conflitos de uso pela água na mesma bacia. Nesse caso, os órgãos do SINGREH responsáveis por conceder a outorga, deverão estar atentos ao que é previsto no plano de recursos hídricos, bem como à classificação dos corpos hídricos. Dizendo de outro modo, antes que seja concedida a outorga, deve ser observada qual a disponibilidade da bacia, qual o enquadramento da água, qual o uso adequado para aquela água e qual a demanda do usuário<sup>13</sup>. Observados todos esses requisitos, facilmente se enxerga qual o uso prioritário definido pelo plano. Se a água disponível na bacia, considerada em níveis quantitativos e qualitativos, puder satisfazer os mais diversos usos, estes devem ser garantidos.

No entanto, se não for possível a satisfação de todas as utilidades, deve-se dar prioridade àquela que, legalmente, foi designada para ser priorizada, que é o consumo humano e a dessedentação de animais. Ainda assim, é preciso atentar que o uso priorizado

---

12 Cf. Art. 11 da Lei Federal Nº 9.433/97.

13 Cf. Art. 13 da Lei Federal Nº 9.433/97.

pode ser relativo, pois em águas salinas e salobras a prioridade será outra, e não o consumo humano. Todos esses estudos pré-outorga somente serão possíveis graças à geração de dados feita pelo sistema de informações.

Dito isto, entende-se que os instrumentos da PNRH estão completamente interligados e interdependentes. Desse modo, os planos são estabelecidos e os recursos hídricos são enquadrados em classes para permitir, ou não, a concessão da outorga. Após isso, são realizadas a cobrança e a compensação aos municípios, alimentando-se o SNIRH com as informações obtidas no processo. O SNIRH, portanto, é alimentado com as informações obtidas em cada novo processo, as quais serão imprescindíveis para a análise do deferimento, ou não, de novas outorgas<sup>14</sup>.

Nesse contexto, é fundamental o conhecimento de impactos quali-quantitativos de cada usuário e, principalmente, a sistematização da avaliação cumulativa desses impactos sobre o corpo de água. Desse enunciado, aufere-se que a outorga não pode ser concedida sem que haja prévio licenciamento ambiental para autorizar que as atividades que utilizem recursos hídricos e tenham considerável potencial de poluição se instalem. Os procedimentos deverão ser feitos em conjunto pelos órgãos do SINGREH, competentes para a outorga, e do SISNAMA, para a realização do licenciamento. Isso retoma o que se expôs anteriormente sobre a possibilidade de a PNRH se utilizar dos instrumentos da PNMA para realizar uma gestão integrada e

---

14 GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. **Avaliação de Políticas Públicas para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos sob a ótica das dimensões institucional e ambiental**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2010. p.54.

eficaz. Esse é também o teor da Resolução CNRH N° 65, de 07 de dezembro de 2006<sup>15</sup>, que estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

A Resolução CNRH N° 16, de 08 de maio de 2001<sup>16</sup>, que completa a base legal da outorga, juntamente com a Lei de Águas e a Resolução supramencionada, e estabelece os critérios gerais para a outorga do direito de uso das águas, traz importantes enunciados a respeito do instituto. Primeiramente, a outorga não configura a alienação parcial ou total das águas, mas apenas o direito de seu uso<sup>17</sup>. Depois, a outorga enseja a observância de algumas exigências, como o respeito à disponibilidade hídrica e o regime de racionamento, sujeitando o outorgado à suspensão da outorga<sup>18</sup>.

Sobre a inalienabilidade, reitera-se: a outorga não representa a transferência da titularidade ou propriedade das águas. Estas continuam e sempre continuarão pertencendo ao Poder Público. O que se concede é o direito de uso. Esse aspecto da outorga se assemelha ao instituto da concessão na Indústria de Petróleo e Gás Natural (IPGN), o qual transfere somente a propriedade do óleo extraído, mas nunca a titularidade da jazida onde se realizam as atividades de Exploração e Produção (E&P), uma vez que estas são de titularidade da União. Será a ANA a

---

15 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 65, de 07 de dezembro de 2006**. Brasília.

16 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 16, de 08 de maio de 2001**. Brasília.

17 Cf. Art. 1°, § 1° da Resolução CNRH N° 16/2001. Reitera o que dispõe o art. 18 da Lei Federal N° 9.433/97.

18 Cf. Art. 1°, § 2° da Resolução CNRH N° 16/2001.

autoridade competente para conceder a outorga do direito de uso dos recursos hídricos em corpos de água de domínio da União<sup>19</sup>. Ressalte-se que é possível, por disposição legal expressa, que a União delegue a competência para outorgar o direito de uso da água de seu domínio aos Estados ou ao Distrito Federal<sup>20</sup>. A maioria dos Estados e o Distrito Federal possuem órgãos próprios com competência legal para emitir as outorgas de direito de uso das águas de seus domínios.

A ANA também terá as funções de fiscalização dos usuários de recursos hídricos, a fim de verificar se os termos e condições previstos nas outorgas estão sendo cumpridos. Ela se vale, portanto, do seu poder de polícia para averiguar as infrações, cujo rol está descrito no art. 49 da Lei de Águas, e, caso sejam elas constatadas, aplicar as penalidades previstas no art. 50 da mesma lei.

O art. 12 da Lei de Águas traz o rol das hipóteses de utilização da água em que será necessária e imprescindível a outorga, dentre elas, aquela que consta do inciso II, “extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;”. Da leitura do referido dispositivo, depreende-se ser de absoluta necessidade, portanto, a outorga do direito de uso da água no processo produtivo da indústria sucroalcooleira, a qual utiliza água como insumo em quase todas as etapas do processo produtivo, mormente na irrigação dos cultivos de cana-de-açúcar. Não obstante a captação em grande escala realizada por esse tipo de setor industrial, sabe-se que ainda existe o fator poluição, pois já se elucidou que, como subproduto da indústria sucroenergética, advém o vinhoto, que tem sabidamente, grande potencial poluidor.

---

19 Cf. Art. 4º, inciso IV, da Lei Federal 9.984/2000.

20 Cf. Art. 14, § 1º, da Lei Federal Nº 9.433/97.

Configurado o conflito de usos nas bacias que servem de insumo para essas indústrias, os órgãos competentes devem procurar analisar se o consumo humano não está sendo preterido. Se estiver, é o momento de modificar esse panorama em detrimento das indústrias do setor sucroalcooleiro. No entanto, reputa-se que existem instrumentos jurídicos aptos a propiciarem esse equilíbrio.

Há ainda que se examinar a questão dos usos prescindíveis de outorga, conforme se pode averiguar a partir das disposições expressas no art. 12, § 1º, da Lei Federal Nº 9.433/97, as quais se voltam para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; para as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; e ainda para as acumulações de volume de águas consideradas insignificantes. Desta feita, se os objetivos da outorga consistem em preservar a quantidade e a qualidade da água, não se justifica a cobrança para captações e lançamentos que não modificam as propriedades da água, de acordo com o enquadramento considerado. O art. 15 da Lei de Águas<sup>21</sup> reiterou a previsão da Resolução CNRH Nº 16/2001, no que concerne ao cumprimento de determinadas exigências pelo outorgado para que a referida outorga não seja suspensa.

Independente das hipóteses de suspensão da outorga expressas no artigo supramencionado, há que se esclarecer que ela tem um prazo determinado, segundo a dicção do art. 6º da Resolução CNRH Nº 16/2001, que é de 35 anos contados da data da publicação do respectivo ato administrativo. Em contrapartida, o § 1º dispõe que o prazo previsto no *caput* poderá ser prorrogado pela respectiva autoridade outorgante, respeitando-se as

---

21 Cf. Art. 15 da Lei Federal Nº 9.433/97.

prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos<sup>22</sup>. Assim como a concessão da outorga é um ato discricionário, discricionária também será a renovação desse prazo pela autoridade competente, a qual vai avaliar a finalidade do uso, o projeto e os planos de bacia. Não se entende, portanto, que essa renovação seja conveniente, pois o mundo já enfrenta uma situação de escassez. Certamente que, dentro de 35 anos, o quadro geral característico das bacias hidrográficas já estará bastante modificado e, ainda que existam outorgas concedidas anteriormente, elas sequer poderão ainda dispor de eficácia, tendo em vista existirem outros usos primordiais, aos quais, deve-se dar prioridade em períodos de escassez.

## **A COBRANÇA PELO USO OUTORGADO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

A cobrança pelo uso da água é instrumento da PNRH, também previsto no art. 5º, e se encontra ao lado do instituto da outorga, visando a concretizar os objetivos da PNRH, previstos no art. 2º da Lei de Águas, dentre os quais se encontra aquele que muito importa a esse estudo, qual seja: a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Desta feita, percebe-se que é extremamente importante que a cobrança seja conjugada com a outorga, pois esta sozinha não seria suficiente para corrigir as distorções do sistema de utilização da água. A outorga não lograria êxito se não existisse um instituto, aliado a ela, capaz de incentivar a economia de água. Assim, é coerente que a lei estipule que somente serão cobrados os usos

---

22 Cf. Art. 6º, *caput* e § 1º da Resolução CNRH Nº 16/2001.

de recursos hídricos sujeitos à outorga, nos termos do art. 12 da Lei de Águas<sup>23</sup>. Dessa forma, depreende-se que a outorga será o instrumento antecedente, capaz de viabilizar a cobrança posterior, legalmente instituída. É dizer: a cobrança pela utilização das águas deve ser e tem sido instituída por lei, ou em decorrência desta, em observância ao princípio constitucional da legalidade<sup>24</sup>.

Seu disciplinamento jurídico específico está expresso nos arts. 19 a 22 da Lei Federal de Águas. Mas também é dissecada pela Resolução CNRH N° 48/2005<sup>25</sup>, a qual reiterou os termos da Lei de Águas e acrescentou mais determinações. Já no art. 19 da Lei Federal N° 9.433/97, são dispostos os objetivos da cobrança, que consistem em reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos<sup>26</sup>. A Resolução CNRH N° 48/2005 acrescentou ainda no art. 2°, referente aos objetivos, mais dois objetivos, quais sejam: estimular o investimento em despoluição, reúso, proteção e conservação, bem como a utilização de tecnologias limpas e poupadoras dos recursos hídricos, de acordo com o enquadramento dos corpos de águas em classes de usos preponderantes; e induzir e estimular a conservação, o manejo integrado, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos, com ênfase para as áreas inundáveis e

---

23 Cf. Art. 20 da Lei Federal N° 9.433/97.

24 POMPEU, Cid Tomanik, op. cit., p.274.

25 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 48, de 21 de março de 2005**. Brasília.

26 Cf. Art. 19 da Lei Federal N° 9.433/97.

de recarga dos aquíferos, mananciais e matas ciliares, por meio de compensações e incentivos dos usuários<sup>27</sup>. Assim, o principal efeito da cobrança seria aquele capaz de induzir o usuário a uma postura de racionalidade em sua decisão de usar a água.

Conforme mencionado alhures, o preceito do art. 1º, II da Lei Federal Nº 9.433/97 reconheceu que a água é recurso natural limitado, dotado de valor econômico, justificando sobremaneira a instituição de um preço a ser pago pela utilização ou poluição das águas. Desta feita, afirma-se convictamente que a cobrança está baseada no PPP e no PUP. No primeiro, porque o valor cobrado impõe a recuperação de mananciais poluídos pelos efluentes industriais lançados nos corpos hídricos. No PUP, porque o preço a ser pago é medida de prevenção a fim de aprimorar o controle quantitativo. Assim, quem usa a água em níveis suficientes para comprometer a qualidade e a quantidade das águas, deve pagar por esse uso, de modo a evitar que o ônus seja suportado pelo Poder Público ou pela sociedade. Dito de outra forma, embasada nos princípios do PPP e do PUP, a cobrança, que é mecanismo de prevenção, estimulará o uso consciente e otimizado, tendo em vista que o preço a ser pago é designado tomando por base a quantidade de água captada e poluída. Desse modo, a cobrança tem natureza de uma contraprestação, e a fixação do preço a ser pago deve levar em consideração a necessidade de proporcionar incentivos adequados ao uso da água, bem como restringir o mau uso, os despejos e a contaminação das águas.

Deve-se considerar ainda que o Poder Público está outorgando o uso de um bem essencial; muitas vezes, tendo que colocar em risco a disponibilidade de água para a satisfação das

---

27 Cf. Art. 2º da Resolução Nº 48/2005.

primeiras necessidades da vida, quando essa outorga é destinada ao uso da água como insumo de processo produtivo, por exemplo, a cobrança é, portanto, um mecanismo de correção das externalidades negativas, que são os efeitos negativos advindos da exploração econômica do meio ambiente. A ideia é que o preço a ser cobrado internalize essas externalidades negativas de modo a fazer com que os responsáveis respondam pelos custos coletivos ou sociais.

Concedida a outorga para a utilização dos recursos hídricos para a indústria energética, devem ser fixados preços pelo pagamento desse uso, de acordo com a quantidade de água e de poluição produzida pelos lançamentos de efluentes em corpos hídricos, antes que ocorram quaisquer danos. O preço em razão da quantificação é importante, porque quanto mais água é utilizada, tanto maior será o custo social a ser suportado pela sociedade. Por isso, é que se diz que o preço deve considerar os custos sociais, para evitar, como se disse anteriormente, que a sociedade arque com esses custos. É isso o que se entende por internalização das externalidades negativas. Ao Estado, cabe o papel de corrigir os efeitos externos advindos da atividade econômica em relação à qualidade do meio ambiente, para fazer com que os custos sociais sejam somados aos cálculos privados do agente econômico.

Ainda assim, esclarece-se que a absorção dos custos sociais pelos utilizadores da água não impede que os custos sejam transferidos para o preço dos produtos finais. No caso da indústria sucroenergética, a internalização das externalidades negativas pode implicar no aumento do preço do etanol.

O art. 5º da Resolução CNRH Nº 48/2005 reza que “a cobrança pelo uso de recursos hídricos será efetuada pela entidade ou órgão gestor de recursos hídricos ou, por delegação

destes, pela Agência de Bacia Hidrográfica ou entidade delegatária”. Por sua vez, o art. 4º, inciso VIII, da Lei Federal Nº 9.984/2000 estabelece que será da competência da ANA “implementar, em articulação com os CBH, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União”. O § 4º do mesmo artigo dispõe que “a ANA poderá delegar ou atribuir a agências de água ou de bacia hidrográfica a execução de atividades de sua competência, nos termos do art. 44 da Lei no 9.433, de 1997, e demais dispositivos legais aplicáveis”.

Por fim, o art. 44, inciso III, da Lei Nº 9.433/97 prevê que compete às agências de água “efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos”. A competência para editar as diretrizes e critérios gerais da cobrança é do CNRH, conforme vimos outrora, cabendo aos CBH estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir valores a serem cobrados dos usuários. Nessa ordem, a ANA implementará, juntamente com os CBH, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, podendo delegar essa competência às agências de água, caso as águas pertençam ao domínio hídrico da União. Caso o domínio hídrico seja estadual, os Estados, os quais detêm os seus CERH e as respectivas Secretarias de Recursos Hídricos Estaduais (SRHE), delegarão a competência para implementação da cobrança, através das SRHE, para as agências de água. Vale dizer que a cobrança visa a evitar a superexploração da água, não podendo ser utilizada como justificativa para o uso indiscriminado desse recurso natural. O fato de o usuário pagar para utilizar a água não lhe dá o direito de usufruir dela indiscriminadamente. O objetivo é exatamente o oposto, no sentido de se estimular a consciência de preservação.

Sua natureza jurídica é de preço público, por fazer parte das receitas originárias do Estado, que são aquelas provenientes da

exploração de patrimônio público, que é bem de todos. Não se pode conceber que ela seja espécie de tributo, pois não é dotado de nenhum dos pressupostos que caracterizam as espécies de tributos. Por não ser o objetivo do presente trabalho a exploração de matéria tributária, dispensa-se aqui qualquer alusão às espécies tributárias, mas se faz necessário transcrever o artigo do CTN que define o conceito de tributo, para entendermos por que a cobrança não pode assim ser considerada. Desta forma, segundo o art. 3º do CTN: “tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada”<sup>28</sup>.

A Resolução CNRH Nº 48/2005, ainda, define condições para a instituição da cobrança, as quais estão delineadas no seu art. 6º e consistem basicamente: na proposição das acumulações, captações, derivações e lançamentos considerados insignificantes, pelo respectivo CBH, a fim de serem aprovados pelo Conselho de Recursos Hídricos competente (estaduais ou nacional), os quais serão exatamente aqueles que prescindem de outorga; ao processo de regularização dos usos de recursos hídricos sujeitos à outorga na respectiva bacia, incluindo o cadastramento dos usuários da bacia hidrográfica; ao programa de investimentos definido no respectivo Plano de Recursos Hídricos devidamente aprovado; à aprovação pelo competente Conselho de Recursos Hídricos, da proposta da cobrança, tecnicamente fundamentada, encaminhada pelo respectivo CBH; à

---

28 BRASIL. **Lei Federal Nº 5.172, de 25 de outubro de 1966.** Brasília.

implantação da respectiva Agência de Bacia Hidrográfica ou da entidade delegatária do exercício de suas funções<sup>29</sup>.

Vale acrescentar que os valores arrecadados com a cobrança serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados, nos termos do art. 22, *caput*, da Lei da PNRH, do qual se depreende que esses valores podem ser aplicados fora da bacia que os proporcionou, quando esta não necessitar do dinheiro para quaisquer fins e houver autorização expressa nesse sentido no plano de aplicação dos recursos arrecadados<sup>30</sup>.

Além de a cobrança só poder ser instituída por meio de lei, existirão critérios para ensejar a fixação dos valores a serem cobrados, os quais apontam para a necessidade de observação das derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação; e para os lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente<sup>31</sup>. A Resolução CNRH N° 48/2005, por sua vez, foi mais exaustiva ao tecer sobre os critérios para a fixação do valor a ser cobrado, conforme se pode conferir da leitura do seu art. 7°. O valor e o limite a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos deverão obedecer a critérios técnicos, acordados nos CBH e aprovados pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos<sup>32</sup>. O usuário poderá requerer a revisão final do valor que lhe fora imposto para pagamento, mediante

---

29 Cf. Art 6° da Resolução CNRH N° 48/2005.

30 Cf. Art. 44, XI, c, da Lei Federal N° 9.433/97.

31 Cf. Art. 21, da Lei Federal N° 9.433/97.

32 Cf. Art. 8° da Resolução CNRH N° 48/2005.

exposição fundamentada ao CBH, e, em grau de recurso, ao competente Conselho de Recursos Hídricos<sup>33</sup>.

A grande problemática que gira em torno da cobrança é a efetividade deficiente. O instituto foi previsto em lei, cercado de todas as circunstâncias responsáveis pela sua regulamentação, mas não ocorre na prática de maneira uniforme em todo o território brasileiro, gerando lamentáveis déficits de implementação, já que sua consolidação poderia representar um grande passo na preservação da água, como também na busca pela sustentabilidade no âmbito da indústria sucroalcooleira, que requer larga utilização do recurso.

É indiscutível o avanço que a cobrança pelo uso da água traz para as bacias onde ela já é adotada. Ela é o mecanismo mais próximo da sustentabilidade pelo uso da água, porque realmente tem o poder de desestimular práticas abusivas ao uso da água. A cobrança não é imposta a nenhum indivíduo, mas é condição e consequência da outorga. Tendo em vista que a outorga também não é compulsória, mas é solicitada por quem deseja utilizar a água de modo considerável, isto é, alterando a qualidade e a quantidade da água, ela será autorizada, desde que o usuário pague pelo que usará.

A cobrança, como se sabe, foi prevista em 1997. No entanto, com relação aos rios do domínio da União, somente em 2007, iniciou-se o processo de instituição de cobrança nas bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul (que corta os Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo) e Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) (que abrangem o sul de Minas Gerais e parte do interior de São Paulo), respectivamente, tendo sido completamente finalizada a instituição da cobrança no final de 2009.

---

33 Cf. Art. 9º da Resolução CNRH Nº 48/2005.

Quanto aos rios do domínio dos Estados, o Ceará foi o grande pioneiro, iniciando a cobrança de uma tarifa sobre o uso da água bruta, visando a arrecadar recursos para cobrir as despesas de operação e manutenção de sua infraestrutura hídrica já em 1996. Em 2006, a Bahia instituiu cobrança de mesma natureza. O Rio de Janeiro deu início à cobrança pela utilização de águas estaduais em 2004, estando, no momento, implementada em todas as bacias do Estado. São Paulo, por sua vez, iniciou a cobrança pelo uso das águas das bacias do Paraíba do Sul e da bacia PCJ em 2007, com base em mecanismos e valores semelhantes àqueles praticados nos rios de domínio da União. Na Paraíba, o CERH já aprovou os mecanismos e valores da cobrança estadual. Em Minas Gerais, o CERH também já aprovou a cobrança pelo uso das águas das bacias dos rios Velhas, Araguari e Piracicaba/Jaguari. Ainda em São Paulo, o CERH aprovou, em 2008 e 2009, as propostas dos CBH dos rios Sorocaba/Médio Tietê, Alto Tietê, Tietê/Jacaré e Baixada Santista. E, por fim, os Estados do Paraná e Rio Grande do Sul ainda discutem a possibilidade de começar a instituir a cobrança nas suas bacias estaduais<sup>34</sup>.

Como se depreende, as únicas bacias federais onde existia a cobrança, até 2010, eram a do rio Paraíba do Sul e a bacia PCJ. A Bacia do São Francisco é, portanto, a terceira bacia federal onde está sendo implementada a cobrança. Desta feita, a cobrança passou a ser efetivada em julho de 2010. O CNRH aprovou a Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas

---

34 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ANA. **Boletim sobre a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos:** bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e Paraíba do Sul - exercício 2009. v. 03. Brasília: ANA, 2010. p.7. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/BoletimCobrancaUso\\_v3\\_n1\\_2010.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/BoletimCobrancaUso_v3_n1_2010.pdf)> Acesso em: 18 dez. 2011.

Peixe Vivo (AGB Peixe Vivo) para exercer as funções de agência de água da bacia do São Francisco. Assim, o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF) já aprovou a indicação da AGB Peixe Vivo, a qual será responsável pelo gerenciamento dos recursos da cobrança, não estando afastada a competência da ANA para realizar a arrecadação. Estima-se que essa arrecadação esteja sendo em torno de 20 (vinte) milhões de reais por ano, alcançando os seguintes usuários: irrigantes (em sua maioria), companhias de saneamento, as indústrias e o Ministério da Integração Nacional, que executa obras da União, além dos usuários que fazem lançamentos de efluentes nos rios da bacia<sup>35</sup>.

A implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos dos corpos de água do domínio da União já foi feita, portanto, em três bacias federais. Com relação aos corpos hídricos do domínio dos Estados, ela já foi implementada definitivamente em quatro Estados, foi aprovada em dois Estados e está sendo discutida em mais dois Estados, o que nos dá uma totalidade de oito Estados. Isso não é nem a metade dos Estados brasileiros, o que nos dá mais ainda a dimensão do problema, que precisa ser corrigido o quanto antes.

---

35 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ANA. **Águas Brasil:** Informativo da Agência Nacional de Águas N° 18. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/AguasBrasil\\_No\\_18.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/AguasBrasil_No_18.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2011.

## **APONTAMENTOS SOBRE A INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA E O USO INTENSIVO DE RECURSOS HÍDRICOS: SUSTENTABILIDADE NA INTEGRAÇÃO INSTITUCIONAL**

A produção de etanol atende aos anseios dos ambientalistas, por ser um combustível renovável, cujo processo de produção causa menos impactos ambientais. No entanto, a essa produção são apontados inúmeros efeitos contrários à noção de sustentabilidade, o que merece minuciosa atenção, tendo em vista que estamos na iminência de um colapso ambiental, se considerarmos os fenômenos naturais que nos são apresentados diariamente, o que nos mostra que o planeta vem apresentando sinais de exaustão da superexploração de seus recursos naturais, fazendo-nos crer que não podemos mais adiar a preservação e proteção ambiental.

Assim, diz-se que a produção de biocombustíveis foi apontada como solução para a garantia do desenvolvimento sustentável, por explorar o meio ambiente de forma menos intensa do que a produção de combustíveis fósseis e por ser economicamente viável, o que, a um primeiro momento, reflete os anseios constitucionais. Entretanto, no Brasil, foi somente em 2005, a partir da promulgação da Lei Federal Nº 11.097/05<sup>36</sup>, que eles começaram a fazer parte do rol de competência regulatória da Agência Nacional do Petróleo (ANP) na figura do biodiesel, uma vez que, mesmo com a utilização do etanol como combustível, há tantas décadas, até essa data, ele ainda não era reconhecido como combustível carecedor de regulação por parte da ANP.

---

36 BRASIL. **Lei Federal Nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005.** Brasília.

Assim, a supracitada lei foi responsável pela inserção do biodiesel na matriz energética brasileira e pela alteração de alguns dispositivos da Lei Federal Nº 9.478/97 (Lei do Petróleo), para dar nova denominação e atribuição à ANP. Entretanto, é somente em 2011, através da Lei Federal Nº 12.490, que o etanol passa a ser reconhecido como combustível, cuja produção passou a ser regulada e fiscalizada pela ANP<sup>37</sup>. Essa lei modifica também alguns dispositivos da Lei Federal Nº 9.478/97, para inserir no seu art. 6º, inciso XXX, a definição do etanol combustível.

Em sentido semelhante à matéria referente aos recursos hídricos, o disciplinamento dos combustíveis brasileiros também segue uma política específica, que é a Política Energética Nacional (PEN), tratada expressamente na Lei Federal Nº 9.478/97, tendo como alguns de seus objetivos específicos, “incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira” (art. 1º, inciso XII), bem como “garantir o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional” (art. 1º, inciso XIII), “fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável” (art. 1º, inciso XVII), além de “mitigar as emissões de gases causadores do efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis” (art. 1º, inciso XVIII). Por esses poucos incisos citados, percebe-se a importância que os biocombustíveis passaram a ter, oficialmente, na matriz energética brasileira. A PEN deverá procurar diversificar essa matriz com energias renováveis, dispondo dos recursos naturais existentes no nosso país, os quais, em razão da abundância, se encontram em perfeito

---

37 BRASIL. **Lei Federal Nº 12.490, de 16 de setembro de 2011.** Brasília.

estado para atender às premissas da PEN. É importante ressaltar que esses e outros objetivos que nesse artigo foram encontrados, foram incorporados à Lei do Petróleo, tanto pela Lei Federal Nº 11.097/05, quanto pela Lei Federal Nº 12.490/11.

Desse modo, percebemos o quão importante se apresenta o etanol para fins de concretização do último objetivo supracitado pela PEN, que é reduzir a emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE).

O art. 2º da Lei Federal Nº 9.478/97 dispõe sobre a criação do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que é vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e vai possuir, dentre várias de suas atribuições, aquela de estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso de gás natural, do carvão, da energia termonuclear, dos biocombustíveis, da energia solar, da energia eólica, e da energia proveniente de outras fontes alternativas (inciso IV).

A ANP tem competência regulatória não só sobre a fase de distribuição e revenda do etanol, mas também sobre a fase de produção, podendo fazer valer seu poder de fiscalização de forma incisiva sobre essa fase. Cabe à autarquia executar as diretrizes traçadas pelo CNPE para a implementação da PEN. Desta forma, se a PEN deve incrementar a participação dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, levando em conta as bases ambientais, ela deve se orientar pelas premissas de um desenvolvimento sustentável, garantindo que a produção de biocombustíveis respeite os preceitos de ordem ambiental. Assim, o CNPE deve fixar suas diretrizes de forma a moldar a PEN à constante busca pela sustentabilidade. Vislumbra-se um encadeamento de ações dos órgãos públicos na tentativa de alcançar, no âmbito da produção energética, uma conciliação

entre o desenvolvimento e o crescimento econômico. A ANP vai ser o órgão responsável pela concretização do que é idealizado para os caminhos da PEN na legislação referente à produção de energia.

Neste ponto, então, verificamos a participação de um terceiro pressuposto estatal para a busca do desenvolvimento sustentável na indústria sucroalcooleira, que é a atuação dos órgãos responsáveis pela energia nacional propriamente dita. Assim, se antes fizemos menção à necessidade de gestão integrada dos recursos hídricos, através da atuação dos órgãos relacionados ao meio ambiente genérico e aos recursos hídricos, aqui estreitamos o foco da pesquisa para inserir a ANP e o CNPE como propiciadores de alcance desse desenvolvimento sustentável.

### **A CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: O USO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Ao entendermos a larga utilização de água no setor sucroenergético, seremos capazes de dimensionar quais riscos correremos, com relação à disponibilidade hídrica, com o aumento da produção de etanol previsto para os próximos anos.

Inicialmente, estima-se que uma usina média, que mói em torno de um milhão de toneladas de cana por safra, consome a mesma quantidade de água que uma cidade de 50 mil habitantes. Especificamente, na produção de um litro de álcool, gastam-se 13 litros de água, e ainda sobram 12 litros de vinhoto, que é o produto derivado do processo de fabricação do açúcar e do

álcool com grande potencial poluidor e comumente utilizado para a adubação dos canaviais<sup>38</sup>.

O primeiro aspecto da utilização da água na indústria sucroalcooleira é a fase de produção agrícola, que consiste na irrigação, que é realizada, muitas vezes, de maneira ineficaz, levando a um grande desperdício de água, bem como com dano à qualidade do solo.

Apesar de os usineiros estarem sujeitos à multa, ao embargo de suas obras e ao confisco de seus equipamentos, em especial, no caso do estado de Goiás, ora examinado, em que é possível a verificação da construção dos sistemas de irrigação à revelia da outorga, colocando em risco o abastecimento da região canavieira, é concedida a outorga, mas não há a devida integração institucional e a fiscalização pelos órgãos competentes nessas áreas. O que se tem feito por parte desses órgãos é a mera vistoria pré-operacional, visando a verificar a situação para fins de liberação para implantação de projeto de barramento e de instalação de equipamentos para irrigação, não havendo mais nenhuma visita ao local para se averiguar se os termos da outorga estão sendo cumpridos<sup>39</sup>.

---

38 RODRIGUES, Isabel Cristina; GONÇALVES, Daniel Bertoli; ALVES, Francisco José da Costa. **Água:** captação, uso, destinação e a cobrança pelo uso no setor sucroalcooleiro da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu. Disponível em: < <http://danielbertoli.synthasite.com/resources/textos/texto07.pdf>> Acesso em: 04 jan. 2012.

39 SOUSA, Leandro Gomes de; PASQUALETO, Antônio. **O uso dos recursos hídricos nas indústrias sucroalcooleiras e seus respectivos impactos.** Goiânia: 2006, p. 10. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/O%20USO%20DOS%20RECURSOS%20H%C3%8DDRICOS%20NAS%20INDUSTRIAS%20SUCROALCOOLEIRA%E2%80%A6.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

Constata-se, também, a captação irregular de água dos rios através de bombas, para a irrigação. É possível afirmar que a irrigação, analisada em todas as formas de produção agrícola e agropecuária, seja para a produção da monocultura da cana-de-açúcar para fins de produção de etanol, seja para a produção de alimentos, é a maior responsável pelo desperdício de água no Brasil, uma vez que 60% das terras irrigadas no país se utilizam da irrigação por superfície, a qual é de baixa eficiência<sup>40</sup>.

Deve-se salientar, contudo, que a questão da irrigação, quanto às lavouras de cana, representa maior preocupação quando se analisa as regiões produtoras mais secas, como é o caso do Estado de Pernambuco, pois, hodiernamente, o Centro-Sul, bastante favorecido pelo regime de chuvas, utiliza meios mais modernos de captação de água. É dizer: “toda a cana produzida no Estado de São Paulo é cultivada sem irrigação e se utiliza o plantio com umidade natural”<sup>41</sup>. As usinas do Centro-Sul, nesse contexto, estão em situação mais favorável em relação às usinas do Norte e Nordeste, quer seja pelo regime de chuvas mais abundantes, úteis na fase de produção agrícola, quer seja pelo maior emprego de tecnologia adequada, quando se leva em conta a fase de processamento industrial. O maior emprego de tecnologia vai propiciar uma produção mais otimizada e mais sustentável.

Um estudo do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) demonstrou que, há cerca de 20 anos (1990), as usinas de álcool

---

40 RODRIGUES, Isabel Cristina; GONÇALVES, Daniel Bertoli; ALVES, Francisco José da Costa, op. cit.

41 JANNUZZI, Gilberto de Martino. Uso de água na produção de etanol de cana-de-açúcar. In: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa (coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010, p. 272.

do Centro-Sul, mormente de São Paulo, apresentaram uma considerável redução no consumo de água. Se antes elas consumiam cerca de 5,6 m<sup>3</sup> para cada tonelada de cana produzida; em 2005, esse número estava aproximado em 1,8 m<sup>3</sup> de água por tonelada de cana produzida<sup>42</sup>.

Assim, as usinas do Nordeste, além de enfrentarem o problema das chuvas irregulares, tendo, obrigatoriamente, que se utilizarem da irrigação, ainda a fazem de forma ineficiente. No entanto, no que diz respeito às usinas em âmbito nacional, o ponto mais grave está na fase de processamento, pois em toda a produção sucroalcooleira, o maior gasto de água se dá com a lavagem da cana, resfriamento dos condensadores, o resfriamento de dornas e caldos, além de diversos outros usos que compreendem quase a totalidade dos processos da indústria sucroenergética, desde o mais simples ao mais complexo.

Para mitigar o impacto dessas fases do processamento industrial sobre a disponibilidade hídrica, algumas usinas vêm adotando o sistema dos circuitos fechados de água, por permitir o reúso da água, isto é, o reaproveitamento do mesmo efluente<sup>43</sup>.

Quanto à lavagem da cana, apontam-se duas soluções para reduzir o volume de água gasto nessa etapa: adotar o circuito fechado ou deixar de lavar a cana, principalmente porque já foi constatado que a lavagem da cana crua provoca perda do açúcar<sup>44</sup>. A eliminação da lavagem da cana requer outro grande avanço na indústria sucroalcooleira, que é a redução gradativa, até se chegar à eliminação, da queima da palha, a qual também é muito prejudicial para o meio ambiente. O material particulado

---

42 BERMANN, Célio, op. cit., p. 21.

43 Idem, ibidem.

44 Ibidem, p. 22.

decorrente da queima da palha ultrapassa a barreira nasal e deposita-se nos brônquios causando processos infecciosos<sup>45</sup>. A alternativa seria, então, a mecanização das colheitas, o que dispensaria as queimadas, já que elas são realizadas para facilitar o corte manual, dispensando-se, por consequência, a lavagem.

Em suma, o investimento em tecnologia seria o grande divisor de águas na produção sucroalcooleira com vistas ao alcance do desenvolvimento sustentável. No entanto, nem todas as usinas sucroalcooleiras dispõem de recursos financeiros para investir em tecnologia. É o caso das usinas que se situam no Nordeste brasileiro, onde a produção de etanol se faz por pequenos proprietários que mal recebem subsídios. Sua cadeia a montante, que é aquela responsável pela oferta de insumos e matérias-primas, máquinas e equipamentos para a cadeia principal, é composta, muitas vezes, por equipamentos usados, provenientes de usinas do Centro-Sul do país. Além disso, a produção canavieira nordestina, que é realizada na Zona da Mata, utiliza-se de instrumentos mais rústicos e mão de obra com menos mecanização, em função das características marcantes que são a topografia irregular e o relevo, o que gera baixa produtividade<sup>46</sup>.

É de bom alvitre citar, ainda, a destinação do vinhoto nos canaviais. Assim, hoje em dia, a vinhaça é aplicada na lavoura canavieira juntamente com as águas residuais (águas provenientes da lavagem de pisos, purgas de circuitos fechados, sobras de condensados), promovendo o que se convencionou chamar de

---

45 Ibidem, p. 21.

46 SEBRAE. **Cadeia Produtiva da Indústria Sucroalcooleira:** cenários econômicos e estudos setoriais. Recife: 2008, passim. Disponível em: <<http://migre.me/7sM8j>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

fertirrigação, que é aplicação de fertilizantes através da água de irrigação. Neste sentido, a Portaria do Ministério do Interior N° 323, de 1978, proibiu, terminantemente, o lançamento direto ou indireto do vinhoto em corpos hídricos, e é, por isso, que se optou pelo reaproveitamento dessa substância como fertilizante, o que contribui diretamente para a manutenção da qualidade dos mananciais<sup>47</sup>.

Em síntese, num estudo mais apurado e técnico, verifica-se que todos os processos da fase industrial demandam grande gasto de água. Tratamos de destacar apenas as fases onde os grandes usos são mais flagrantes, pois o nosso estudo não carece dessa tecnicidade, já que os nossos objetivos são outros, quais sejam: fornecer os subsídios jurídicos aptos a propiciarem a sustentabilidade da utilização da água nesse setor, o que, acredita-se, foi feito com clareza.

## **A INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA, OS RECURSOS HÍDRICOS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

É verdade que as usinas sucroalcooleiras já avançaram muito na busca pela sustentabilidade da produção de açúcar e, principalmente, de etanol. No entanto, o que se percebe, diante de tudo o que foi exposto, é que esse avanço se limitou às usinas do Centro-Sul, carecendo de efetividade nas usinas do Nordeste. O histórico da produção nessa região é caracterizado pela concentração em pequenas usinas, com mínimo emprego de tecnologias com o fim de reutilizar a água nos processos produtivos. Além disso, poucos Estados aprovaram a cobrança pelo uso da

---

47 BRASIL. Ministério do Interior. **Portaria N° 323, de 29 de novembro de 1978**. Brasília.

água, o que contribui demasiadamente para retardar a redução da captação de água pelas indústrias sucroenergéticas.

São diversos fatores que contribuem para a redução da captação de recursos hídricos por esse setor industrial. No tópico anterior, já fizemos referência a alguns deles como forma de mencionar medidas apropriadas para reduzir o consumo de água em cada etapa da fase industrial da produção sucroalcooleira.

O investimento em tecnologias se apresenta, assim, como um grande aliado no combate ao desperdício, poluição e escassez de água nas regiões produtoras de etanol. O problema é que nem todas as usinas dispõem de recursos financeiros para realizar essa evolução tecnológica, seja porque não são dotadas de recursos suficientes, ou porque acreditam que o investimento em novas tecnologias representa uma menor margem de lucro na produção.

Sobre isso, pairam dois pressupostos. Inicialmente, é imperativo dizer que o emprego de tecnologias avançadas, que poupem a exploração do meio ambiente, hoje em dia, é considerado como grande estratégia de marketing, além de grande seletoras naturais dos agentes econômicos aptos a atuarem no mercado, pois quanto mais investimento em “tecnologia verde”, mais bem vista será a empresa no cenário da sua área de atuação. Bem assim, quanto mais investimento em tecnologia, menos custos sociais são gerados para a sociedade, na forma de degradação ambiental e assim, por consequência, menos externalidades negativas terão que ser suportadas por quem produz.

É claro que essa evolução de consciência não se deu espontaneamente, mas foi induzida através de instrumentos jurídicos próprios, como por exemplo, a cobrança pelo uso da água. É dizer que existem mecanismos de ordem técnica e mecanismos de ordem jurídica e administrativa, aptos a buscarem a redução

do desperdício e a busca pela concretização da sustentabilidade ou do princípio constitucional do desenvolvimento sustentável, no âmbito da produção sucroalcooleira.

Sobre isso, já esclarecemos que o objetivo desse trabalho não é se debruçar sobre os mecanismos de ordem técnica, tais como as formas de redução do uso da água do ponto de vista sociotécnico, mas as formas jurídicas de indução a essa redução. E aqui consideramos a cobrança, o licenciamento ambiental, o zoneamento ambiental, o efetivo enquadramento dos corpos hídricos em classes, a outorga, a regulação, tanto da ANA, quanto da ANP. Esses institutos são parte da PNMA, da PNRH e da PEN, demonstrando-nos, neste tópico final, que as três políticas devem estar voltadas, veementemente, para a busca da sustentabilidade. Mais cedo já tratamos de explicitar o funcionamento e as diretrizes das três políticas, o que nos leva ao fechamento da pesquisa, orientados pelos ensinamentos dessas diferentes vertentes do ordenamento jurídico que, integradas e harmonizadas, terão plena capacidade de alcançar a sustentabilidade na diversificação da matriz energética brasileira, através do aumento da produção de etanol.

Assim, é imprescindível citar a necessidade de regulação conjunta entre ANA e ANP para o alcance do desenvolvimento sustentável no uso dos recursos hídricos na indústria sucroalcooleira, conforme fizemos ligeira menção anteriormente. As duas autarquias representam os interesses que precisam se harmonizar para o alcance do desenvolvimento sustentável, validando tudo o que foi exposto até aqui, principalmente no tópico referente à necessidade de conciliação de crescimento econômico com defesa do meio ambiente, formando o que se convencionou chamar de desenvolvimento nacional, expressão que engloba uma

série de fatores, como dignidade da pessoa humana, saúde, vida digna, etc.

A ANA é entidade autárquica vinculada ao MMA, devendo, portanto, atuar na defesa do meio ambiente ao regular um bem de inestimável valor para a vida, a água. A ANP, por sua vez, é entidade autárquica vinculada ao MME, ficando no outro polo, que é o crescimento econômico, tomando por base a regulação de um biocombustível que passou a fazer parte do seu rol de competência regulatória somente em 2011, embora já fosse utilizado como combustível desde a década de 1920. A Lei Federal Nº 12.490/11 traz grandes expectativas para a melhor regulação do etanol, bem como para a fiscalização da sua produção, já que ela alterou a Lei Federal Nº 9.478/97 para introduzir a fase de produção como objeto de regulação e fiscalização da agência, além de ter elevado o etanol à categoria de verdade biocombustível passível de regulação.

Desse modo, nada impede, mas tudo contribui para que haja cooperação das duas agências para tornar sustentável a indústria sucroenergética. Isso é necessário até mesmo para que haja uma maior conjugação de esforços, corroborando, obviamente, em uma maior eficiência da regulação e fiscalização, pois à ANP, já cabe a regulação de diversos outros biocombustíveis, ficando ela impossibilitada de atuar mais incisivamente.

O problema da falta de infraestrutura e de recursos humanos suficientes para dar maior efetividade às atividades reguladoras é bastante conhecido e debatido. Então, nenhuma solução seria melhor, nesse contexto, do que a colaboração entre as duas autarquias.

Para exemplificar melhor, o SINGREH, com a atuação da ANA, do CNRH, dos CBH, das agências de água, dos CERH, das SRH e das SERH, poderia proceder com os instrumentos

da PNRH para dar efetividade à implementação das normas referentes à regulação dos recursos hídricos, dispondo, também, da cooperação do SISNAMA na aplicação dos instrumentos da PNMA, já amplamente dissecados, como o licenciamento e o zoneamento. Por outro lado, a ANP, mormente na fase da produção industrial, poderia fiscalizar se está sendo cumprido o limite estabelecido de captação de água para dar continuidade aos processos produtivos na cadeia interna, informando à ANA, caso houvesse a desobediência a esses padrões mínimos exigidos, ensejando a revogação ou suspensão da outorga.

Conforme já foi explicitado anteriormente, a PEN, a PNMA e a PNRH estão amplamente interligadas e suas diretrizes devem estar voltadas, veementemente, para a garantia do desenvolvimento sustentável. Para isso, o SINGREH, na gestão integrada dos recursos hídricos, deverá contar com todos os instrumentos possíveis para evitar o desperdício e a poluição das águas, incentivando o reúso e o investimento em tecnologias que reduzam o volume captado de água.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A água vem despontando, no cenário internacional, como recurso da mais extrema importância, há algumas décadas. Ela é a responsável por um paradoxo da maior complexidade, que surge como motivação para o estabelecimento de inúmeras pesquisas, sendo esta apenas mais um exemplo. É que ao mesmo tempo em que esse recurso natural é imprescindível para a manutenção da vida no planeta, ele é também insumo de processo produtivo dos mais variados setores industriais, destacando-se, neste estudo, o setor sucroalcooleiro, do qual provém o etanol combustível.

Neste sentido, considerando que a Lei de Águas determinou a satisfação dos usos múltiplos da água, o SINGREH deve procurar realizar essa gestão equilibrando os usos, permitindo que os mais diversos setores de usuários usufruam dessa água, o que representa uma perfeita concretização do princípio constitucional do desenvolvimento sustentável. No entanto, nem sempre esses usos múltiplos podem se harmonizar, em razão de um determinado corpo hídrico só poder satisfazer um dos usos, pelo que se dará prioridade ao consumo humano. Sabe-se, contudo, que, mesmo que as condições demonstrem a impossibilidade de abastecimento e água do setor industrial, dando-se prioridade ao consumo humano, a outorga ainda é concedida aos donos de empreendimentos industriais, comprometendo-se, assim, o abastecimento humano.

Vivemos num período em que a mentalidade sobre o caráter ilimitado da água não merece prosperar, pois os indícios de sua escassez já começam a aparecer em algumas regiões do globo, já sendo apontados diversos conflitos tendo a água como foco. A questão da sua preservação é indiscutível e ela já passa a ser apontada como o “ouro azul” do século XXI, na medida em que continuará sendo motivo de muitas disputas.

O Brasil já se cercou de todos os mecanismos jurídicos de proteção a esse bem tão importante, mas, mesmo assim, a preservação, no nosso território, ainda é muito ineficiente, talvez por que não criamos ainda a consciência sobre a possibilidade de sua escassez, em razão de o nosso país ser privilegiado no que concerne à disponibilidade hídrica, se comparado aos demais países do mundo.

A riqueza do Brasil não consiste, portanto, somente na riqueza hídrica, mas também na qualidade do tratamento legislativo concedido ao meio ambiente e aos recursos hídricos,

através da Lei Federal Nº 6.938/81 e da Constituição Federal de 1988, e da Lei Federal Nº 9.433/97, respectivamente, além das diversas Leis esparsas que versam sobre matéria ambiental. É dizer que todo o disciplinamento jurídico se encontra perfeitamente delineado, seja através das Leis, seja através das Resoluções, como por exemplo, as Resoluções CONAMA e CNRH que conferem tratamento até mais específico do que aquele que pode ser encontrado nas Leis. No entanto, mesmo com toda essa vastidão legislativa, percebem-se falhas na gestão ambiental e dos recursos hídricos. Parece que as Leis não estão refletindo os reais valores sociais ainda predominantes, ou então, os aplicadores estão falhando no cumprimento desses comandos normativos. Mesmo que a Lei Federal Nº 9.433/97 tenha previsto expressamente a cobrança pelos usos outorgados da água, o que se viu é que se limita a três bacias federais e a algumas bacias de alguns poucos Estados brasileiros. Assim, um instrumento tão inovador e vanguardista, como a cobrança, deveria ser implementado em todas as bacias, mormente naquelas que concentram grandes empreendimentos industriais que realizam vasta captação de água, como é o caso das indústrias sucroalcooleiras.

É preciso ressaltar que as usinas do Centro-Sul, notadamente as de São Paulo, já evoluíram muito em todos os aspectos, tanto no que concerne à implementação da cobrança, quanto na destinação do vinhoto como fertilizante, quanto na adoção do sistema de circuito fechado, na fase industrial, bem como no investimento de tecnologias que facilitem o reúso e a reciclagem dos efluentes que serão reutilizados ou devolvidos aos corpos hídricos em condições toleráveis.

O problema se concentra, ainda, nas usinas do Norte e do Nordeste, onde o problema da disponibilidade hídrica é ainda mais sério. Some-se a isso a expansão dos canaviais para outras

regiões, como a Centro-Oeste, cujos Estados ainda não aprovaram a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Nessas regiões, o investimento em tecnologia é mínimo, conforme já se expôs, o que dificulta a reciclagem da água num sistema de circuito fechado.

O que se deve considerar é que a implementação de uma PNRH para a gestão integrada de recursos hídricos já foi feita tardiamente, não podendo mais haver hesitação em concretizar o que já fora delineado na Lei de Águas.

A cobrança é o método mais inteligente de coibição do desperdício e da poluição e devia estar sendo usado em todas as bacias hidrográficas que concentram canaviais e usinas sucroalcooleiras. Não se pode conceber que um combustível, cujos benefícios são tão consideráveis para a qualidade do ar, envolva um processo produtivo tão contraditório à noção de sustentabilidade.

Os CBH constituem o principal avanço do sistema de gestão integrada, razão pela qual devem fazer valer a competência que lhes foi outorgada e buscarem implantar a cobrança na bacia hidrográfica cuja gestão lhes pertence.

Através da cobrança, naturalmente a fiscalização ia se tornar menos intensa e menos desgastante para o pessoal de recursos humanos a quem compete a fiscalização, pois a cobrança permite que o próprio usuário repense suas formas de utilizar a água, adequando-se aos padrões exigidos para gastar menos e poluir menos, o que fará com que se pague menos pela utilização também.

É imperativo insistir na necessidade de gestão integrada com a participação do SISNAMA e do SINGREH, através dos instrumentos específicos da PNMA e da PNRH, na fiscalização dos empreendimentos sucroalcooleiros. O zoneamento ambiental, o EIA/RIMA, o licenciamento ambiental, o enquadramento dos corpos hídricos em classes devem ser feitos de forma séria e

descomprometida com interesses particulares, para ensejarem a efetividade da outorga e da cobrança.

Atentem-se igualmente para as previsões do MAPA e do MME com relação ao aumento da produtividade de etanol nos próximos anos, o que aquecerá a indústria sucroalcooleira. Esse aumento será benéfico para o abastecimento do mercado interno, o qual demandará mais consumo de álcool, e também para o mercado externo, o que fomentará mais ainda as exportações brasileiras. Não esqueçamos, contudo, que isso implica em crescimento econômico em detrimento de um recurso ambiental que representa nossa fonte maior de vida. Se a gestão não cumprir, taxativamente, o que determina a Lei, com a colaboração dos órgãos ambientais considerados em sua totalidade (tanto do SISNAMA quanto do SINGREH), certamente fracassará a busca por desenvolvimento sustentável na produção energética do país e diversificação da matriz energética brasileira com responsabilidade.

Sugere-se que a conjugação de esforços da ANP e da ANA, as principais responsáveis pela conjuntura dos dois elementos que servem de pilares para essa pesquisa: etanol combustível e água, respectivamente. Elas vão ser as executoras da PNRH e da PEN, devendo empreender competência ao guiar essas políticas para o alcance da sustentabilidade. Isso é algo palpável, pois, como vimos alhures, o etanol começou a fazer parte do rol de competência regulatória da ANP através da Lei Federal Nº 12.490/11. Além disso, essa Lei tratou de inserir a fase de produção também na regulação da ANP, o que facilita a concretização dos objetivos almejados por esta pesquisa, pois se ANP detém o controle sobre a produção do etanol, ela, certamente, poderá entrar em consonância com a ANA através da troca de informações, formando um verdadeiro sistema de gestão interagencial.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental: Aspectos Fundamentais. In: FARIAS, Talden; COUTINHO, Francisco Seráphico da Nóbrega (coord.). **Direito Ambiental: o meio ambiente e os desafios da contemporaneidade**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2010.

BERMANN, Célio. **Crise Ambiental e as Energias Renováveis**. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60n3/a10v60n3.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

BRASIL. **Lei Federal N° 5.172, de 25 de outubro de 1966**. Brasília.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal N° 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Brasília.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal N° 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Brasília.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal N° 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Brasília.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal N° 12.490, de 16 de setembro de 2011**. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério do Interior. **Portaria N° 323, de 29 de novembro de 1978**. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 65, de 07 de dezembro de 2006**. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 16, de 08 de maio de 2001**. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. CNRH. **Resolução N° 48, de 21 de março de 2005**. Brasília.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. ANA. **Águas Brasil**: Informativo da Agência Nacional de Águas n. 18. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/AguasBrasil\\_No\\_18.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/AguasBrasil_No_18.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. ANA. **Boletim sobre a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos**: bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e Paraíba do Sul - exercício 2009. v. 03. Brasília: ANA, 2010. p.7. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/BoletimCobrancaUso\\_v3\\_n1\\_2010.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2010/BoletimCobrancaUso_v3_n1_2010.pdf)>. Acesso em: 18 dez. 2011.

CAUBET, Christian Guy. **A água, a lei, a política... e o meio ambiente?** Curitiba: Juruá, 2004.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de Águas**: disciplina jurídica das águas doces. 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. **Avaliação de Políticas Públicas para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos sob a ótica das dimensões institucional e ambiental**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. Uso de água na produção de etanol de cana-de-açúcar. In: CORTEZ, Luís Augusto Barbosa (coord.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. **Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2001.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 12. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

RODRIGUES, Isabel Cristina; GONÇALVES, Daniel Bertoli; ALVES, Francisco José da Costa. **Água: captação, uso, destinação e a cobrança pelo uso no setor sucroalcooleiro da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. Disponível em: < <http://danielbertoli.synthasite.com/resources/textos/texto07.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

SEBRAE. **Cadeia Produtiva da Indústria Sucroalcooleira: cenários econômicos e estudos setoriais**. Recife: 2008, passim. Disponível em: <<http://migre.me/7sM8j>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

SOUSA, Leandro Gomes de; PASQUALETO, Antônio. **O uso dos recursos hídricos nas indústrias sucroalcooleiras e seus respectivos impactos**. Goiânia: 2006, p. 10. Disponível em: < <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/O%20USO%20DOS%20RECURSOS%20H%C3%8DDRICOS%20NAS%20INDUSTRIAS%20SUCROALCOOLEIRA%E2%80%A6.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

# CAPÍTULO 5



## **AÇÃO CIVIL PÚBLICA AMBIENTAL NA PARAÍBA: ANÁLISE JURÍDICO-PROCESSUAL NO ÂMBITO DOS RECURSOS NATURAIS (ÁGUA, FLORA, FAUNA, SOLO E ATMOSFERA)**

*Maria do Carmo Élide Dantas Pereira  
Erivaldo Moreira Barbosa*

### **INTRODUÇÃO**

O agravamento das questões ambientais, especificamente as degradações dos recursos naturais água, flora, fauna, solo e atmosfera, é uma realidade do mundo contemporâneo. Dentre as várias alternativas para enfrentar o problema encontram-se as ações civis públicas ambientais como forma de coibir as explorações insustentáveis e ilegais dos recursos naturais.

A pesquisa científica, além de trazer informações epistemológicas sobre as ações judiciais ambientais na esfera da justiça paraibana que tratam dos recursos naturais, água, flora, fauna, solo e atmosfera, também é uma fonte de pesquisa acessível a toda sociedade, seja acadêmica ou não, possibilitando o conhecimento sobre os procedimentos das ações judiciais e do

comportamento das partes nos processos jurídicos que envolvem os recursos naturais.

O acesso à justiça é um princípio constitucional que deve ser perseguido por todos que comungam com o exercício da cidadania ambiental. Desta forma, é necessário descortinar as ações judiciais ambientais que tramitam no Estado da Paraíba em nível federal, com o escopo de contribuir com a democracia ecológica dos diversos ecossistemas do espaço geográfico da região em alusão.

Foi investigado o andamento de 04 (quatro) ações civis públicas ambientais na Seção Judiciária de Campina Grande, através de uma amostra representativa equivalente a 33,33% (trinta e três vírgula trinta e três) por cento do total de ações dessa natureza. A partir da análise dessas ações, foi possível pesquisar a essência do andamento processual desde os ritos iniciais, quais sejam: inquérito civil; processo administrativo; laudo técnico; petição inicial; produção de provas, até a sentença final e as fases recursais, bem como os prazos processuais, além dos comportamentos das partes e, principalmente, a atuação do Poder Público, que carecem de uma fundamentação plausível e uma exposição transparente.

Toda a pesquisa foi realizada com base na literatura jurídica como também na não jurídica. Contudo, verificou-se a existência de textos jurídicos publicados no país que tratam especificamente do tema abordado. Por outro lado, durante a pesquisa, percebeu-se que existe na literatura não jurídica uma lacuna nos textos quando o objeto principal da pesquisa está relacionado às ações civis públicas ambientais.

Ademais, foi realizada uma pesquisa inicial exploratória e observou-se a urgente necessidade de descobrir quais informações subjacentes obstaculizam as ações judiciais ambientais no

alcance do seu mister, qual seja: contribuir para a prevenção e/ou reparação do dano aos recursos naturais da Paraíba.

O problema envolvendo recursos naturais é sistêmico e complexo. Assim sendo, desde logo se desmistifica que a Justiça Ambiental, de *per si*, resolverá um problema de grande magnitude. Em síntese, a Justiça Ambiental, cumprindo o seu desiderato, poderá ajudar a sociedade na busca de uma melhor qualidade de vida e alcance do “desenvolvimento sustentável sustentado”. Mas para que isso aconteça, é necessário que a sociedade cumpra com o seu ofício; é imprescindível que a sociedade fiscalize a Justiça Ambiental, todavia, sem informação do andamento da Justiça Ambiental não se consegue ter êxito na fiscalização. Por isso, a pesquisa sobre as ações judiciais acerca dos recursos naturais na esfera da justiça ambiental é relevante.

A investigação apresentada como instrumento essencial à investigação científica contribui com o aclarar da problemática, em face do Direito Ambiental ser uma das dimensões que deve ser observada no campo de pesquisas que abordam os recursos naturais; segundo, no que tange à sociedade, empresas, ONGs, governos e pessoas físicas conhecerem os trâmites das ações na órbita da justiça e, conscientemente, poderem praticar atos responsáveis para a sustentabilidade dos ecossistemas.

O desenvolvimento insustentável dos recursos naturais em face do crescimento da demanda, do aumento populacional sem planejamento da sociedade moderna ou pós-moderna, em especial do Estado da Paraíba, requer não apenas uma regulamentação ambiental democrática, mas, sobretudo, uma eficaz e eficiente aplicação dos instrumentos legais. Assim, investigar os procedimentos produzidos nas ações civis públicas ambientais que envolvem os recursos naturais água, flora, fauna, solo e atmosfera na justiça paraibana é uma indagação que precisa ser delimitada.

Sendo assim, o objetivo geral da pesquisa é compreender e contextualizar a evolução das ações civis públicas ambientais na esfera processual paraibana que tratam dos recursos naturais água, flora, fauna, solo e atmosfera. E os objetivos específicos são: interpretar os processos administrativos e/ou reclamações administrativas que fundamentam a propositura das ações civis públicas ambientais; interpretar as fases processuais das ações civis públicas ambientais; e avaliar a atuação das partes envolvidas nas ações civis públicas ambientais.

## Meio Ambiente

O inciso I do artigo 3º da Lei nº 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, define meio ambiente como: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Para Santos (2007, p.17), o meio ambiente está vinculado “ao espaço em que o homem está inserido nas suas relações sociais. Esse aspecto social do espaço é caracterizado pelas modificações que o homem imprime à natureza em função do seu trabalho ou da produção”.

Trennepohl (2010, p.3) conceitua o meio ambiente cultural como “os bens de referência a um determinado grupo, como as formas de expressão, as criações científicas ou culturais, as obras, os objetos, bem como algumas edificações. O meio ambiente cultural serve para mostrar a história de um povo”.

Outro aspecto do meio ambiente é o artificial ou construído, que está diretamente relacionado ao conceito de cidade. Fiorillo (2005) ao definir este ambiente diz que o mesmo é constituído pelo espaço urbano fechado e pelo espaço urbano aberto. Assim, chama a atenção para o fato de que todos os espaços habitáveis

pelo homem contribuem para a formação do meio ambiente artificial.

Com relação ao meio ambiente do trabalho, Belfort (2003) esclarece que este é o espaço onde se desenvolve a prestação dos serviços (interna ou externamente), bem como, o ambiente dispensado ao descanso do trabalhador em prol de uma qualidade de vida satisfatória, em primeiro lugar e por extensão a proteção dos bens móveis e imóveis utilizados na atividade produtiva.

Quanto aos princípios ambientais, merece destaque o princípio do ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana, previsto no *caput* do art. 225 da Constituição Federal de 1988 (CF/88), que consagrou o entendimento que o meio ambiente equilibrado é direito de todos, e cabe ao Poder Público e à coletividade sua defesa e proteção.

No plano internacional, o direito humano ao meio ambiente é reconhecido na Declaração de Estocolmo de 1972. Ribeiro (2008) destaca a importância deste evento no início do processo de formulação e implantação da política ambiental brasileira, nos seguintes termos: o comportamento assumido pelos representantes do governo brasileiro naquela Conferência redundou em pressões internacionais que levaram a delegação brasileira que participou do evento em Estocolmo a propor a criação de um órgão de proteção ambiental no Brasil.

No princípio da prevenção, tem-se o conhecimento dos danos ambientais, por isso busca compatibilizar a atividade a ser licenciada e a proteção ambiental, através da imposição de condicionantes ao projeto. Segundo Pereira (2008), o emprego dos meios de preservação ocorre através da aplicação do princípio da precaução no qual diagnosticado o risco, pondera-se sobre meios de evitar os prejuízos.

O princípio do poluidor-pagador está previsto no artigo 225, § 3º da CF/88, ao dispor que: “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”. Para Melo (2007), este princípio se destaca por impedir a ocorrência de danos ambientais, ao passo que opera como instigante negativo àquele potencial poluidor do meio ambiente. Entretanto, permanece incidindo ao tutelar situação em que o dano ambiental já tenha ocorrido, isto é, aplica-se do mesmo modo nos casos de reparação dos danos causados ao meio ambiente.

O princípio da informação versa um dos fundamentos do regime democrático, ao cominar a transparência e a moralidade aos atos da administração pública, que por sua vez garante ao público, em geral, o direito de acesso a todas as informações. Para Lira (2008), a informação é fator crucial para se promover o desenvolvimento de forma sustentável por meio do uso eficiente dos sistemas de indicadores de sustentabilidade.

Outro princípio se refere à participação do cidadão nos processos decisórios, inclusive aqueles relativos ao meio ambiente. Nestes termos, Faganello (2007) analisa que o interesse da sociedade, em participar das discussões e gestão de questões relacionadas ao meio ambiente, é uma fonte aliada para solução dos problemas ambientais.

Mais um princípio importante é o da cooperação, que significa agir conjuntamente, somar esforços para combater o inimigo, que pode ser a pobreza, a poluição, a seca, etc. Trata de uma responsabilidade coletiva em matéria ambiental, prevista no *caput* do artigo 225 da CF/88.

Soma-se, ainda, o princípio do desenvolvimento sustentável, que é o ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento social, o crescimento econômico e a utilização dos recursos naturais, para garantir as necessidades das gerações presentes, sem comprometer as necessidades das futuras gerações. Devem coexistir a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico, de forma que um não anule o outro. Conforme o Relatório de Brundtland (1987), o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. Deste modo, o princípio do desenvolvimento sustentável é o ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento social, o crescimento econômico e a utilização dos recursos naturais, para garantir as necessidades das gerações presentes, sem comprometer as necessidades das futuras gerações. Devem coexistir a preservação ambiental e o desenvolvimento econômico, de forma que um não anule o outro.

Por fim, o princípio da educação ambiental desempenha um importante papel na redução dos problemas ambientais, através do processo de conscientização e informação ambiental. Este princípio assumiu grande destaque no panorama jurídico que adveio com a Lei nº 9.795/99, instituidora da Política Nacional da Educação Ambiental.

## **BENS AMBIENTAIS E ÉTICA AMBIENTAL**

Os bens de natureza difusa passaram a ser objeto de maior preocupação do legislador a partir de meados do século XX, com a formação da sociedade de massa. Com o advento da CF/88, começou uma nova categoria de bens. Desse modo, Fiorillo (2005) conceitua bem ambiental como bem de uso

comum do povo e essencial à qualidade de vida, podendo ser desfrutado por qualquer pessoa dentro dos limites constitucionais e dos fundamentos democráticos, dentre eles, o da dignidade da pessoa humana.

Contudo, a principal característica que diferencia o bem público do bem difuso é que este não é patrimônio público, tendo em vista que o legislador constituinte distinguiu os bens pertencentes ao patrimônio público dos pertencentes a toda a coletividade. Serpa (2008, p.46), ao discorrer sobre a aplicabilidade das normas ambientais, refere-se ao bem ambiental como: “o bem ambiental pode ser tutelado pelo Poder Público, como também é de responsabilidade de toda a comunidade, caracterizando-se como dever, não uma mera norma moral de conduta”.

O termo ética tem origem grega, de *êthos*, que significa comportamento. Trata de uma ciência da prática humana, que tem por objeto a ação. Fonseca (2005, p.11) entende por ética: “a teoria, o conhecimento, ou a ciência do comportamento moral, que busca explicar, compreender, justificar e criticar a moral ou as morais de uma sociedade. Esta é filosófica e científica”.

A reparação de danos ambientais está pautada em aspectos de cunho ético-jurídico, dessa forma, deve-se analisar o tema sobre o ângulo da ética. Com os avanços tecnológicos, nas últimas décadas, muitos problemas que afligiam a humanidade foram solucionados, porém surgiram desafios para o futuro, por exemplo, como compatibilizar as poderosas máquinas, os instrumentos de produção industrial e o desenvolvimento sustentável.

O crescimento econômico tem se caracterizado pelo aperfeiçoamento da técnica e dos equipamentos para obtenção dos recursos naturais em níveis insonháveis, bem como pelos métodos de produção industrial que causam a degradação ambiental, tais como: contaminação dos corpos d’água, do ar

atmosférico, do solo, da fauna e da flora, etc., sendo em muitos casos irreversíveis.

A procura pela satisfação das necessidades da humanidade fez com que aumentasse o consumo, sem se preocupar com o sacrifício da natureza. Todavia, o desenvolvimento tecnológico e o progresso econômico ocasionaram mazelas ambientais, o que implica na adoção de novos padrões de conduta para que os humanos possam ter um futuro feliz e menos comprometido.

Um caminho para uma solução inovadora ao desenvolvimento a qualquer custo é o enfoque ético associado ao instituto da responsabilidade. A ética ambiental questiona o estilo de vida da humanidade no cotidiano, a partir dos atos praticados. A questão da ética, segundo Fonseca (2005), deve ser considerada quando da responsabilidade social das empresas, pois é inconcebível uma empresa cidadã, sem que esta tenha incorporado à sua cultura organizacional práticas eticamente corretas e moralmente aceitáveis.

Portanto, a posição do ser humano e da natureza frente ao novo padrão ético propõe o repensar dos valores e dos estilos de vida, que são aspectos indispensáveis à manutenção do meio ambiente equilibrado e da qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

## **RESPONSABILIDADE CIVIL, PENAL E ADMINISTRATIVA POR DANOS AMBIENTAIS**

O meio ambiente depois de sofrer um dano ambiental não retorna à natureza anterior intacta pelo homem, não obstante, estabelece regras para que as atividades humanas não causem prejuízos ao equilíbrio ambiental. Assim, nos termos do artigo 3º, inciso II da Lei nº 6.938/81, o dano caracteriza-se pela:

“degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente”.

Quanto à responsabilidade de assegurar a sustentabilidade ambiental, Tahim diz que:

Recai em grande parte sobre as empresas, por serem consideradas as maiores geradoras de impactos ambientais em diferentes níveis, dependendo de suas atividades produtivas e da intensidade de uso de energia e recursos naturais, assim como pelo consumo de bens e serviços que produzem e vendem, crescente em massa (TAHIM, 2008, p.78).

A função precípua da responsabilidade civil é restabelecer a vítima ao seu *statu quo ante*, tendo em vista a quebra do equilíbrio econômico-jurídico provocado pelo dano existente, oriundo da relação entre o agente e a vítima. Desse modo, impera o princípio da *restitutio in integrum*, isto é, tanto quanto possível, repõe-se à vítima a situação anterior à lesão, através de uma indenização conforme a extensão do dano. Neste âmbito, aplica-se a responsabilidade objetiva, nos termos do artigo 14, § 1º da Lei nº 6.938/81.

Contudo, para caracterização da responsabilidade civil por dano ambiental não é necessário comprovar a conduta dolosa ou culposa do autor, basta que comprove a existência de um ato, a ocorrência de um dano e o nexó de causalidade entre o ato e o dano, com base na teoria do risco.

No dizer de Tosini (2005, p.13), o risco ambiental pode ser definido como “a medida de possíveis danos que uma atividade

econômica pode causar ao meio ambiente”. Nos termos do artigo 942 do Código Civil, a responsabilidade é solidária quando vários agentes participam de uma ação que cause danos ambientais. O artigo 393 também do Código Civil determina as excludentes de responsabilidade que são: o caso fortuito ou força maior.

A Lei nº 9.605/98 que regula os crimes ambientais, consequentemente, revogou os crimes ambientais previstos no Código Penal e nas leis esparsas. Para configuração da responsabilidade penal da pessoa jurídica são necessários dois pressupostos: primeiro que a infração ambiental tenha sido originada de decisão de seu representante, e segundo que tenha por motivação beneficiá-la, ou seja, buscar alguma vantagem para a empresa. Frise-se que se aplicam subsidiariamente à Lei dos Crimes Ambientais as disposições do Código Penal e do Código de Processo Penal.

Por fim, quanto à responsabilidade administrativa ambiental, a tutela administrativa decorre do poder de polícia, conforme preceitua o artigo 78 do Código Tributário Nacional. A Lei nº 9.605/98 regula parte das infrações e sanções administrativas, que foi reformulada pelo Decreto nº 6.514/08, que por sua vez, foi alterado pelo Decreto nº 6.686/08. O artigo 70 desta Lei considera infração administrativa ambiental “toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente”. O mesmo diploma legal determina no artigo 72 as sanções administrativas, a saber: advertência; multa simples; multa diária; apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração; destruição ou inutilização do produto; suspensão de venda e fabricação do produto; embargo de obra ou atividade;

demolição de obra; suspensão parcial ou total de atividades; e restritiva de direitos.

Diante das lacunas das Leis, da limitação dos princípios e do respeito à personalidade humana, a processualidade ambiental deve ser constituída segundo Ramidoff - conforme:

Especificidade pública adequada [...] para apuração de responsabilidade administrativa, civil e penal, então instrumentalizada não só por regras processuais e procedimentais específicas, mas, sobretudo, pela integração sistêmica dos princípios que (in)formam, orientam e (de)limitam as instâncias administrativa, civil e penal, ainda, que com ênfase ao princípio da prevenção/precaução, particularmente, próprio a esfera ambiental (RAMIDOFF, 2007).

Apesar do esforço das Leis em atender, na maioria das vezes, aos anseios da sociedade, ainda existem casos em que não estão previstos no ordenamento jurídico, mas aguardam a solução do litígio. Nessas hipóteses, é que o Poder Judiciário deve recorrer aos princípios que orientam e (de)limitam as instâncias.

## **AÇÃO CIVIL PÚBLICA AMBIENTAL**

A ação civil pública ambiental é considerada o meio processual mais importante na defesa ambiental, visto que reprime a prática de atos lesivos ao meio ambiente, bem como procura a reparação do dano causado pelo agente causador. É prevista

na CF/88, e não trata de direito subjetivo, mas direito atribuído a órgãos públicos e privados para tutela de interesses não-individuais.

A legitimidade para a propositura da ação civil pública está prevista no artigo 5º da Lei nº 7.347/85, que enuncia que o Ministério Público, a Defensoria Pública, a União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios, a autarquia, empresa pública, fundação ou sociedade de economia mista, e associação podem propor a ação principal e a ação cautelar. Assim, a legitimidade não é exclusiva do Ministério Público, mas abrange outras instituições públicas ou privadas, entretanto a nomenclatura atribuída à ação civil pública não deve decorrer da legitimidade, mas do seu objeto, conforme preceitua o artigo 1º da Lei nº 7.347/85.

Segundo Milaré (1995, p.235), “ação civil pública é o direito expresso em lei de fazer atuar, na esfera civil, em defesa do interesse público, a função jurisdicional”. Dessa forma, a ação civil pública ambiental poderia ser conceituada como o instrumento constitucional de acesso à justiça, a qual assegura ao Ministério Público, ao Estado e aos entes coletivos autorizados por lei a defesa judicial dos interesses ou direitos metaindividuais, pois qualquer agressão ao meio ambiente implica lesão aos interesses de incalculável número de pessoas de toda a coletividade.

Quanto à natureza jurídica da ação civil pública ambiental, Mancuso (2006, p.28) afirma que é “de índole *predominantemente processual*, visto que, basicamente, objetiva oferecer os instrumentos processuais hábeis à efetivação, em juízo, da tutela aos interesses difusos reconhecidos nos textos substantivos”. Todavia, existem exceções a exemplos dos artigos 10 e 13 da Lei nº 7.347/85. Nestes casos, a questão versa sobre condenação penal, que trata de direito material penal.

Além disso, nos termos do artigo 3º da Lei nº 7.347/85, “a ação civil poderá ter por objeto a condenação em dinheiro ou o cumprimento de obrigação de fazer ou não fazer”. Não obstante, Mancuso (2006) diz que o objeto da ação civil pública é o mais alargado possível, devido à (re)inserção da cláusula “qualquer outro interesse difuso ou coletivo”. Desse modo, o objeto da ação civil pública está em princípio aberto a novos e relevantes interesses metaindividuais, porquanto o rol apresentado no artigo 1º da Lei nº 7.347/85 não é taxativo, considerando, ainda, a tendência crescente da judicialização das políticas públicas.

Com relação ao rito processual, a ação civil pública ambiental trata de um mecanismo procedimental adequado à defesa dos interesses metaindividuais, a fim de tutelar interesses difusos e coletivos. Ainda, pode adotar qualquer rito procedimental, espécie de pedido e de provimento jurisdicional. Neste aspecto, Milaré discorre:

O rito processual a ser imprimido no encaminhamento da ação civil pública (seja ela de cognição, cautelar ou de execução) observará, à míngua de disciplina própria, as prescrições do Código de Processo Civil, de aplicação subsidiária à Lei 7.347/85.

Realce-se apenas, aqui, que a ação civil pública ambiental de conhecimento seguirá tanto o rito ordinário, quanto o sumário (desde que nos termos do art. 275, I e II, *d e g*, do Código de Processo Civil), podendo ser precedida ou acompanhada de medida cautelar nominada ou inominada, e admitindo ambas – tanto a ação de cognição, como a ação cautelar – a suspensão liminar do ato ou fato impugnado (MILARÉ, 1995, p.256-257).

Quanto aos objetivos da ação civil pública são: a prevenção, a reparação e o ressarcimento dos danos causados a interesses metaindividuais. Não obstante, possa parecer que não existe escala de prioridade entre estes objetivos, mas o raciocínio demonstra o contrário, pois caso seja possível evitar o dano, aspecto preventivo é o único objetivo alcançado pela lei da ação civil pública. Caso os mecanismos da prevenção tenham mostrado insuficientes é que surgirá a reparação do dano como objetivo. Por último, surgirá o aspecto ressarcitório, pois só se fala em indenização quando a função preventiva tenha sido ineficaz e o dano venha a ser considerado tecnicamente irreparável.

No que se refere à competência em matéria de ação civil pública ambiental, conforme o artigo 2º da Lei nº 7.347/85, a ação deverá ser proposta no foro do local onde ocorreu o dano, trata de uma competência funcional para processar e julgar o caso concreto. Este critério é utilizado em virtude do princípio do interesse coletivo, bem como pela facilidade de obtenção das provas. Mas, quando o dano alcançar mais de uma comarca, a competência será firmada por prevenção, aplicando-se subsidiariamente o Código de Processo Civil, de acordo com o artigo 19 da Lei nº 7.347/85. Também será firmada a competência por prevenção nos casos em que o dano alcance comarcas pertencentes a Estados diferentes, entre as Justiças Estaduais, neste caso a competência será da Justiça Federal comum.

Toda ação judicial demanda tempo para ser solucionada, em determinadas circunstâncias especialmente na esfera ambiental, poderá ser funesta para a satisfação e a resolução da crise estabelecida. Preocupado com os efeitos do tempo, o legislador buscou técnicas para acelerar o processo, dentre outras mediante a tutela antecipada prevista no artigo 273 do Código de Processo

Civil e na liminar. Milaré (1995, p.455) apresenta quais os efeitos relevantes decorrentes da medida liminar na ação civil pública, a saber:

I – A liminar não é um provimento excepcional, a ser restritivamente examinado e concedido. Ou seja, a liminar não é uma exceção à idéia de *due process of law*. Pelo contrário: ela constitui uma etapa naturalmente integrante do devido processo legal da ação civil pública;

II – conseqüentemente, é inconstitucional a norma legal ou regulamentar que proíba, transitória ou definitivamente, a concessão de liminar. A tutela liminar é estabelecida na Constituição, inciso XXXV do artigo 5º, preceito no qual alcançada à plataforma das garantias individuais básicas, confiadas ao exame e decisão do Judiciário, não apenas a lesão, mas também a ameaça a direito.

Segundo Milaré (1995, p.459), a tutela antecipada gera os seguintes efeitos: a) quando o conteúdo da tutela não é delimitado, poderá ser concedida de forma parcial ou total, mas ainda deve observar a natureza, a qualificação e a identidade do que é demandado; b) quando a decisão for motivada, deverá dar lugar após a manifestação do réu; c) não se aplica a responsabilização da parte prevista no artigo 811 do Código de Processo Civil; d) a revogação ou modificação da tutela antecipada independe da oitiva do interessado.

Frise-se, ainda, que a ação civil pública ambiental está isenta das custas processuais, salvo no caso de litigância de má-fé feita por associações, neste caso será admitido o pagamento de sucumbência. Trata de uma indenização que o advogado vencedor recebe do perdedor os honorários advocatícios que tem direito.

Sobre o aspecto da conexão, a ação civil pública ambiental possui competência territorial absoluta, logo o processo não poderá deslocar para comarca distinta daquela em que o dano ocorreu ou deveria ocorrer. A reunião dos processos ocorrerá perante o juízo da ação civil pública e não por prevenção, salvo se os processos estejam tramitando na mesma comarca. E a litispendência surgirá nas ações coletivas, quando houver identidade do titular do direito material tutelado, e não do autor. Como também haverá entre a ação civil pública e a ação popular, desde que entre elas haja identidade de causa de pedir, de pedido, de ocupante do polo passivo e de titulares do direito material tutelado.

A prescrição trata de uma causa extintiva da pretensão de direito material não exercido no prazo determinado pela lei, e pode ser arguida e decretada em qualquer instância, inclusive em sede de apelação, ainda que não alegada em contestação. Séguin (2006, p.362) esclarece que existem duas correntes que explicam os prazos prescricionais sobre a prescrição em ação civil pública: “a primeira determina que se seguem os prazos prescricionais comuns do CC (Mancuso); e a segundo que as ações civis públicas são imprescritíveis (Nigro Mazzilli e Álvaro Mirra)”. Assim, apenas os direitos patrimoniais são sujeitos de prescrição, contudo, os direitos difusos são direitos fundamentais, indisponíveis, do ser humano, conforme Milaré (1995, p.261) é “inatingível pela prescrição”.

O legislador preocupado com a destinação dos recursos provenientes de sentença condenatória em dinheiro, ou de aplicação de multa diária como instrumentos de recomposição dos danos ambientais em sede de ação civil pública, foi criado pela Lei nº 7.347/85 em seu artigo 13 o Fundo de Defesa de Direitos Difusos, utilizado para reconstituição dos bens lesados. Ressalte-se que, além do fundo federal, a lei de ação civil pública possibilitou a criação de fundos estaduais, e o Código de Defesa do Consumidor, a criação de fundos municipais.

Na ação civil pública ambiental, ainda se pode falar da transação e do termo de compromisso de ajustamento de conduta. Segundo Milaré (1995, p.555-256), a transação judicial pode ocorrer tanto dentro do processo como em procedimento avulso, mas levada à homologação judicial. Para sua validade, o ajuste extrajudicial exige os seguintes requisitos:

- a) – necessidade da integral reparação do dano, em razão da natureza indisponível do direito violado;
- b) – indispensabilidade de cabal esclarecimento dos fatos, de modo a ser possível a identificação das obrigações a serem estipuladas, já que desfrutará de eficácia de título executivo judicial;
- c) - obrigatoriedade da estipulação de cominações para a hipótese de inadimplemento;
- d) – anuência do Ministério Público, quando não seja autor.

Outro instrumento estabelecido pela Lei nº 7.347/85 é o compromisso de ajustamento de conduta, que não constitui um

instrumento processual, mas objetiva a solução do conflito sem a propositura da ação, mediante o compromisso do empreendedor ou qualquer outra pessoa, a adequação de suas atividades às normas ambientais. Sendo celebrado o termo de compromisso, valerá como título executivo extrajudicial para o caso de descumprimento. Na execução, são legitimados aqueles que podem ajuizar a ação civil pública ambiental.

A sentença na ação civil pública ambiental tem natureza cominatória, porque não visa à obtenção de uma condenação pecuniária, mas a obtenção da prestação específica, ou seja, da preservação do interesse metaindividual, antes que um sucedâneo pecuniário. Quando a sentença acolhe o pedido do autor e obriga o réu a uma prestação de dar, fazer ou não fazer, nasce, portanto, uma nova ação chamada de ação executiva ou executória, é o veículo pelo qual a sanção devida deve ser aplicada ao condenado.

Os pedidos da ação civil pública ambiental podem ser cumulados no sentido constitutivo e condenatório, logo a sentença conhecerá ambos. Na sentença, pode ainda haver alternativa na condenação a uma prestação positiva ou negativa, sob pena de execução específica, ou cominação de multa diária. Em regra, cabe ao autor do processo de conhecimento proceder com a execução da sentença, contudo decorridos 60 (sessenta) dias do trânsito em julgado da sentença condenatória, o Ministério Público deve proceder com o pedido. Essa iniciativa ainda é facultada aos demais legitimados, porque o título executivo pertence a toda a comunidade.

Da sentença procedente ou improcedente, cabe o recurso de apelação, sem preparo caso os apelantes sejam o Ministério Público ou órgãos públicos. As decisões interlocutórias, que são aquelas que decidem questões incidentais e não resolvem o

mérito da causa, cabe o recurso de agravo, seu manejo vale tanto em face das decisões concessivas como as denegatórias. E dos demais atos jurisdicionais, que se enquadram nestas categorias, são chamados de despachos, trata de atos de mero expediente ou de simples impulso processual, não decidem e nem causam gravame às partes, por isso são irrecorríveis.

Por fim, denomina-se coisa julgada a eficácia da sentença que torna imutável e indiscutível, não sujeita a recurso ordinário ou extraordinário. Nos termos do artigo 16 da Lei nº 7.347/85, a sentença civil fará coisa julgada *erga omnes*, salvo se a ação for julgada improcedente por deficiência de provas, neste caso qualquer outro legitimado poderá intentar outra ação civil pública ambiental com idêntico fundamento, mas valendo-se de nova prova. Portanto, a coisa julgada atinge todos os envolvidos na matéria do objeto da ação, da finalidade da ação.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

O método utilizado na investigação científica foi o indutivo, que se refere ao procedimento intelectual que parte de informações particulares em busca da verdade geral. Desse modo, este método possibilitou a compreensão e contextualização das ações civis públicas ambientais que envolvem os recursos naturais, água, flora, fauna, solo e atmosfera do território paraibano. Permite, inclusive, interpretar os mecanismos subjacentes aos processos judiciais e os arranjos promovidos pelos atores sociais relacionados com a problemática e, posteriormente, facultando sua generalização. Em síntese, traça as diretrizes, os princípios, e formula as estruturas teóricas da pesquisa, migrando de situações particulares significativas para ocorrências gerais, mas dentro do mesmo contexto.

Quanto aos procedimentos metodológicos, utilizou-se da técnica de interpretação, que almeja examinar, perquirir e fixar o sentido do texto legal ou de qualquer outro teor escrito e comportamental externado.

A respeito das técnicas de pesquisa, utilizou-se a documentação indireta, quando da pesquisa documental e da pesquisa bibliográfica, extraídas da legislação, como a Lei da Ação Civil Pública. Outros dados bibliográficos serão extraídos de livros, textos científicos (artigos, dissertações e teses, jurisprudência, escritos jurídicos públicos, dentre outros).

Ainda se empregou, na pesquisa, a documentação direta para realizar pesquisa de campo com visitas aos fóruns federais da cidade de Campina Grande – PB, que permitirão o levantamento de dados extraídos das ações civis públicas ambientais que se encontram em condições de tratamento científico. Nesta seção judiciária, existia um total de 20 (vinte) ações civis públicas ativas até 09/07/2009, sendo que 12 (doze) compõem a totalidade de ações civis públicas ambientais. Dentro deste universo, será analisada uma amostragem aleatória de 04 (quatro) ações civis públicas ambientais, o que representa 33,33% (trinta e três vírgula trinta e três) por cento da totalidade, tendo em vista a dificuldade de acesso às demais ações da mesma natureza.

O acesso às ações civis públicas ambientais ocorreu inicialmente através de um pedido escrito direcionado ao juiz das varas competentes, solicitando a retirada dos processos do cartório para levantamento de dados. Uma das dificuldades encontrada foi o fato da maior parte das ações estarem conclusas aos juízes para despacho judicial, ou seja, para uma decisão judicial; nessa fase, o processo não se encontra no cartório da vara competente, que é o local onde os processos podem ser retirados para leituras, mas no gabinete do Juiz.

Dessa forma, percebe-se a dificuldade ao acesso dos processos, pois apesar das ações civis públicas ambientais serem públicas, e qualquer cidadão pode ter acesso ao processo, foi constatada a dificuldade de poder ter acesso aos mesmos, diante de todo um procedimento a ser seguido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados da pesquisa quanto às ações civis públicas ambientais referentes aos Municípios de Santa Luzia, Aroeiras, Boa Vista e São Sebastião de Lagoa de Roça, localizados na Paraíba, que têm como objeto os recursos naturais, tais como: água, flora, fauna, solo e atmosfera, no âmbito da Justiça Federal do Estado da Paraíba, estão descritos nos quadros 1 e 2.

**Quadro 1** – Resumo das ações civis públicas ambientais promovidas em desfavor dos Municípios de Santa Luzia, Aroeiras, Boa Vista e São Sebastião de Lagoa de Roça - Paraíba

LEGISLAÇÃO	FASES IMPORTANTES E SEMELHANTES DAS AÇÕES CIVIS PÚBLICAS AMBIENTAIS NOS MUNICÍPIOS DE SANTA LUZIA, AROEIRAS, BOA VISTA E SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA – PARAÍBA
Legitimidade Ativa (art. 5º, IV da Lei nº Lei nº 7.347/85)	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.
Litisconsorte Ativo (art. 5º, § 2º da Lei nº Lei nº 7.347/85)	Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA.
Legitimidade Passiva	Município.

Liminares (art. 12 Lei nº 7.347/85)	Apresentação pelo Município do Projeto de Aterro Sanitário e do Projeto de Recuperação da Área Degradada, relativo ao objeto em questão no prazo de 90 dias. Esses pedidos ainda não foram apreciados pelo Juízo.
Provas (art. 364, III do CPC)	Processo administrativo acoplado à petição inicial.
Provas (arts. 131, 420 e segs do CPC e Lei nº 7.347/85)	Determinação da Justiça para juntada de Provas Periciais e Laudo Pericial.

**Fonte:** Elaboração própria, 2011.

**Quadro 2** – Resumo das ações civis públicas ambientais promovidas em desfavor dos Municípios de Santa Luzia, Aroeiras, Boa Vista e São Sebastião de Lagoa de Roça Paraíba

LEGISLAÇÃO	FASES IMPORTANTES E DIFERENTES DAS AÇÕES CIVIS PÚBLICAS AMBIENTAIS NOS MUNICÍPIOS		
	SANTA LUZIA E AROEIRAS	BOA VISTA	SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA PARAÍBA
Provas (art. 420 e segs do CPC e Lei nº 7.347/85)	Conclusão do parecer técnico: o destino final dos resíduos sólidos originados no Município não é adequado do ponto de vista sanitário e ambiental, visto que, por se tratar de um lixão a céu aberto, a área não possui os elementos técnicos necessários para a boa disposição dos resíduos.	Conclusão do parecer técnico: a área de disposição de lixo apresenta tanto características de lixão como de aterro controlado, visto que a célula atual é a céu aberto, e a anterior foi coberta.	Conclusão do parecer técnico: o lixão foi desativado, mas ainda existe muito lixo remanescente, disposto em camadas no solo. A área está situada em uma encosta que drena águas para o Rio Mamanguape. O Município estalou um aterro sanitário simplificado para disposição final do lixo, através de licença ambiental de instalação.

	<b>SANTA LUZIA E AROEIRAS</b>	<b>BOA VISTA</b>	<b>SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA PARAÍBA</b>
Provas (art.420 e segs do CPC e Lei nº 7.347/85)	Recomendação do parecer técnico: para que o Município apresente a SUDEMA um Projeto de Implementação de Aterro Sanitário para disposição de resíduos sólidos urbanos de maneira adequada, bem como um Plano de Controle Ambiental e Plano de Recuperação de Área Degradada da área atual de despejo, os quais devem ser executados após licenciamento ambiental.	Recomendação do parecer técnico: para que o Município de Boa Vista – PB apresente um Projeto de Transformação da atual área de disposição de lixo em aterro sanitário, bem como enviar ao IBAMA o Projeto de Drenagem acompanhado de licenciamento ambiental e ainda que o IBAMA viabilize a realização de exame de qualidade da água a montante, a jusante e no ponto de lançamento.	Recomendação do parecer técnico: para que o Município de Lagoa de Roça – PB obtenha a licença de operação junto à SUDEMA para Aterro Sanitário Simplificado, bem como implantar um Plano de Recuperação de Área Degradada da área desativada.

**Fonte: Elaboração própria, 2011.**

Diante do exposto, percebe-se que as ações civis públicas ambientais pesquisadas apresentam como pontos semelhantes quanto à legislação aplicada, a legitimidade e litisconsorte ativo, as liminares, o objeto, precedência de processo administrativo, que por sua vez foi utilizado como prova no processo judicial, bem como a determinação judicial de juntada de provas periciais acompanhadas de laudos periciais. Entretanto, com relação

às conclusões dos pareceres técnicos e suas recomendações, os Municípios de Santa Luzia e Aroeiras apresentam semelhanças, mas os demais Municípios são diferentes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ponderando os resultados obtidos a partir da síntese dos aspectos que retardaram o andamento processual das ações pesquisadas, verificam-se, a seguir, os pontos conclusivos da presente pesquisa. Contatou-se que todas as ações judiciais analisadas foram precedidas de processos administrativos propostos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) que foram usados como instrumento probatório nas ações civis públicas ambientais.

Além disso, ações pesquisadas foram propostas no ano de 2007 pelo IBAMA em litisconsorte ativo com a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), em desfavor de 04 (quatro) Municípios Paraibanos, a saber: Santa Luzia, Aroeiras, Boa Vista e São Sebastião de Lagoa de Roça, versando sobre a disposição dos resíduos sólidos, que por sua vez trata de questões ambientais relacionadas ao solo e subsolo, à água, à flora, à fauna e ao ar. Verificou-se, ainda, que o Ministério Público Federal atuou no processo como fiscal da lei.

Conclui-se que o procedimento adotado pelo Juízo no curso processual das ações refere-se a um procedimento diferenciado ao realizar audiência de conciliação e outras audiências de continuidade da audiência de conciliação. É uma forma de tornar o processo mais célere, desde que não haja pedidos de adiamento de audiência e que as partes cumpram com as providências emergenciais determinadas pelo Juízo em audiência.

Também é comum nos processos que o Juízo solicite a realização de perícia no local da disposição dos resíduos sólidos, para averiguar a situação do local utilizado como lixão. Todos os laudos técnicos apresentados e juntados aos processos foram realizados pelo IBAMA e pela SUDEMA, em conjunto ou separadamente.

Os laudos técnicos concluíram que o local averiguado não é adequado para a disposição dos resíduos sólidos. Para tanto, recomendam que os Municípios apresentem a SUDEMA um Projeto de Aterro Sanitário Simplificado, através de licenciamento ambiental, com exceção de 01 (um) dos Municípios cujo projeto encontra-se em operação através de uma licença de instalação. Além disso, os laudos técnicos recomendam aos Municípios que apresentem a SUDEMA o Projeto de Recuperação da Área Degradada para recuperar o local utilizado como lixão.

Ademais, constatou-se que 03 (três) Municípios não possuem área para a implantação do aterro sanitário simplificado e que isso tem sido um intenso motivo para que os demandados tornem o processo mais lento ainda.

Conclui-se também que, até março de 2010, as ações não foram julgadas, nem mesmo foram impetrados recursos judiciais das determinações judiciais. O que se percebeu é que em uma das ações o Município requer ao Juízo, por diversas vezes, o adiamento da realização de audiência, tornando o processo mais lento. Contudo, as partes autoras não se manifestaram contrárias a estes pedidos. Acurou-se nas 04 (quatro) ações a presença de pedidos por parte dos Municípios para prorrogação de prazos, fazendo com que as determinações judiciais não sejam cumpridas em tempo hábil.

Com relação às multas aplicadas administrativamente aos 04 (quatro) municípios, apenas 01 (um) pagou corretamente; outro de forma parcial, e os demais não pagaram. Judicialmente, o Juízo determinou a aplicação de multa aos Municípios que não cumprissem com as providências emergenciais, porém sua aplicação deixou a desejar.

Da pesquisa que ora se conclui, percebeu-se que a ação civil pública ambiental é um instrumento que contribui para o acesso à justiça, na solução de problemas ambientais.

Diante destas conclusões apresentadas nesta pesquisa científica, são sugeridas as seguintes ações: a) Quando da realização do processo administrativo, os técnicos e analistas ambientais não tardem a realização da averiguação *in loco*, e nem a apresentação dos referidos laudos técnicos aos órgãos ambientais; b) No despacho judicial inicial, que o Juízo determine à parte ré a apresentação, quando da realização da audiência de conciliação do Projeto de Aterro Sanitário e do Projeto de Restauração da Área Degradada, acompanhados de licenciamento ambiental junto à SUDEMA, sob pena de multa diária a ser fixada; c) A continuidade das realizações de audiências de conciliação como forma de averiguar o cumprimento pelas partes das medidas emergenciais adotadas em Juízo, bem como uma forma de dar celeridade processual; d) Não deferir todos os pedidos de adiamento de audiência para não delongar o tempo da ação; e) A desativação dos locais utilizados como lixões para impedir a continuidade da atividade irregular e a recuperação da área degradada; f) A aquisição de terrenos propícios à implantação do Aterro Sanitário Simplificado, observando as ações descritas nos laudos técnicos, e que a área seja de baixo valor, e sem necessidade de impetrar ação judicial para adquiri-la, quando o Município não dispuser da área. Além disso, que a aquisição deva ocorrer através

de recursos financeiros do Município ou mediante convênios. Por fim, que as partes envolvidas no processo não deem causa para retardar o processo, como também cumpram as determinações judiciais nos prazos fixados judicialmente.

## **REFERÊNCIAS**

BELFORT, Fernando José Cunha. **Meio ambiente do trabalho**. São Paulo: LTr, 2003.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **World Comission on Environment and Development. Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

COSTA, Fabiana Xavier. **Características agronômicas da mamoneira influenciadas pela fertilização orgânica e densidade global do solo: um enfoque de sustentabilidade**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

FAGANELLO, Célia Regina Ferrari. **Fundamentação da cobrança pelo uso da água na agricultura irrigada, na microbacia do Ribeirão dos Marins**. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

FONSECA, Hélio Mauricio Miranda de. **A influência das ações de responsabilidade social e ambiental sobre a competitividade na indústria automobilística**. Dissertação

(Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

LIRA, Waleska Silveira. **Sistema de Gestão do Conhecimento para Indicadores de Sustentabilidade: Proposta de uma Metodologia.** Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

MANCUSO, Rodolfo de Camargo. **Ação civil pública: em defesa do meio ambiente, do patrimônio cultural e dos consumidores:** lei 7.347/1985 e legislação complementar. 10 ed. São Paulo: RT, 2006.

MELO, Noerci da Silva. **Os limites ao conceito de meio ambiente como bem de uso comum do povo.** Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

MILARÉ, Édís. **A ação civil pública: lei 7.347/85** – reminiscências e reflexões após dez anos de aplicação. São Paulo: RT, 1995.

PEREIRA, Daniel Duarte. **Cariris paraibanos: do sesmarialismo aos assentamentos de reforma agrária. Raízes da desertificação?** Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

RAMIDOFF, Mário Luiz. **Processualidade ambiental.** Del Rey Jurídica. Ano 9. n 17 - janeiro a julho, 2007.

RIBEIRO, Morel Queiroz da Costa. **O licenciamento ambiental de aproveitamentos hidrelétricos: o espaço**

**da adequação.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

SANTOS, Marcus Tullius Leite Fernandes dos. **A indústria calcária no Rio Grande do Norte e suas implicações jurídicas frente ao meio ambiente.** Dissertação (Mestrado em Direito Econômico) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

SÉGUIN, Elida. **Direito ambiental: nossa casa planetária.** 3 ed. Rio de Janeiro: Forense, 2006.

SERPA, Artuzinda Silva de. **A educação ambiental na legislação brasileira e o seu contexto nos cursos de graduação de farmácia e odontologia da Universidade Federal do Ceará.** Dissertação (Mestrado Profissional em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

TAHIM, Elda Fontinele. **Inovação e meio ambiente: o desafio dos arranjos produtivos de cultivo de camarão em cativeiro no Estado do Ceará.** Tese (Doutorado em Ciências, em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

TOSINI, Maria de Fátima Cavalcante. **Risco ambiental para as instituições financeiras bancárias.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

TRENNEPOHL, Natascha. **Manual de direito ambiental.** Niterói: Impetus, 2010.

# CAPÍTULO 6



## **SOCIEDADE, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE: (RE) SIGNIFICANDO O SABER-FAZER PEDAGÓGICO**

*Silvana Eloisa da Silva Ribeiro  
Zélia Maria de Arruda Santiago*

### **INTRODUÇÃO**

Este artigo aborda a relação da Educação Ambiental com a Sustentabilidade baseada nas atividades didático-pedagógicas desenvolvidas no projeto: “Educação Ambiental, conscientização e sustentabilidade na comunidade da Vila dos Teimosos” (Bodocongó - Campina Grande-PB), ligado ao Programa de Extensão da Universidade Federal de Campina Grande – PROBEX/UFCG. Tal projeto desenvolveu ações educativas de conscientização acerca do meio ambiente, enfocando a preservação e a conservação da fauna e da flora local, o processo de reciclagem e reutilização do lixo (resíduos sólidos) para geração de renda, os perigos do desperdício de água e energia, bem como o estímulo às práticas de saúde ambiental.

As ações foram desenvolvidas na Vila dos Teimosos com alunos/as do Grupo Escolar Municipal do Ensino Fundamental I Professora Nely de Lima Melo e seus familiares juntamente com o corpo docente (gestor, orientador educacional, psicólogo) e demais funcionários do referido grupo, objetivando capacitá-los a construir estratégias de sustentabilidade propiciadoras de mudanças em relação aos valores e atitudes de cuidado com o meio ambiente, buscando desenvolver habilidades sociocognitivas para o convívio imediato na realidade socioambiental dessa localidade, bem como atitudes proativas de sustentabilidade ao longo da vida na perspectiva de uma Educação Ambiental continuada.

As reflexões realizadas em torno da relação Sociedade, Educação Ambiental e Sustentabilidade fundam-se, inicialmente, no campo da Sociologia com base na teoria da estruturação de Giddens (1997, 1991, 2003) e na Sociologia dos riscos ambientais de Ulrich Beck (1997, 1998, 2002). Ambos analisam a relação natureza-sociedade, substituindo a ideia de ordem social pela de incertezas e de riscos, e defendem que a sociedade do século XIX foi caracterizada pelo ordenamento social enquanto que, no final do século XX e início do século XXI, a sociedade é marcada pelas contingências socioambientais.

Em termos educacionais, a discussão deste trabalho apoia-se nas concepções da Educação Ambiental segundo Castro & Spazziani (2000), Lima (1999), Layrargues (2005) e Sauv e (2005) que consideram essa modalidade educativa como um instrumento sustentável no enfrentamento de problemas socioambientais contemporâneos. Nestes termos, entende-se a sustentabilidade conforme a acepção de Veiga (2006) que a considera em várias dimensões: sociais (educacionais), econômicas, culturais, políticas e ambientais da realidade.

Quanto às ações educativas realizadas no espaço escolar, optou-se pelas contribuições Freire (2006) que potencializa a noção de reflexividade em termos da problematização socioeducacional e ambiental local. Portanto, observou-se o espaço físico da comunidade da Vila dos Teimosos (ruas, açude, casas, igrejas, transportes públicos, esgotos, fauna, flora, etc), bem como do espaço escolar (classes, pátio, banheiros, copa, biblioteca, etc.), juntamente com os profissionais da educação (gestor, professor, psicólogo, orientador, assistente social, merendeira, zelador, secretário e vigilante).

As atividades educativas em sala de aula foram realizadas por meio da leitura de textos oral/escrito, discussão, desenhos, pinturas, dramatização, contação de histórias, recitação de poemas, além da confecção de kits domésticos e escolares (porta-treco, porta-lápis, porta-retratos, caixas de presente, etc.), utilizando resíduos sólidos (caixa de remédios e de leite, vidros, embalagens diversas, etc.). Estas atividades educativas vivenciadas na escola são (re)significadas no cotidiano dos moradores da Vila, pelo fato de enfrentarem situações de riscos socioambientais no período de inverno que desencadeia acúmulo de água nas residências, ruas, esgotos, inundação devido à enchente do açude local.

Embora o Poder Público Municipal tenha empreendido ações, na década 80 do século XX, a fim de minimizar riscos ambientais locais, estas não foram suficientes para promover mudanças na vida cotidiana dessa população. As residências dos moradores ainda encontram-se nas proximidades do açude que se encontra em estado de poluição decorrente dos dejetos provenientes de vários esgotos dos bairros da cidade de Campina Grande. Os riscos ambientais enfrentados pelos moradores dessa comunidade se evidenciam através de insetos, mosquitos, acúmulo de lixo, esgoto livre e, outros, por falta de planejamento

e infraestrutura urbana. Esta realidade socioambiental reflete no espaço escolar e as crianças convivem com suas consequências (portas caídas e vidros das janelas quebrados, telhado comprometido, paredes sujas), cuja situação se agrava a cada período de inverno, muitas vezes, inviabilizando o funcionamento escolar.

## **SOCIEDADE, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

No início do século XXI, a humanidade convive, mais acentuadamente, com diversos problemas socioambientais evidenciados em inundações de cidades, chuvas ácidas, desertificações, aquecimento global, poluição atmosférica, excesso de lixo no planeta, dentre outros, cujos problemas demandam o desenvolvimento de projetos de conscientização ambiental numa perspectiva reflexivo-problematizadora, a exemplo do projeto de extensão realizado na Vila dos Teimosos (PROBEX/UFCG) que busca uma interlocução Universidade-Sociedade.

As questões socioambientais têm sido discutidas nas Conferências sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizadas em vários países do mundo desde 1972, enfocando o compromisso das instituições governamentais e não governamentais frente às necessidades das comunidades urbano-rurais em situações de riscos. Neste cenário, o meio ambiente foi discutido não somente na perspectiva naturalista, mas em conexão com as dimensões sociais, políticas e culturais da realidade local e global.

A Agenda 21, elaborada na ECO-92, é um documento que orienta o planejamento e execução de ações voltadas ao meio ambiente e à sustentabilidade. No entanto, sua viabilização requer a mobilização de vários setores da sociedade, sobretudo o educacional, a exemplo das universidades e escolas, no sentido de levar informações à sociedade civil acerca da valorização do

patrimônio natural-cultural. Este documento possibilita entender que a separação sociedade/natureza resulta de um processo de racionalização produtivista, voltado à lógica do ‘crescimento econômico convencional’ que desconsidera a sustentabilidade dos recursos naturais. Este modelo, ao longo das décadas, prejudicou o ecossistema e provocou o desequilíbrio ambiental.

A contraposição sociedade/natureza emergiu no século XIX, repercutindo no imaginário coletivo uma concepção de natureza como fonte de recursos inesgotáveis, percebida como um fenômeno distante dos seres humanos. No entanto, no final do século XX, a natureza apresenta sinais de esgotamento devido às consequências provocadas pela exploração humana, cuja situação requer mudanças na visão acerca da natureza, sobretudo entre ambientalistas e demais interessados nas questões socioambientais.

Na obra *La sociedad del riesgo* (BECK, 1998), o autor aborda a relação sociedade-natureza focando a gênese e os efeitos da degradação ambiental, assim como os perigos causados pelo processo de modernização<sup>1</sup>, no qual, a natureza encontra-se contaminada industrialmente e os seres vivos estão quase sem proteção. Nesse sentido, a ‘primeira natureza’, concebida pelo autor como um fenômeno em estado virgem, foi afetada pelo estilo de vida de uma época da humanidade que produziu uma ‘segunda natureza’, quer dizer, explorada. Assim, os perigos produzidos pelas indústrias se deslocam por meio do vento, da água e, outros, ou seja, através dos elementos naturais indispensáveis à

---

1 Dentre outros aspectos, ele entende por modernização os impulsos tecnológicos de racionalização, a transformação nos caracteres sociais, as concepções de realidades, as formas de amar e os estilos de vida (Beck, 1998, p.25).

existência da vida no planeta, provocando ameaças em todas as dimensões: sociais, econômicas, culturais, éticas e políticas.

Tavolaro (2001) lembra que Beck (1998) defendeu a ideia de que os riscos na civilização atual não são facilmente percebidos pelos homens, mas visíveis nas fórmulas físico-químicas, cujos riscos resultam da industrialização em massa e assumem dimensões globalizantes. Os efeitos trágicos desencadeados pelo processo da industrialização alertaram os ambientalistas para o fato de que “a primeira prioridade da curiosidade técnico-científica é a utilidade para produtividade, e os riscos conectados a ela são somente considerados mais tarde e frequentemente não em sua totalidade” (BECK, 1997, p.60). Os riscos ambientais ligam-se às especializações da ciência que aprimora a eficiência das técnicas de controle dos processos naturais e, neste ritmo, aumenta a quantidade de ambientes em riscos. Os seres humanos intervieram na natureza de tal forma que os efeitos colaterais chegam a ameaçar a continuidade da vida no planeta, mas a própria ciência é acionada para contribuir no processo de conscientização dos riscos globais e locais. Por mais contraditório que isso possa parecer “a ciência é uma das causas, o meio de definição e a fonte de solução para os riscos” (BECK, 1997, p.155).

Nesse sentido, na produção da ciência, há um processo de autoconfrontação que o autor entende como modernização reflexiva em termos de uma “nova fase da modernização, em que o progresso se transforma em autodestruição e em que um tipo de modernização destrói outro e o modifica” (p.16), pois o período de transição da sociedade industrial clássica para a de risco ocorre de forma despercebida e compulsiva, por meio da dinâmica autônoma da modernização, seguindo o que ele denomina dos efeitos colaterais latentes.

Nesta modernização, as questões ecológicas não são vistas apenas como preocupação com o “ambiente”, mas com a “Sociedade de riscos”, ou seja, o natural e o social estão intimamente conectados, pois a “segunda natureza” requer ações nas quais os indivíduos têm a responsabilidade de tomar decisões de ordem prática e ética. Neste sentido, pode-se situar a necessidade de uma tomada de decisão voltada à educação ambiental inter-relacionada com a sustentabilidade em todas as suas dimensões: sociais, econômicas, culturais e éticas, que conduzam os indivíduos à consciência dos riscos nos diversos setores da sociedade.

Ao abordar a relação natureza e sociedade, Giddens (1991, p.45) considera que “a reflexividade da vida social moderna consiste no fato de que as práticas sociais são constantemente examinadas e reformadas à luz de informação renovada sobre essas próprias práticas”, defendendo que a reflexividade se dá num contexto de incertezas socioambientais. O autor afirma que os riscos ambientais modernos são produzidos a partir do desencalhe dos sistemas sociais, entendendo por esse termo “o deslocamento das relações sociais de contextos locais de interação e sua reestruturação em outras extensões de tempo e de espaço não definidos” (p.29). Os riscos socioambientais decorrem de situações nas quais os indivíduos não conseguem monitorar suas ações, pois a reflexividade implica uma reflexão da consciência que produz práticas cotidianas no tempo e no espaço.

Para Giddens (1991), o industrialismo é o foco central da interação dos homens com a natureza, portanto necessário diferenciá-lo do capitalismo. Ambos são vistos como “feixes organizacionais” ou dimensões diferenciadas da modernidade que se encontram relacionados, mas, ao mesmo tempo, são distintos, uma vez que o industrialismo apresenta consequências

independentes em contextos diferenciados das sociedades não capitalistas. Giddens (1991, p.61) afirma que enquanto o capitalismo se refere ao “sistema de produção de mercadorias, centrado sobre a relação entre a propriedade privada do capital e o trabalho assalariado sem posse de propriedade, formando o eixo principal de um sistema de classes”, o industrialismo se relaciona ao “uso de fontes inanimadas de energia material na produção de bens, combinado ao papel central da maquinaria no processo de produção, que pressupõe a organização social regularizada da produção”. Esta distinção atribuiu ao industrialismo a transformação da “natureza espontânea” em “ambiente criado”, afirmando que as instituições industriais são componentes fundamentais da modernidade responsáveis pelos atuais problemas ambientais (GIDDENS, apud GOLDBLATT, 1996). A modernidade, tanto possibilita oportunidades de melhor qualidade de vida, quanto das incertezas que afetam as sociedades.

Diante dessas discussões, situa-se o compromisso dos educadores na construção de projetos que associem Educação Ambiental e sustentabilidade frente à necessidade de mudanças de valores e atitudes em relação ao meio ambiente. Portanto, a Educação Ambiental ganha espaço nas agendas de governantes e ambientalistas como um instrumento de conscientização dos indivíduos nas sociedades de contextos diferenciados. Nesses termos, a Educação Ambiental reforça as finalidades mais amplas da educação em termos da aquisição de conhecimentos, valores e atitudes voltadas à proteção e conservação do patrimônio natural-cultural (CASTRO; SPAZZIANI, 1998). Assim, discute-se a educação ambiental nas primeiras conferências internacionais, a exemplo de Estocolmo (1972), Belgrado (1975), Tbilisi (1977), Moscou (1987), Rio-92, Thessaloniki (2002) e, recentemente, a Rio +20 (2012) que recomendam nos seus documentos o

desenvolvimento de práticas de Educação Ambiental em diversos países do mundo.

Nesse sentido, Sauv  (2005, p.18) elabora uma cartografia das correntes de Educa o Ambiental a partir de pesquisas realizadas em vários países do mundo, onde encontrou experiências diferenciadas nesse campo de atua o. A autora agrupou concep es e práticas educativas ambientais, sequenciando quinze correntes (15) de Educa o Ambiental (EA), a saber: *naturalista, conservacionista/recursista, resolutive, sistêmica, científica, humanista, moral/ tica, holística, biorregionalista, prática, crítica, feminista, etnográfica, da ecoeduca o e da sustentabilidade*. Os membros do projeto “Educa o Ambiental, conscientiza o e sustentabilidade na comunidade da Vila dos Teimosos” adentraram-se no estudo das correntes: etnográfica, biorregionalista, crítico-social, recursista, humanista e de sustentabilidade, pelo fato das mesmas se aproximarem da realidade em que se desenvolveu o projeto. Inclusive a metodologia utilizada no desenvolvimento das atividades pedagógicas, baseadas no método freireano, apresenta diversos aspectos convergentes em rela o   corrente crítico-social.

Sauv  (2005) afirma que a corrente etnográfica valoriza os aspectos culturais da rela o do homem com o meio ambiente, considerando as especificidades culturais das popula es ou das comunidades onde o processo didático-pedagógico se efetiva. A partir desse argumento, os defensores dessa corrente compreendem a EA como uma possibilidade “de desenvolver uma compreensão e uma aprecia o da Terra para adotar um atuar responsável em rela o ao meio ambiente e às popula es humanas que são parte dele. Privilegia uma rela o com a natureza fundada na pertenc a e não no controle”. (SAUVÉ, 2005, p.35), assim, privilegia a constru o de laços e sentimentos de pertencimento ao território.

Ribeiro (2007) na tese de doutorado intitulada “Em busca do equilíbrio perdido com a natureza: a relação entre uma comunidade urbana em João Pessoa - PB com a mata, o rio e os novos projetos sócio-ambientais” considera que pertencer a um grupo significa, dentre outras coisas, partilhar os elementos da natureza (fauna, flora, rio, mata) que lhes são comuns, gerando laços e sentimentos de pertencimento ao território e a valorização do meio ambiente.

O processo educativo ambiental dirigido às crianças residentes na Vila dos Teimosos adotou métodos, técnicas e conteúdos ambientais que estimulavam nos membros da comunidade o conhecimento da fauna, da flora e do açaúde local. A partir desse procedimento, os educadores compreendiam que o conhecimento dos elementos naturais se apresentaria como fator capaz de permitir e recriar, ao longo do tempo, valores e hábitos que serão (re)elaborados de acordo com as novas necessidades dos agentes sociais que residem naquela localidade.

Ao abordar a corrente de Educação Ambiental crítico-social, Sauv  (2005) afirma que o educador realiza uma leitura da rela o sociedade-natureza a partir de uma perspectiva política e pedagógica, apontando para a transforma o das realidades socioambientais. A partir desse procedimento, o educador busca refletir sobre os fundamentos das concep es de mundo e também sobre a pertinência do saber-fazer pedagógico. Os educadores que assumem tal atitude compreendem o fenômeno ambiental diretamente vinculado aos problemas socioambientais e consideram que os membros das comunidades, de forma participativa, devem buscar alternativas de enfrentamentos dos problemas que afetam a comunidade, por isso sugerem que os conteúdos educativos estejam diretamente ligados às situa es-problemas.

Ao tratar da corrente de Educação Ambiental de caráter biorregionalista, Sauv  (2005, p.28) afirma que ela se contrapõe ao modelo consumista, defendendo o retorno a terra e também aos valores arraigados nas comunidades, bem como valorizando a história natural. Conforme a autora, tal corrente “centra a Educa o Ambiental no desenvolvimento de uma rela o preferencial com o meio local ou regional, no desenvolvimento de um sentimento de pertenc a a este último e no compromisso em favor da valoriza o deste meio”. Neste sentido, ela destaca que as estratégias de Educa o Ambiental sugeridas pelos defensores desta corrente se evidenciam, quando os educadores ambientais trabalham numa determinada comunidade, estimulando os membros a participarem ativamente, bem como quando eles enfocam as problemáticas ali existentes, desenvolvendo atividades de valoriza o da cultura e do meio, no sentido de resgatar e preservar as memórias, contribuindo para a promo o de um sentimento voltado   comunidade, vista como “lugar de vida”.

A corrente de EA de caráter recursista tem como foco central os programas dos “Rs”: Redu o, Reutiliza o, Reciclagem, buscando “promover os dois tipos de Rs: (1) Respeito a si mesmo, Respeito ao próximo, Responsabilidade por suas a o es; (2) Reduzir o consumo, Reutilizar materiais, Reciclar e Preciclar, Reeducar” (SAUVÉ, 2005, p.35). Além disso, os educadores estimulam a realiza o de programas que abordam a gestão ambiental (da água, do lixo, da energia, entre outros).

A corrente humanista de EA considera a dimensão humana do meio ambiente interligando sociedade, cultura e meio ambiente. Nesta perspectiva, tal corrente defende a prática educativa ambiental voltada ao desenvolvimento nos educandos dos seguintes aspectos: sensoriais, afetivos, criativos e est ticos. A estratégia educativa busca contemplar a observa o das cidades,

praças, construções públicas, jardins, arquiteturas, patrimônios históricos e culturais, a exemplo do estudo do meio, leitura de paisagem, dentre outras. O processo didático-pedagógico busca conhecer o meio de vida da comunidade, desenvolvendo laços e sentimentos de pertencimento (SAUVÉ, 2005).

Além dessas correntes, os membros do projeto estudaram a sustentabilidade, apoiando-se em Veiga (2006), no sentido de fundamentar a prática educativa ambiental. Ao relacionar a EA à noção de sustentabilidade, consideraram a Educação Ambiental como fenômeno social “capaz de acelerar o processo de disseminação do pensamento ecológico no tecido social e promover a conversão para uma sociedade sustentável” (LAYRARGUES, 2005, p.9).

Veiga (2006), ao relacionar meio ambiente à ideia de desenvolvimento sustentável, defende a necessidade de estabelecer uma distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico, argumentando que enquanto o crescimento encontra-se vinculado às mudanças consideradas pelos economistas e demais intelectuais como quantitativas, a exemplo da renda per capita, o desenvolvimento socioambiental se inter-relaciona aos diversos fatores da realidade, evidenciados por meio das denominadas mudanças qualitativas.

Conforme Veiga (2006), a noção de sustentabilidade permite diferenciar o crescimento econômico de caráter convencional da noção de desenvolvimento sustentável, pois, para ser sustentável, o desenvolvimento necessita conectar crescimento econômico, distribuição da riqueza e preservação ambiental. O processo de interligação dos aspectos socioeconômicos e ambientais propicia uma reflexão fecunda sobre a sustentabilidade diretamente relacionada à qualidade de vida das comunidades, bem como as recomendações expressas na ECO 92, através do documento

denominado de Agenda 21, podem contribuir para o desenvolvimento de projetos educativos compatíveis com os interesses e necessidades das populações em situações de riscos.

### **(RE)SIGNIFICANDO O SABER-FAZER PEDAGÓGICO**

Durante o desenvolvimento das atividades didático-pedagógicas do projeto: “Educação Ambiental, conscientização e sustentabilidade na comunidade da Vila dos Teimosos”, os educadores ambientais utilizaram as orientações propostas pelo educador Dewey (1978, 1979), no que se refere à necessidade de constante (re)elaboração de hipóteses e de reflexividade no processo educativo, bem como nos “saberes necessários à prática educativa”, sugeridos pelo educador brasileiro Paulo Freire (2001). Esses educadores fundamentaram-se nos autores citados, adotando a concepção de que “*educar é muito mais que formar o ser humano em suas destrezas*”, é favorecer o desenvolvimento de habilidades reflexivas e problematizadoras.

Os educadores do projeto estavam atentos à necessidade de contribuir na formação ética das crianças e de seus familiares em relação ao tratamento com o meio ambiente, estimulando suas capacidades criativas, bem como contextualizando as atividades ligadas ao meio ambiente como acontecimentos globais e locais, a exemplo do aquecimento global, dos prejuízos causados pelo desperdício de água e energia, do lançamento de lixo em locais públicos, a fim de conscientizar os alunos sobre a necessidade de adquirir atitudes diferenciadas e sustentáveis na Vila dos Teimosos.

Para a concretização das atividades didático-pedagógicas de EA, os educadores seguiram os passos metodológicos sugeridos pelo enfoque freireano, a saber:

- a) Identificação do universo vocabular prevalente na vida cotidiana das pessoas residentes na comunidade da Vila dos Teimosos, no sentido de se conhecer as palavras, expressões e histórias de vida contadas pelos residentes mais antigos da comunidade, envolvendo: enchentes, chuvas, açude, tempo, água, esgotos, bueiros, mãe, avó, alagamentos, lixo, dengue, poluição, entre outras;
- b) Decodificação das palavras e temas geradores, levantados na Vila dos Teimosos, contextualizando e ampliando a visão dos alunos sobre a noção de território, da potencialidade da fauna e da flora, bem como sobre os prejuízos causados pelos problemas socioambientais (enchentes, entupimentos dos bueiros, riscos de desmoronamentos, poluição do açude Bodocongó, doenças, entre outros);
- c) Adaptação da literatura específica sobre Educação Ambiental, concepções de EA e Sustentabilidade à situação da comunidade, envolvendo todos os membros da equipe;
- d) Problematização das condições de vida das pessoas residentes na Vila dos Teimosos participantes do projeto acerca dos problemas ambientais que afetam a comunidade, tendo em vista a mudança de valores e atitudes em relação ao meio ambiente (açude, água, poluição, energia, higiene doméstica, lixo, entre outros).

Dessa forma, os educadores ambientais seguiram três etapas distintas com base no método freireano, a saber: investigação, tematização e problematização. Eles iniciaram as atividades de investigação a partir do diálogo com as crianças e seus familiares em suas residências que gerou confiança, uma atitude fundamental quando pesquisadores educadores se inserem no contexto da pesquisa. Esta fase inicial possibilitou o levantamento

do universo vocabular da comunidade, selecionando as palavras geradoras relacionadas à vida cotidiana da população.

Segundo Freire (2001), à medida que se indaga sobre qualquer aspecto do cotidiano das pessoas se enriquece a troca de experiências, cujo procedimento permite ao educador conhecer os outros e ser conhecido por estes, proporcionando momentos de abertura para estabelecer uma relação inter-racional de confiança. A necessidade de comunicar-se surgiu antes da própria consciência por parte do homem no processo comunicacional. A partir desse entendimento, a questão dialógica se apresentou, para os educadores ambientais, como a raiz ontológica que permitiu o desenvolvimento de processos inventivos entre os alunos e os moradores da Vila. O diálogo foi fundamental na construção de conhecimentos provenientes das histórias e experiências vividas.

Após o reconhecimento da localidade, através de visitas às residências de moradores e da coleta de dados, os educadores planejaram as atividades didático-pedagógicas que foram desenvolvidas nas salas de aula e nos eventos (dia das mães, dos pais, dos avós, das crianças, do meio ambiente), promovidos no Grupo escolar, definindo os conteúdos mais relevantes para a localidade. Essa definição foi respaldada na investigação das especificidades locais, nos interesses e nas expectativas dos moradores. Neste sentido, os educadores do projeto em estudo buscavam aproveitar as experiências dos moradores da comunidade, através dos seus saberes e conjugá-las com os conteúdos e as técnicas adotadas em sala de aula.

Em cada situação vivida durante o processo de desenvolvimento das atividades pedagógicas, ocorria uma troca de experiências, em que se produziam conhecimentos numa busca constante de modificar valores e atitudes para enfrentar os

problemas socioambientais recorrentes na localidade. Esse procedimento favoreceu a percepção de habilidades e dos saberes locais construídos na vida cotidiana da população.

O grupo que desenvolveu o trabalho na comunidade estava atento a essa questão, pois iniciou suas atividades de extensão universitária visitando as residências e dialogando com os moradores, também com a intenção de explorar os elementos que estão presentes na tradição daquele povo, pois, na maioria das vezes, as informações sobre a história da comunidade e o motivo que levou a ser denominada de Vila dos Teimosos foram transmitidos pelas avós dos alunos do Grupo Escolar Professora Nely de Lima Melo.

O projeto foi apresentado aos membros (professores, gestor, orientador, funcionários e alunos) do grupo. Os bolsistas e voluntárias realizaram um diagnóstico inicial das condições da escola, bem como fizeram um levantamento dos interesses e expectativas dos educandos em relação ao projeto. Naquele contexto, apresentou-se uma amostra de objetos que confeccionamos durante as atividades pedagógicas realizadas no ano de 2010, noutra escola da cidade de Campina Grande, para despertar a atenção e o interesse dos alunos.

Nesse sentido, bolsistas e voluntárias se interessaram em realizar um levantamento das atividades e das temáticas que os professores e alunos estavam desenvolvendo em sala de aula, no sentido de buscarem conjugar as atividades do projeto aos conteúdos que estavam sendo propostos, através do projeto pedagógico da Secretaria Municipal de Campina Grande, que foram viabilizados no Grupo em foco.

É relevante destacar que, naquela situação, os educadores tiveram condições concretas de fornecer orientações aos alunos com capacidade de gerar mudanças nos comportamentos em

relação ao meio ambiente, porque eles conviviam diretamente com a comunidade, conhecendo os problemas socioambientais que os afetavam. No momento em que enfocavam a importância de valorizar o território, os educadores promoveram uma abertura para que os moradores relatassem as experiências dos seus antepassados com os elementos da natureza existentes na comunidade, trazendo à tona a lembrança dos laços e sentimentos de pertencimento ao local.

Além disso, os educadores buscavam compreender a saúde/doença dos moradores da comunidade, interligando a diversos fatores ambientais. Eles se preocupavam com a relação dos moradores com o açude de Bodocongó, quando alertavam os alunos sobre os riscos à saúde que eles estavam sujeitos, no momento em que tomavam banho no açude poluído, explicando os tipos de doenças que eles podiam contrair: micoses, verminoses, protozoários, entre outras, enfocando as consequências à saúde humana.

Nesse caso, o projeto também contribuiu para desenvolver uma “percepção cultural dos riscos”, no momento em que os seus representantes alertavam que os moradores da Vila dos Teimosos estavam expostos às situações de riscos e que deveriam evitar tomar banho ou pescar no açude de Bodocongó. Assim, eles contribuía para que tivessem entendimento do “como” e o “quanto” eles estavam sendo prejudicados com o processo de poluição desse açude.

Nesse sentido, a prática do projeto em estudo se distanciou de um modelo de educação “bancária”<sup>2</sup> adotado pelas posturas

---

2 A lógica da educação bancária reduz o problema da constituição do mundo a um problema de transmissão de conhecimento científico. O educador seria o único responsável pela transmissão

de transmissão de conhecimentos, que somente depositavam informações, dados e fatos distantes das experiências cotidianas dos educandos. Optou-se pela adoção de uma postura dialógica desenvolvida com os alunos e seus familiares na execução das atividades do projeto, pois como expressou Paulo Freire (2001, p.21), precisa-se do outro para conhecer as necessidades e expectativas dos moradores das comunidades e o diálogo é o cimento desse processo. Segundo o autor, “o diálogo é o encontro dos homens mediatizados pelo mundo”.

Desta maneira, os representantes do projeto em estudo já não podiam ser vistos como aqueles que apenas educavam, mas também como aqueles que, enquanto educavam, foram educados. Assim, “ambos, aos poucos se tornavam sujeitos do processo em que cresciam juntos” (FREIRE, 2006, p.79). Para atingir os objetivos propostos em sala de aula, sempre se explorou as linguagens verbais e não verbais, desenvolvendo nos alunos a habilidade de narrativas e de escrita sobre as subtemáticas abordadas. Segundo Freire (2005, p.74), somente através do processo de comunicação a vida humana passa a ter sentido, pois “o pensar do educador somente ganha autenticidade na autenticidade do

---

do conteúdo e o educando poderia ser visto como uma tábula rasa, tendo um papel insignificante em sua elaboração. Segundo Freire (2001), é uma educação domesticadora, que deposita no aluno informações, dados, fatos, em que o professor é quem detém o processo de ensino. Nesse sentido, a construção do mundo da criança é apenas uma reprodução do mundo realizado antes pelo educador. Freire critica a educação bancária, considerando que ao silenciar o educando não lhe permite expressar sua subjetividade e, portanto, situa-o numa posição de inferioridade em relação àqueles que, legitimados em sua ação, interpretam (digerem) o mundo e o transmitem).

pensar dos educandos, mediatizados ambos pela realidade”. Esse pensar tem sua fonte geradora na ação sobre o mundo, permitindo eliminar a superposição de um saber formal aos produzidos no cotidiano dos educandos.

No processo de decodificação e tematização, os educadores construíram textos baseados na corrente de Educação Ambiental crítico-social (SAUVÉ, 2005), fornecendo subsídios para os alunos elaborarem os seus próprios textos em sala de aula e, no processo de problematização, que estabelecesse uma relação entre as situações vividas por eles e seus familiares, a exemplo de enchentes provenientes do acúmulo de água no açude Bodocongó, lixo e alagamentos, lixo e entupimento dos bueiros, com os conteúdos ministrados em sala de aula.

Nas atividades didático-pedagógicas realizadas em sala de aula, confeccionaram-se cartões, mensagens e flores para os alunos presentear as genitoras na reunião em que a escola comemorou o Dia das Mães. Nessa ocasião, os coordenadores do projeto elaboraram um texto intitulado: “As mães como professoras da vida”, em que se abordou a importância da mãe encontrar-se sempre presente na vida dos filhos, de orientá-los num caminho de justiça e de solidariedade ambiental. Naquele contexto, também se apresentou o projeto aos pais dos alunos que foram convidados a participarem do projeto de Educação Ambiental.

Abordou-se em sala de aula a subtemática da importância da reciclagem de resíduos sólidos na vida da comunidade, incentivando os alunos, através do diálogo, a depositarem o lixo no lugar adequado, principalmente para que não fossem lançados nas ruas ou no açude, pois, no período de inverno, as chuvas torrenciais que estavam assolando a cidade de Campina Grande facilitavam o entupimento dos bueiros, causando prejuízos à

população, especialmente naquela comunidade que vive em situação de riscos socioambientais.

Utilizou-se o gênero textual tirinha para expressar o efeito dos resíduos sólidos lançados em lugares inadequados. Sendo assim, os educadores contextualizaram a subtemática em enfoque: o lixo e alagamentos, também enfocaram a questão das doenças transmitidas durante o período de inverno, uma vez que uma estudante da área de saúde participou de maneira efetiva no projeto. Essa voluntária também trabalhou os aspectos da higiene corporal, doméstica e alimentar através de literatura infantil e contação de histórias.

Além dessas atividades, os educadores construíram junto com os alunos a “Janela do Tempo”, utilizando os seguintes materiais: caixas de papelão, tinta colorida guache e preta dimensional, tecido (retalhos), pincéis, cola, fita adesiva e algodão. Nessa atividade, ainda utilizaram os seguintes resíduos sólidos: tampas de garrafas pets, flores de garrafas pets e flores de retalhos de tecidos. Esta “janela do tempo” foi utilizada na abordagem da questão climática nas diversas regiões do Brasil, inclusive utilizando um mapa geográfico e enfocando a importância de entender o tempo e o fenômeno das enchentes nos dias atuais.

O trabalho confeccionado ficou exposto na sala de aula para que, a cada dia, os alunos indicassem a situação climática da cidade de Campina Grande. Também os educadores abordaram a importância dos programas e reportagens sobre a situação climática em nível local e global, que são veiculados através da mídia. A partir da confecção da janela, os educadores ambientais enfocaram a subtemática tempo, em termos de experiência vivida no cotidiano dos moradores da Vila, incentivando os educandos no processo de organização do tempo para o desenvolvimento das atividades escolares, leitura de livros e momentos

de lazer, atitudes fundamentais para o equilíbrio do corpo e da mente dos alunos.

Este trabalho de construção e monitoramento da “janela do tempo” se fundamentou nos escritos de Dewey (1978), quando afirma que a vida não é mais que um tecido de diversas experiências, por ser esta uma longa aprendizagem, não pode viver sem constantemente estar sofrendo e fazendo experiências. Ao reforçar a ideia deweyniana, Moraes (1997) lembra que a intenção do educador foi “*criar uma epistemologia baseada no conceito de experiência, reflexão, interação e transição entre as diversas situações*”. Por isso, ele defende a ideia de que o essencial no processo educativo é a capacidade reflexiva do educando, que toma a experiência, examina-a e a (re)examina numa perspectiva de criticidade, relacionando-a com outras experiências, (re) significando-a a partir das próprias experiências com os outros envolvidos no processo educativo, no sentido de gestar novas construções, que é o que Dewey entende por reflexividade.

Nessa perspectiva, a construção do conhecimento é uma atividade que não tem um fim em si mesma, mas dirigida à experiência. Por essa razão, a escola não pode ser vista como uma preparação para a vida, mas como a própria vida, pois vida e educação são inseparáveis. Nesse sentido, o educador ambiental, no projeto estudado, buscou dirigir o ensino do tempo para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, que não tendo condições de percorrê-los, sozinhos, o caminho do aprendizado, necessitaram de suas orientações.

A partir dessa visão, entende-se que o processo ensino-aprendizagem das crianças, no Grupo Professora Nely de Lima Melo, no que se refere ao meio ambiente, fundamentou-se numa compreensão de que o saber ambiental é constituído por conhecimentos e vivências que se entrelaçam de forma

dinâmica, e que os educandos e educadores vivenciam suas próprias experiências que podem ser aproveitadas no processo educativo. Sendo assim, os educadores levaram para a sala de aula novas informações, de modo a contribuírem para que os alunos (re)significassem os seus conhecimentos e os educadores ambientais o saber-fazer pedagógico, cuja (re)significação dinamizava as reuniões pedagógicas nas quais se discutiam teorias de Educação Ambiental e de sustentabilidade, inspirando a elaboração das sequências didáticas desenvolvidas em sala de aula.

Dessa forma, foram realizadas dez (10) reuniões na Sede do Programa Interdisciplinar de Apoio à Terceira Idade (PIATI/UFCG), organizadas por coordenadores do projeto e seus participantes. Vale registrar o pensamento do professor (aposentado) de Engenharia Civil e Arquitetura que abordou as noções práticas do uso do “bico de pena” no processo de confecção de peças artesanais, utilizando o material reciclado. Neste sentido, os membros do projeto tiveram a oportunidade de identificar as técnicas apropriadas na confecção de “kits escolares” que foram aplicadas no espaço da sala de aula e, ao mesmo tempo, trabalhar noções de geometria a partir da utilização de materiais concretos, especialmente destinados ao ensino fundamental I, através da orientação baseada no campo da Arquitetura e Engenharia Civil, uma vez que o perfil do professor que ministrou o curso incluía tais especialidades, além de vasta experiência no campo ambiental.

O referido professor, ao longo de sua participação no projeto, realizou um processo contínuo de troca de experiências com os educandos da área de História, Sociologia, Pedagogia e Letras. Esta iniciativa ratificou o objetivo do projeto em constituir-se enquanto espaço contínuo de discussão e troca de experiências interdisciplinares, pois se entende que é inviável uma

prática da Educação Ambiental voltada à conscientização sem o diálogo com outras áreas do conhecimento.

No saber-fazer pedagógico do citado professor, percebe-se o viés interdisciplinar no planejamento e na prática para a confecção dos “kits pedagógicos” num diálogo contínuo com os bolsistas e voluntários do projeto que favoreceu a apropriação da técnica do “bico de pena” com desempenho, a fim de aplicarem em sala de aula com os alunos da comunidade da Vila dos Teimosos. Neste mesmo período, ele também conduziu os educadores do projeto ao setor de apicultura do curso de Engenharia agrícola da UFCG. Dessa forma, em cooperação com uma professora dessa área, mentora do projeto de criação de abelhas na UFCG, as educadoras ambientais tiveram a oportunidade de compreender a importância da apicultura nos dias atuais, conhecendo os equipamentos e o setor dessa universidade onde se desenvolve essa prática. Na ocasião, a coordenadora desse projeto também sugeriu a viabilização de um processo de parceria entre o de EA desenvolvido na Vila dos Teimosos, no âmbito escolar, e as atividades de reciclagem de resíduos sólidos realizadas no laboratório de Engenharia agrícola/UFCG.

As experiências citadas buscaram capacitar os educadores no processo de entendimento do caráter interdisciplinar e multidimensional da EA. Neste período, os membros do projeto também confeccionaram peças artesanais destinadas à comemoração do dia da avó, especialmente no Grupo Professora Nely de Lima Melo. Sendo assim, eles utilizaram prendedores de roupas, figuras de idosos, fitas e tintas para confeccionarem 100 peças (souvenir) com utilidade doméstica, bem como cartões apresentando mensagens que buscavam valorizar e elevar a autoestima dos idosos e a sua valiosa participação no projeto de EA.

Nesse projeto, privilegiava-se a atividade prática realizada em grupo e não, individualmente. Os educadores ambientais apresentavam as atividades às crianças e, ao mesmo tempo, forneciam-lhes as informações e orientações que lhes permitiam descobrir as soluções para os problemas levantados em sala de aula. Ao abordar a interligação entre vida, experiência e aprendizagem, Dewey (1978) afirma a necessidade de “aprender por experiência, pois a vida não é mais que um tecido de experiências de toda sorte” e, nas atividades do projeto, percebia-se que, à proporção que as crianças experimentavam as atividades práticas, desenvolviam a criatividade.

Essas orientações implicam na motivação das crianças para a realização de atividades concretas e uma consciência precisa de sua utilidade no trato com o meio ambiente. Por isso, Dewey (1979) defende a construção de laboratórios de vários tipos, que conjuguem as atividades de sala de aula com as atividades produtivas, a exemplo de carpintaria, tecelagem, entre outras. Essa visão se aproxima da experiência do projeto em foco, quando os educadores confeccionaram os “kits pedagógicos”, dando ênfase a atividades concretas.

Moraes (1997), ao comentar sobre Dewey, reforça sua posição sobre a experiência reflexiva que implica as seguintes etapas do pensamento científico: “*sentir o problema a ser resolvido, defini-lo, construir hipóteses, raciocinar logicamente sobre o problema e seus métodos de solução, e testar as hipóteses desenvolvidas na execução das atividades*”. A prática e os saberes dos educadores ambientais sobre a técnica de reciclagem de papel e reutilização de resíduos sólidos reafirmam os postulados de Dewey no que se refere à repetição reflexiva de diversas experiências de vida.

Nesse sentido, a prática do projeto transita entre os postulados de Dewey e Freire, quando esta prática se associa aos postulados

deweynianos ultrapassa os limites de aprendizagens reducionistas, dando margem a construção de uma aprendizagem reflexiva, e quando essa prática permite aos alunos vivenciarem situações de reciclagem associadas aos problemas socioambientais da comunidade, também promove uma abertura à educação problematizadora (FREIRE, 2001), e tal processo se aproxima das propostas educacionais defendidas nas correntes de EA crítico-social e de sustentabilidade.

Segundo Leroy (2002), a sustentabilidade é um projeto social em construção que necessita de métodos e estrategistas. Entende-se que, no projeto em foco, os estrategistas são os educadores ambientais em cooperação com todos os membros da comunidade envolvidos nesse processo, pois a construção da sustentabilidade é coletiva e contempla diversas dimensões da realidade. O projeto se apoia na visão freireana, embora não descarte, em alguns momentos, o enfoque deweyniano, a dimensão da sustentabilidade que prevalece nas atividades do projeto é de cunho político-pedagógico. Na medida em que os educandos e educadores ambientais discutiam os problemas socioambientais da Vila, a exemplo das intensas chuvas, foi possível coletar depoimentos em que se constatou insatisfação sobre a realidade da Vila, quanto à falta de infraestrutura urbana e escolar, percebendo-se sujeitos cientes de que as chuvas prejudicaram o piso das salas de aula tornando-as vulneráveis, o que deixou as crianças em situação de riscos. Quando o açude ultrapassou os seus limites, invadindo o espaço escolar, a diretora da escola suspendeu as atividades.

Neste ínterim, a diretora da escola solicitou aos coordenadores e orientadores do projeto de EA a preparação de um curso de formação continuada destinado aos professores do Grupo Escolar Professora Nely de Lima Melo, no qual se discutiu a

questão ético-pedagógica e ambiental, bem como os níveis silábicos da aquisição da língua, além de uma orientação sobre o gênero textual relatório para orientar os professores na sua elaboração quando do final das atividades escolares e encaminhamentos do histórico de desempenho de cada aluna à Secretaria de Educação. Além disso, a equipe do projeto enfocou a necessidade da formação continuada para o corpo docente e discente, sobretudo no que se refere à educação ambiental de caráter problematizador.

Os membros do projeto participaram do planejamento sob orientação da coordenadora e das orientadoras que se responsabilizaram pela elaboração e apresentação do material didático-pedagógico apresentado ao corpo docente (assistente social, psicólogo, gestor, orientador educacional) que participaram das atividades sobre formação continuada. Sendo assim, tiveram oportunidade de participarem do seguinte tema: “Nos bastidores da sala de aula: e agora, professor”? Em que se viabilizaram atividades iniciadas com base no processo dialógico com professores da escola, buscando ouvir experiências do cotidiano escolar, sobretudo com os alunos em sala de aula. Registra-se que essas experiências estiveram relacionadas à violência escolar entre colegas, ao desinteresse pela leitura e escrita, além dos conteúdos didáticos.

Em termos da aquisição da língua, apresentou-se um slide sobre a psicogênese da escrita, com base nos escritos de Emília Ferreiro (1996) em que se abordou o que Silva (2003) denomina de “Vivência pesquisada sobre a construção da leitura/escrita”. Também, trabalhou-se a questão dos saberes necessários à prática educativa apresentados por Freire (1996), seguindo do Estatuto da Criança e do Adolescente e da pedagogia da convivência (JARES, 2008), enfim uma orientação da elaboração

do relatório como ‘foto-arte’ do fazer pedagógico do educador, devendo neste serem registradas atividades didático-pedagógicas desenvolvidas em sala de aula pelos professores, assim como o acompanhamento socioafetivo e cognitivo dos educandos a partir de uma visão ética e estética.

Dessa forma, abordou-se a questão ética e ambiental a partir de uma perspectiva freireana, seguindo as orientações metodológicas do projeto sobre a EA. Ao retornar à sala de aula, no Grupo Escolar Professora Nely de Lima Melo, os bolsistas e voluntários do projeto discutiram a relação homem-natureza considerando a realidade temática vivenciada pela comunidade, ou seja, a intensidade das chuvas e os riscos do lixo nas ruas ou no açude. Também se discutiu a importância da reciclagem dos resíduos sólidos e sua utilização na confecção de “kits pedagógicos” utilizáveis nos espaços doméstico e escolar.

A partir das discussões, os educadores confeccionaram junto com os alunos porta-lápis, utilizando rolos de papel higiênico, oportunidade em que se trabalhou produção de textos oral e escrito, através da qual, as crianças escreveram e desenharam suas experiências no processo de confecção do material solicitado. Na perspectiva da língua oral, a equipe proporcionou momentos em que as crianças participaram dos relacionamentos interacionais com membros familiares, sobretudo avós e bisavós para transmissão oral das informações discutidas em sala de aula, através de encontros na escola e por meio de tarefas de casa.

Nesse sentido, as atividades do projeto privilegiaram o diálogo intergeracional nas interações entre bisavós, avós, mães e demais membros da comunidade, sendo realizadas tanto no espaço escolar como no familiar. A partir dessas atividades, percebem-se posturas de escuta entre as experiências de aprendizagens narradas por crianças e membros da família, sobre

consequências socioambientais provocadas pela falta de práticas educativas direcionadas à preservação do meio ambiente envolvendo atitudes cotidianas, a exemplo de ‘não jogar resíduos sólidos nos diversos espaços urbanos’.

Nesse sentido, as crianças tiveram oportunidades de expressar ideias que reforçaram atitudes positivas quanto aos cuidados com o lixo nas ruas, demonstrando entendimento sobre a má administração do manuseio com o lixo, sabendo que dessa maneira aumenta a poluição nos esgotos que, nessa realidade, correm a céu aberto, bem como as águas do açude. Tais depoimentos conduziram os educadores a prosseguir com os objetivos propostos no projeto. Os educadores também utilizaram dinâmica de grupo na sala de aula, onde se organizou um “círculo de cultura” (FREIRE, 2005), sugerindo que os alunos fechassem os olhos e, em silêncio, reportassem o pensamento a um lugar que pretendessem realizar um passeio pela flora e fauna no espaço em que vivem, após esse momento, expuseram experiências vivenciadas na comunidade dialogando sobre os espaços lembrados, problematizando-os como gostariam que fossem na vida real.

Através das dinâmicas em sala de aula foi possível resgatar um pouco sobre a história da comunidade da Vila dos Teimosos narrada e compartilhada, conjuntamente, pelas bisavós, avós e crianças. Nessas atividades, os participantes ressaltaram a luta dos primeiros habitantes para construir suas casas (taipa) que, segundo os narradores, desapareciam a cada enchente, mas (re)construíam ao término das inundações; a existência da mata no entorno do açude Bodocongó, a derrubada das árvores no processo de construção de casas de taipas, as sequências das enchentes, os festejos no período junino e natalino, as mudanças ocorridas no espaço geográfico (pistas, padarias, escola, prédios),

as situações de socialização (jantar comunitário promovido pela igreja, projetos da universidade).

A partir desses depoimentos, os educadores trabalharam com os alunos a noção de sentido, enfocando qual o sentido que eles atribuíam ao fato de residirem na Vila dos Teimosos. Eles se reportaram aos seguintes aspectos: a) as relações de amizade construídas na comunidade e, sobretudo, na escola; b) o sentimento desenvolvido com os professores do Grupo Escolar Professora Nely de Lima Melo; c) as relações de amizade com os bolsistas e voluntários do projeto de Educação Ambiental; d) a construção da “janela do tempo” com tecidos, caixas de papelão, papéis pintados e as enchentes; e) as dinâmicas divertidas realizadas em sala de aula; e) a importância de não jogar lixo nas ruas e no açude.

Posteriormente, solicitou-se que os alunos elaborassem uma produção textual que abordasse o passado e o presente da Vila dos Teimosos. Eles também se responsabilizaram pela realização de uma breve entrevista com os pais e familiares sobre as modificações ocorridas, ao longo do tempo, nessa comunidade. Essa situação foi demonstrada através de desenhos fundada em textos trabalhados em sala de aula e nos depoimentos coletados pelos alunos, na tarefa escolar realizada com pais, bisavós, avós e outros. Os desenhos revelaram o antes e o depois da realidade socioambiental da Vila dos Teimosos.

Na semana que antecedeu o Dia das Crianças, os representantes do projeto tiveram a oportunidade de envolver as crianças em diversas dinâmicas de grupo e dramatizações participativas envolvendo a temática ambiental. As crianças demonstraram interesse na exibição do teatro: “Dona Postura” em que a bolsista do projeto utilizou vestimentas específicas, colocando nas mãos uma “caixa surpresa”, contendo várias estórias. Tais

estórias foram (re)contadas e (re)construídas pelas crianças, sendo cantadas e personalizadas em grupo com as crianças.

Cada estória possibilitava a abertura da caixa da qual se retiravam jogos educativos, fantoches, entre outros que ficavam nas mãos das crianças, enquanto elas falavam de atitudes positivas assumidas pelos alunos no cotidiano escolar, a exemplo de: respeitar os colegas e professores, não jogar lixo na sala de aula, participar das atividades do projeto de EA, respeitar o meio ambiente, conversar com os pais sobre as atividades do projeto e a separação do resíduo sólido para ser levado à escola. Nesta situação de aprendizagem, a temática socioambiental foi trabalhada a partir das atitudes positivas em relação ao meio ambiente, sobretudo em termos do uso de resíduos sólidos na confecção de fantoches (caixa de leite, cereais, perfume, rolo de papel higiênico, etc.). Em um momento, utilizou-se o gênero textual música para estimular a atenção das crianças e dos adolescentes participantes das brincadeiras voltadas à semana da criança.

O projeto também trabalhou a temática: “Eu pertencço à cidade e a Vila dos Teimosos”, em que se discutiu com os alunos a relevância de cuidar da cidade e da comunidade. Eles desenvolveram atividades escritas e representações gráficas ao desenharem espaços da cidade e da Vila. Houve a socialização das produções textuais com os demais colegas que, assim, compartilharam e contaram os motivos que os levaram a abordar aspectos ambientais, a exemplo da carência de infraestrutura básica na comunidade. Nesse caso, o projeto também contribuiu para desenvolver uma “percepção cultural dos riscos” socioculturais, no momento em que seus representantes alertavam sobre as situações de riscos que os moradores da Vila dos Teimosos estavam expostos, sobretudo no que se refere aos cuidados com o banho e a prática de pesca, esta ainda muito comum, no açude Bodocongó. Sendo

assim, os professores ambientais contribuíam para que os alunos, moradores da Vila, adquirissem entendimento do “como” e do “quanto” eles estavam sendo prejudicados com o processo de poluição do açude.

Tais preocupações levaram os representantes do projeto a abordar a temática do saneamento básico, através da qual se problematizou questões relacionadas ao planejamento urbano no cotidiano na comunidade. A educadora conduziu os alunos à construção de uma ‘definição’ própria sobre saneamento básico a partir da realidade concreta. Eles discutiram sobre a poluição do açude Bodocongó, as enchentes e consequências, contaram experiências de familiares que perderam as casas nas inundações. Momento que tratamos das práticas de letramentos da leitura e da escrita cotidianas voltadas às produções textuais que abordaram a água, o lixo, os esgotos, o açude, entre outros.

A coleta dos resíduos sólidos que os alunos levaram das residências à escola possibilitou a confecção do ‘jogo da velha’, que contribuiu para orientações no campo da matemática, sobretudo no que diz respeito às formas geométricas. Para a confecção desse material, utilizou-se papelão, tampas de garrafas PET’S e tintas guache coloridas. As voluntárias ligadas ao campo da saúde trabalharam a temática da limpeza da comunidade, tendo em vista evitar o processo de proliferação de ratos, baratas, cobras e mosquitos, enfocando, principalmente, as formas de prevenir a proliferação do mosquito da dengue, através de folhetos informativos, desenhos, cartazes e produções textuais.

Dewey (1979) pensava que essa reflexividade poderia ser desenvolvida nos laboratórios experimentais, pois acreditava que eles se constituíam em espaços privilegiados na preparação do homem para viver em sociedade, interligando educação, experiência e vida. Dessa forma, a recursividade indicaria

que toda experiência poderia retirar algo de outras realizadas anteriormente, modificando de alguma maneira a qualidade das ações posteriores, o que confirmava a ideia de que os educandos se transformariam, através do processo educativo, tendo em vista uma sociedade democrática.

Nesse sentido, a educação democrática revela atitudes e disposições necessárias à continuação sempre renovada da vida social, sendo fruto da participação de todos os membros da comunidade a partir das experiências no contexto socioambiental. Isso quer dizer que as atividades realizadas no espaço educativo não devem ser isoladas da vida cotidiana, devem ser comunitárias no sentido da participação como possível extensão dos interesses do grupo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerou-se que os educandos do Grupo Escolar do Ensino Fundamental I, Professora Nely de Lima Melo modificaram seus comportamentos em relação ao meio ambiente, pois passaram a participar das atividades de Educação Ambiental, sobretudo da coleta dos resíduos sólidos em suas residências e da confecção de “kits escolares” tais como: porta-lápis, janelas do tempo, entre outros. Desta forma, eles passaram a ter uma nova percepção do lixo, passando a ser visto como um resíduo sólido com capacidade para ser modificado e transformado em material utilizável no cotidiano escolar e residencial.

O projeto habilitou os educandos no processo de utilização do lixo (resíduos sólidos), reutilizando-o na confecção de cartões, porta-retratos, blocos de anotações, utensílios domésticos, entre outros, a partir da utilização de papel reciclado e materiais reutilizáveis (jornais, caixas, garrafas pets, etc.). Os educandos

foram orientados no desenvolvimento de práticas de Educação Ambiental baseadas nos três Rs: “Reciclagem, Redução e Reutilização”, nas estratégias de Desenvolvimento Sustentável expressas na Agenda 21 e, também, nas correntes humanistas, etnográficas e biorregionalistas da Educação Ambiental.

Verificaram-se mudanças de comportamentos em relação ao meio ambiente tanto na escola quanto nas residências dos alunos que participaram do projeto, residentes na Vila dos Teimosos. As atividades didático-pedagógicas desenvolvidas pelos educadores ambientais também contribuíram na mudança dos hábitos dos alunos em relação à limpeza da escola, das ruas e do açude Bodocongó, pois as crianças ensinaram aos pais e avós a prática de respeito e cuidado com o patrimônio natural e cultural do território, quando os envolveram nas atividades, recomendando-os que guardassem as garrafas e as caixas em depósitos separados do lixo orgânico e cuidassem das plantas e dos animais ali existentes.

Compreende-se que o projeto atingiu os resultados positivos, quando 70 alunos do Grupo conseguiram modificar atitudes em relação ao tratamento com o meio ambiente, como, por exemplo, separando resíduos sólidos a serem trabalhados na escola, aproveitando os resíduos na confecção de objetos úteis nas residências, participando das atividades sobre o meio ambiente, passando os ensinamentos para familiares e, ainda, quando 30 pais, que participaram do projeto, também passaram a valorizar o meio ambiente, como por exemplo, deixando de lançar lixos nos lugares públicos, separando-os e enviando-os para realização das atividades do projeto na escola, participando das reuniões sobre a temática e expressando a satisfação com a realização do projeto.

Sendo assim, os alunos participaram ativamente das atividades didático-pedagógicas e dinâmicas de grupo realizadas com crianças, adultos e idosos (familiares dos alunos), abordando as temáticas do lixo, da água, da energia, da reciclagem de resíduos sólidos, de respeito à fauna e à flora local, de prevenção de doenças ambientais, da poluição do açude, entre outros. Os educandos também aprenderam e transmitiram a história da comunidade – Vila dos Teimosos –, com pais e avós, passando a valorizar aquele espaço e atribuindo sentido à comunidade, pois entenderam a luta de antepassados na fixação nesse espaço geográfico. Também, entenderam as causas das enchentes, tanto relacionadas aos fatores climáticos e políticos, quanto àqueles que dependiam da mudança de atitude da população residente, como por exemplo, não jogar lixo no açude Bodocongó, não entupir os bueiros, não deixar água parada em recipientes para não atrair o mosquito da dengue, não deixar as torneiras abertas, entre outras.

Verificou-se que após os alunos se apropriarem das técnicas de produção de papel artesanal e confecção de produtos, desenvolveram habilidades artísticas, modificando posturas em relação ao destino dos resíduos sólidos. O projeto também contribuiu para o processo de aquisição da leitura e da escrita por parte dos alunos, pois as discussões realizadas em sala de aula, a confecção de objetos a partir da reutilização do resíduo sólido geravam situações de aprendizagem por meio de leitura e produção textual. Dessa forma, os alunos entendiam o sentido daquela prática educativa ambiental.

Além disso, o projeto conseguiu o apoio dos professores, da merendeira e da diretora da escola, que se engajaram nas tarefas do cotidiano escolar, inclusive solicitando um curso de formação continuada de professores, em que a coordenadora e

orientadora do projeto tiveram a oportunidade de discutir questões do cotidiano escolar ligadas às questões socioambientais, de forma concreta, partindo das necessidades e interesses dos alunos e professores. Considera-se que a EA voltada à sustentabilidade deve estar atenta à construção de uma prática educativa ambiental voltada à “ética da solidariedade humana” (FREIRE, 2001), buscando motivar, sensibilizar e conscientizar as populações em espaços diferenciados no processo contínuo de modificação das diversas formas de participação na vida social em defesa da qualidade de vida.

Essa construção, especialmente na Vila dos Teimosos, foi direcionada para minimizar ou extinguir a poluição do açude, que depende principalmente de iniciativas governamentais, também, voltadas à gestão ambiental de coleta seletiva e à reflexão no espaço escolar sobre os tipos de contaminação ambiental gerados pelo estilo de vida da população, que estimule uma relação com o meio ambiente baseada no respeito e na construção de laços de pertencimento.

Este entendimento se deve ao fato de que os problemas que afetam a Vila são de caráter histórico, social e valorativo. Assim, entende-se que as atividades desenvolvidas no Grupo Escolar constituem iniciativas embrionárias no processo de construção da “ética da sustentabilidade”, que se concretizará a partir do compromisso da comunidade como um todo na construção de valores diferenciados e solidários em relação ao meio ambiente que não serão homogêneos, mas heterogêneos enquanto fruto de várias iniciativas da parte de entidades que compõem a sociedade, como famílias, escolas, universidades, empresas, associações, entre outras.

## REFERÊNCIAS

BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo**: Hacia una nueva modernidad. Barcelona, Paidós Ibérica, 1998.

BECK, Ulrich; GIDDENS LASH, Scott, **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. Magda Lopes (trad.) São Paulo, Editora da universidade Estadual Paulista, 1997.

CASTRO, Ronaldo Souza; SPAZZIANI, Maria de Lourdes. Universidade, meio ambiente e parâmetros curriculares nacionais. In: LOUREIRO, Carlos Frederico B. E. et. al. (orgs.). **Sociedade e meio ambiente**: a educação ambiental em debate, São Paulo, Cortez, 2000.

CUNHA, Marcus Vinícius da. **John Dewey**: uma filosofia para educadores em sala de aula. Petrópolis. Rio de Janeiro: Vozes, 1994 (Educação e Conhecimento).

DEWEY, John. **Vida e Educação**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

\_\_\_\_\_. **Democracia e Educação**. Companhia Editora Nacional. 1979.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1992.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Autonomia**. Saberes necessários à prática educativa. São Paulo. Paz e Terra, 2001.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do Oprimido**, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da Esperança**. Um reencontro com a pedagogia do Oprimido, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2006.

GOLDBLATT, David (1996), **Teoria social e ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

GIDDENS, Anthony. **As conseqüências da modernidade**. São Paulo, UNESP, 1991.

\_\_\_\_\_. **A constituição da sociedade**. Álvaro Cabral (trad.), São Paulo, Martins Fontes, 2003.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. **Muito prazer, sou a educação ambiental, seu novo objeto de estudo**. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/gt/teoria-meio-ambiente>>. Acesso em: 14/12/2005.

\_\_\_\_\_. **Como desenvolver uma consciência ecológica?** Disponível em: <[http://material.nerea-investiga.org/publicacoes/user\\_35/FICH\\_PT\\_40.pdf](http://material.nerea-investiga.org/publicacoes/user_35/FICH_PT_40.pdf)>. Acesso em: 14/12/2005.

LIMA, Gustavo. **Questão ambiental e educação: contribuições para o debate**. Revista Ambiente e Sociedade, 1999. Ano II (5), 135-151.

HONNETH, Axel, **Democracia como cooperação reflexiva. Jonh Dewey e a Teoria Democrática hoje**. In: Democracia hoje: novos desafios para a teoria democrática contemporânea. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

LAYRARGUES, Philipe Pomier. **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito?** Proposta, Rio de Janeiro, n° 71, fev.1997.

\_\_\_\_\_. Muito Prazer sou a educação ambiental, seu novo objeto de estudo. Disponível em: <http://www.anpas.org.br/gt/teoria-meioambiente>, 2009. Acesso em: 15/09/2005.

LEROY, Jean-Pierre. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável: Projeto estratégico alternativo.** Texto selecionado da área de estudos e capacitação da FASE. Brasília-DF, 1988.

\_\_\_\_\_. Jean-Pierre. **Tudo ao mesmo tempo agora. Desenvolvimento, sociedade, democracia: o que isso tem a ver com você?** Petrópolis, Ed. Vozes, 2002.

MORAES, Cândida Maria. **O paradigma educacional emergente.** Campinas, São Paulo: Papirus, 1997.

RIBEIRO, Silvana Eloisa da Silva. **Em busca do equilíbrio perdido com a natureza: a relação entre uma comunidade urbana em João Pessoa - PB com a mata, o rio e os novos projetos sócio-ambientais.** UFPE, Recife, 2007. (Tese de Doutorado).

SAUVÉ, Lucie. **Uma cartografia das correntes em educação ambiental.** In: Michele Sato e Isabel Cristina M. Carvalho (org.) Pesquisas e Desafios. Porto Alegre, Artmed, 2005.

SORRENTINO, Marcos (2004), **“De Tbilisi a Thessaloniki: A educação ambiental no Brasil”**, in: Pensando e praticando

a educação ambiental na gestão do meio ambiente. Brasília, IBAMA, 2004.

VEIGA, Eli da. **Meio-ambiente e Desenvolvimento**. Editora Senac, São Paulo, 2006.

TAVOLARO, Sérgio Barreira de faria. **Movimento ambientalista e modernidade: sociabilidade, risco e moral**. São Paulo, Anna Blume/Fapesp, 2001.



# CAPÍTULO 7



## PLANEJAMENTO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS

*Allan Sarmento Vieira*

*Wilson Fadlo Curi*

### INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais essencial à vida na Terra. Ela, em grande quantidade, pode causar destruição e inundação, e, em escassez ou poluída, provoca limitações no abastecimento e na produção de alimentos; sendo assim, necessária a implementação de ações planejadas e racionais que visem à minimização destes impactos. Com a globalização, esta discussão ganhou força à medida que o processo de desenvolvimento econômico não sustentado requer, cada vez mais, água em quantidade e qualidade, enquanto tende a provocar maiores desigualdades sociais, bem como o aumento da degradação ambiental, principalmente nas regiões mais pobres. Nessas condições, o planejamento da água não pode mais se restringir a um simples balanço entre a oferta e demanda ou a uma simples estimação da poluição, mas deve considerar as inter-relações e atender os usos e as

peculiaridades geoambientais e socioculturais, visando alcançar e garantir um certo nível de qualidade de vida de uma região.

É sabido que a disponibilidade da água na Terra, em quantidade e qualidade, é imprescindível para que os sistemas hídricos mantenham, de forma contínua, os seus funcionamentos. Devido às peculiaridades climáticas, as águas não são distribuídas de forma igualitária, no espaço e no tempo, estimulando o homem a construir obras de infraestrutura com a finalidade de aumentar a disponibilidade de água para adequá-la com as demandas hídricas. Assim, fica notório que a promoção de uma análise integrada da água necessita cada vez mais de um planejamento adequado, que melhore o gerenciamento e promova conseqüentemente ações eficientes e eficazes para os sistemas de recursos hídricos.

A grande complexidade do planejamento é garantir a integração harmônica entre a oferta e a demanda de água em nível de bacia hidrográfica, que é considerada como unidade de gestão segundo a Lei 9433/97, em termos quali-quantitativos. As principais categorias de demandas da água são: a dessedentação animal, a navegação, os usos domésticos, a recreação, os usos públicos, a agricultura irrigada, a pecuária, a aquicultura, a mineração, a geração de energia, a diluição e depuração de efluentes e a vazão ecológica, entre outros. Estas demandas podem ter caráter consuntivo ou não consuntivo e podem apresentar variabilidades espaço-temporal que se contrapõem às variabilidades da oferta, a exemplo da irrigação, que é um uso consuntivo que requer mais água em períodos de estiagens (menor oferta de água). Tais situações, aliadas ao aumento dos usos e à limitação da disponibilização dos recursos hídricos, podem levar ao não suprimento de algumas demandas, gerando, conseqüentemente, conflitos.

Acredita-se que o planejamento dos recursos hídricos só será dito como sustentável, quando prover uma análise integrada, numa mesma plataforma, dos aspectos quantitativos e qualitativos da água em termos da busca do equilíbrio entre a oferta e a demanda, considerando os aspectos socioeconômicos e ambientais. Para tanto, o planejamento de uma bacia hidrográfica só atingirá a sustentabilidade tão sonhada se nos processos de planejamento e no gerenciamento conseguir representar e integrar os efeitos de diferentes agentes naturais e antrópicos situados à montante e à jusante de qualquer escoamento de um corpo d'água. É importante lembrar que isso só será possível com a utilização de modelos matemáticos e multiobjetivos que representem bem a realidade estudada e considere, também, na sua estrutura o contexto qualitativo da água. É raro o desenvolvimento de modelos com função multiobjetivo que otimize e atenda limitações quantitativa e qualitativa de forma integrada. O que normalmente se vê na literatura são integrações destes módulos.

A principal finalidade deste capítulo é apresentar os principais conceitos da engenharia de recursos hídricos (quantidade e qualidade), em termos de técnicas de simulação e de otimização utilizadas em rios e reservatórios que dão subsídios à modelagem de sistemas de recursos hídricos e, conseqüentemente, subsidiam processos de tomada de decisão.

## **PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Para Loucks (2000), sistemas sustentáveis de recursos hídricos são aqueles planejados e gerenciados para satisfazerem às suas demandas, variáveis no tempo, e contribuírem para os objetivos da sociedade, agora e no futuro, enquanto mantêm as suas integridades ambientais e hidrológicas. Segundo Cruz et al. (2013),

a avaliação ambiental das bacias hidrográficas deve ser feita de forma integrada, hierarquizando trechos de rios com o intuito de identificar as fragilidades, visando fomentar a construção de políticas, planos e programas.

É notório que a problemática dos sistemas de recursos hídricos é bastante complexa, cujo avanço na modelagem matemático-computacional depende impreterivelmente dos avanços contínuos da computação. Os avanços tecnológicos têm estimulado a prática de se utilizarem modelos matemáticos e computacionais integrados mais complexos como ferramentas para auxiliar as tomadas de decisão. Estes, além de proverem uma integração de modelos matemáticos, devem armazenar um grande número de dados e executar rotinas apropriadas de interpretação (processam os dados de entrada), simulação e otimização (descrevem o comportamento físico e operacional do sistema), além de apresentação dos resultados em formato fácil de ser interpretado. Tal conjunto pode ser chamado de Sistemas de Apoio à Decisão (BRAGA, 1987).

Entretanto, as principais limitações desse tipo de modelo estão na discretização de processos contínuos e na dificuldade de representação matemática de alguns fenômenos físicos que sejam computacionalmente eficientes (tempo de execução e precisão dos resultados). Um dos motivos está no fato de que nenhum processo físico poderá ser completamente observado e os dados que geram seu modelo matemático certamente envolverão alguns elementos de incerteza, portanto nenhuma expressão matemática poderá representá-lo com precisão.

Por outro lado, ao fazer uso de uma representação matemática mais complexa para descrever um fenômeno, o risco de não representar bem o sistema é minimizado, mas aumenta-se a dificuldade para obter uma solução (aumento dos requerimentos

computacionais como memória, devido ao aumento do requerimento de dados, e a velocidade de processamento, devido ao aumento da quantidade de cálculos numéricos envolvidos em, por exemplo, processos de linearizações, discretizações e convergência de processos iterativos). Tais fatores são evidenciados até hoje e podem levar a exceder as disponibilidades de recursos humanos, financeiros e de tempo (OVERTON; MEADOWS, 1976). Apesar de se reconhecer que a simulação, a otimização e os métodos associados são ferramentas essenciais para o desenvolvimento de bases quantitativas para a tomada de decisão, vários autores na literatura notaram que existia uma lacuna entre a pesquisa e a aplicação dessas teorias na prática, que se acredita continuar a existir. Isto se deve às características complexas, dinâmicas e multidisciplinares dos problemas de recursos hídricos e a necessidade de se representar o sistema real em um formato matemático apropriado para aplicação das técnicas de otimização e simulação (SIMONOVIC, 1992).

Labadie (2004) aponta outras razões para esta lacuna:

Desconfiança dos operadores em relação a modelos que propõem trocar o seu julgamento por outras estratégias operacionais; Restrições computacionais (software e hardware), no passado, impuseram simplificações e aproximações que os operadores se recusavam a aceitar; A enorme variedade de métodos cria confusão na hora de selecionar algum para uma aplicação específica; Alguns métodos necessitam de programação para poderem ser utilizados; Muitos métodos de otimização não conseguem gerar regras de operação.

Teegavarapu e Simonovic (2001) ainda afirmam que os operadores estão interessados em:

Modelos amplos, mas também fáceis de usar; Transferência no ambiente de modelagem para que sejam possíveis a adoção, modificação e execução de uma variedade de situações em tempo real; Interface interativa do modelo com o usuário e ferramentas adicionais para obterem cenários operacionais em tempo real; Recursos computacionais razoáveis e tempo dentro do qual as decisões operacionais possam ser obtidas; Qualidade de soluções aceitáveis contanto que o desempenho do sistema seja melhor do que o obtido com decisões operacionais existentes.

Vale, ainda, salientar que os novos modelos matemáticos requerem uma quantidade de dados cada vez maior (hidrometeorológicos, hidráulicos, de qualidade de água, de agricultura, da indústria, de abastecimento humano e animal, etc.), conhecimento de alguns conceitos, que, por sua vez, requer que se faça uso de ferramentas computacionais mais complexas (banco de dados, técnicas de matrizes esparsas, etc.), além disso, a utilização de indicadores de avaliação de desempenho, assim como da disponibilização de dados, que ainda é incipiente no Brasil, devido às poucas estações ou séries de medições disponíveis, e de técnicos cada vez mais especializados (conhecimento mais abrangente, dada a característica interdisciplinar, e profundo, devido a modelos mais completos).

## **SIMULAÇÃO**

A simulação tenta representar um sistema físico e prever seu comportamento sob um determinado conjunto de condições, não apresentando, praticamente, nenhuma exigência quanto à natureza do problema, a não ser a de que ele possa ser formulado matematicamente (WURBS, 2005). Dessa forma, a simulação, tanto de processos simples ou mais complexos, não gera, diretamente, políticas ótimas de operação, mas, em compensação, pode permitir uma representação matemática bem mais detalhada e realística do sistema, devido as equações serem geradas para a determinação das variáveis num instante de tempo  $t$ , conhecendo-se seus valores no instante de tempo  $t-1$ . Por isso, possibilita ao tomador de decisão examinar o desempenho do sistema considerando várias entradas de dados e regras de decisão, que podem ser modificadas até que os resultados se aproximem do ótimo.

### Otimização

Os modelos de otimização são formulados para encontrar os valores de um conjunto de variáveis de decisão que otimizem (maximizem e minimizem) uma função objetivo sujeita a restrições. A função objetivo e as restrições são representadas por expressões matemáticas em função das variáveis de decisão. Não existe, porém, um procedimento de otimização geral que possa resolver eficientemente qualquer tipo de problema. A maioria das técnicas depende da forma e de propriedades matemáticas da função objetivo e restrições. Os modelos de otimização levam em consideração algum tipo de técnica de programação matemática e são classificados em: programação linear; programação

dinâmica; programação não-linear e métodos heurísticos (algoritmos genéticos, redes neurais, lógica fuzzy, etc.).

Ros e Barros (2003) ressaltam que cada uma dessas técnicas pode ser resolvida de forma determinística ou estocástica, implícita ou explícita. A otimização determinística utiliza, como variáveis de entrada, séries históricas, dados observados (as condições hidrológicas são perfeitamente conhecidas), a otimização estocástica implícita utiliza, como variáveis de entrada, séries geradas sinteticamente ou por métodos de previsão, ou seja, com base na série histórica, a otimização estocástica explícita utiliza, na formulação da otimização, procedimentos estocásticos aplicados à série histórica original como variável de entrada (a otimização é realizada sem a presunção do perfeito conhecimento de eventos futuros). A seguir, serão descritas as principais técnicas utilizadas na modelagem de recursos hídricos.

## **PROGRAMAÇÃO LINEAR**

Segundo Yeh (1985) e Labadie (2004), as razões que tornam a programação linear atrativa são: “converge sempre para um ótimo global; abstração de tratar problemas complexos; teoria da dualidade bem desenvolvida para análise de sensibilidade; códigos computacionais disponíveis”.

A forma padrão de um problema de programação linear é dada pelo sistema de equações:

$$\min F^t x \quad (1)$$

$$A * x = b \quad (2)$$

$$x \geq 0 \quad (3)$$

Onde:  $A$  – é a matriz  $m \times n$  dos coeficientes das restrições;  $x$  – é o vetor  $n$ -dimensional das variáveis de decisão;  $b$  – é o vetor  $m$ -dimensional com os valores dos recursos disponíveis;  $F$  – é o vetor  $n$ -dimensional dos coeficientes da função objetivo.

Para transformar as restrições de desigualdade ( $<$ ,  $\leq$ ,  $>$  e  $\geq$ ) em igualdade ( $=$ ) utilizam-se variáveis de folga ou artificiais, convertendo, assim, a representação do problema original para a forma padrão. As razões da grande utilização da programação linear, na área de recursos hídricos, estão na flexibilidade de sua adaptação a uma grande variedade de problemas, maior facilidade de entendimento, capacidade de enquadrar problemas de grande porte e disponibilidade de pacotes computacionais para pronta utilização, em nível comercial.

Em contrapartida, a principal restrição da aplicação desta técnica é a exigência de linearidade das funções, o que não se verifica em muitos problemas de recursos hídricos (BARBOSA, 2002). A programação linear vem sendo amplamente utilizada no planejamento e manejo dos recursos hídricos, mesmo para os que possuem processos não lineares que, nesses casos, são representados matematicamente via artifícios de linearização.

A programação linear é usada largamente em problemas de planejamento de atividades na agricultura, na indústria petrolífera, nos transportes, no setor financeiro, no setor hidroelétrico e na área de telecomunicações, recursos hídricos, entre outros, conforme observados em alguns trabalhos relatados a seguir:

Curi e Curi (2001) desenvolveram o modelo matemático CISDERGO - “Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater (Optimal) Operation”, que utiliza técnica em programação linear, destinado a maximizar múltiplos benefícios ou objetivos relativos ao uso da água de reservatório, poços e rios, em conjunção com o planejamento ou

gerenciamento de perímetros irrigados. Curi et al. (2005) utilizaram a técnica de programação linear para a maximização da receita líquida sob condições de intermitências hídricas e econômicas em um perímetro irrigado no sertão da Paraíba, considerando, inclusive, o custo da água bruta na viabilidade da produção das culturas.

Celeste (2006) analisou o planejamento e a operação de seis sistemas de reservatórios individualmente, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Piancó na região semiárida da Paraíba, utilizando técnicas de programação linear. A investigação tinha como objetivo o uso potencial dos recursos hídricos para irrigação, e com isso calcular indicadores que visem à sustentabilidade. Os resultados dos indicadores de desempenho das áreas potencialmente irrigadas pelos reservatórios apresentaram-se satisfatórios em relação aos valores ideais.

Vieira et al. (2010) promoveram uma análise sistêmica do subsistema de reservatórios da bacia do Alto Piranhas no Semiárido nordestino, através de técnicas de programação linear, e observaram que as alocações de água atenderam às demandas requeridas dos reservatórios estudados.

Nos sistemas de recursos hídricos, é comum haver processos descritos por expressões não lineares, o que limitaria a aplicabilidade de técnicas de programação linear. Uma forma de tratar esses tipos de problemas é através da linearização das funções não lineares, o que permite o uso de programação linear, em geral, na forma sequencial. Para linearizar funções não lineares, existem diferentes metodologias dentre as quais se destacam: programação sucessiva, programação linear separável, programação por aproximação linear e função meta.

- **Programação Linear Sequencial ou Sucessiva**

Segundo Barbosa (2002), a programação linear sequencial é uma forma para contornar o problema das não linearidades, adotando um processo iterativo e sucessivo até atingir a convergência desejada. Consiste num artifício de linearização de funções não lineares convexas, para problemas de minimização, e côncavas, para problemas de maximização. A estratégia é transformar o problema original de funções não lineares em um problema equivalente de programação linear por meio da redefinição das funções e das variáveis.

Entretanto, este artifício de linearização aumenta o número de variáveis e requer a atualização das variáveis através de um processo iterativo. Tal procedimento reduz a velocidade de convergência, problema que pode ser parcialmente superado pelo avanço tecnológico dos computadores.

No entanto, tem-se verificado, na prática, que tal processo é mais eficiente que a aplicação da programação não linear, pois a programação linear não requer cálculos numéricos de derivadas para determinação da solução.

Esse tipo de linearização pode ser realizado através da determinação de coeficientes de retas, atualizados sequencialmente a cada iteração, que são tangentes a um ponto ou secantes obtidas através do conhecimento de dois pontos da função. A escolha da linearização mais apropriada depende da busca ou manutenção da convexidade (ou concavidade) do problema de programação linear.

- **Programação Linear Separável**

Um problema é dito de programação linear separável quando pode ser expresso como a soma de funções de variáveis simples. Logo, a linearização da função pode ser feita introduzindo pontos de grade, dividindo-a em trechos lineares. Esta técnica pode ser utilizada, por exemplo, na linearização da curva área-volume, da vazão de descarga de fundo máxima e da vazão dos vertedouros de um determinado reservatório.

- **Programação por aproximações lineares**

O Método de Programação por Aproximações, desenvolvido por Griffith e Stewart (1961) apud Cirilo (2002), fundamenta-se na expansão de funções em séries de Taylor e consiste em solucionar problemas de PNL por sucessivos sistemas lineares com aplicação da programação linear. A forma geral do problema de Programação Linear é:

$$\text{minimizar} \quad f(X) \quad X \in E^{n_j} \quad (4)$$

$$\text{sujeito a:} \quad h_w(X) = 0 \quad w=1,2,\dots,m \quad (5)$$

$$g_w(X) \leq 0 \quad w= m+1, \dots, mp \quad (6)$$

Onde:  $f(X)$  – é definido como sendo a função objetivo;  $X$  – é um vetor com  $n_j$  variáveis de decisão;  $E^{n_j}$  – é o espaço da função;  $h_w(X)$  – é a  $w$ -ésima restrição de igualdade;  $g_w(X)$  – é a  $w$ -ésima restrição de desigualdade.

Na estrutura de Programação por Aproximações, segundo Cirilo (2002), tem-se em cada iteração  $u$ :

$$\text{minimizar } f(X^u) - f(X^{u-1}) = \sum_{j=1}^{nj} \frac{\partial f(X^{u-1})}{\partial x_j} (X^u - X^{u-1}) \quad (7)$$

sujeito a

$$\begin{cases} \sum_{w=1}^{nj} \frac{\partial h_w(X^{u-1})}{\partial x_w} (X^u - X^{u-1}) = -h_w(X^{u-1}) & w = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{w=1}^{nj} \frac{\partial g_w(X^{u-1})}{\partial x_w} (X^u - X^{u-1}) \geq -g_w(X^{u-1}) & w = m+1, \dots, mp \end{cases} \quad (8)$$

Onde:  $X^u$  - é um vetor com  $n_j$  variáveis de decisão na iteração  $u$ .

A partir da estimativa do valor inicial, ou aqui simulado,  $X^0$  monta-se e obtém-se a solução do sistema linearizado. Repete-se o processo sucessivamente até atingir uma convergência desejada. Para evitar que surjam soluções não viáveis do problema não linear original, restringe-se a variação entre sucessivas soluções lineares da forma:

$$|X_j^u - X_j^{u-1}| \leq \delta_j \quad (9)$$

Sendo:  $\delta_j$  - o limite do passo de cálculo na iteração  $u$ , nas várias direções de busca, estabelecida para que a solução permaneça na região viável.

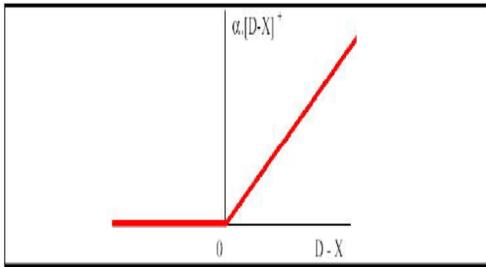
- **Função Meta ou Pós-Contratual**

Vários trabalhos apresentados na literatura utilizaram esta técnica na representação matemática do volume meta para reservatórios e em valores meta para parâmetros de qualidade da água em rios. Esta função foi descrita por Lanna (1998) e é aplicada quando o operador deseja atingir uma meta, sendo penalizada quando ultrapassar essa meta. Esta condição pode ser representada por:

$$\text{minimizar } \{f(X) = \alpha[D - X]^+\} \quad (10)$$

Onde: D é meta a ser atingida.

Graficamente, a função é representada pela Figura 1.



**Figura 1** - Função meta  
**Fonte:** Lanna, 1998).

O artifício de linearização inicia pela definição de duas variáveis auxiliares, U e V, ambas não negativas ( $U > 0$  e  $V > 0$ ) e fazendo:

$$X - V + U = D \quad (11)$$

Onde:  $V$  - é a variável auxiliar que está acima da meta estabelecida;  $U$  - é a variável auxiliar que está abaixo da meta estabelecida;  $D$  - é a variável auxiliar que estabelece a meta desejada.

Assim, a equação 11 é incluída como restrição do problema de otimização. Então, a função objetivo deverá ser substituída por:

$$\text{minimizar } Y = \alpha U \quad (12)$$

A razão pela qual o artifício funciona é que, no ponto ótimo, quando houver excesso de suprimento, ou  $D - X < 0$ , então  $U - V < 0$ , sendo que  $U$  será igual zero e  $-V = D - X$ , ou  $V = X - D$ . Também, sempre que houver falta de suprimento, ou  $X - D > 0$ , então  $U - V > 0$ , e  $V$  será igual a zero, sendo  $U = D - X$ , ou a carência de suprimento será penalizada. Em outras palavras, quando  $D - X < 0$ , o valor negativo será totalmente “carregado” na variável  $V$ ; quando  $D - X > 0$ , o valor positivo será totalmente “carregado” em  $U$ . A garantia de que isto ocorrerá no ponto ótimo pode ser provada pela análise da hipótese oposta. Suponha que  $D - X > 0$  e que em vez de  $V$  ser nulo, tenha um valor qualquer maior que zero e igual a  $\epsilon$ . Como  $U - V = D - X$ , para que esta igualdade seja mantida,  $U = D - X + \epsilon$ , então a função objetivo ficaria penalizada, sem necessidade, por  $\alpha\epsilon$ . Melhor seria se  $U = D - X$  e  $V$  igual a zero como acima foi disposto. Da mesma forma, quando  $D - X < 0$ , se  $U$  for não nulo, a função objetivo estaria sendo penalizada sem necessidade.

## PROGRAMAÇÃO NÃO LINEAR

A programação não linear não goza da mesma popularidade que a programação linear e a programação dinâmica têm na análise de sistemas de recursos hídricos. O fato é explicado em razão de que o processo de otimização requer maior tempo de processamento, quando comparado à programação linear, uma vez que a matemática envolvida nos modelos não lineares é muito mais complicada do que nos casos de programação linear (YEH, 1985). O desenvolvimento crescente dos recursos computacionais, embora o artifício da linearização ainda seja bastante utilizado, vem facilitando a aplicação da programação não linear na prática de solução de problemas de sistemas de recursos hídricos, mas ainda tem-se o problema de garantia de que a solução encontrada não seja um ótimo global.

Segundo Cirilo (2002), a programação não linear pode ser dividida quanto aos métodos utilizados na solução dos problemas em técnicas analíticas – as soluções ótimas são obtidas pela resolução das equações que representam um determinado sistema, utilizando os conceitos de derivadas, podendo a otimização ser reduzida à procura das raízes desses sistemas; e técnicas de busca numérica – são metodologias que utilizam informações passadas em um processo iterativo, com intuito de gerar melhores soluções no processo de otimização. Essa técnica de otimização permite ainda o emprego de métodos numéricos para resolver problemas dos quais não se conhece a solução analítica.

Para Labadie (2004), os algoritmos de programação não linear que são considerados, geralmente, como os mais poderosos e robustos são: (I) o método do gradiente reduzido generalizado; (II) a programação quadrática sucessiva (ou método lagrangeano projetado); (III) o método lagrangeano aumentado

(ou método dos multiplicadores), e (IV) o método da programação sequencial.

Alguns trabalhos utilizaram esse tipo de técnica de otimização, como podemos citar: Andrade (2006) utilizou um algoritmo desenvolvido em programação não linear com intuito de maximizar a receita líquida anual advinda da agricultura irrigada e o retorno financeiro da piscicultura extensiva nos reservatórios da bacia do rio Capibaribe. A metodologia adotada apresentou resultados satisfatórios que poderão subsidiar no processo de tomada de decisão na busca da eficiência do uso da água.

O modelo de otimização ORNAP (Optimal Reservoir Network Analysis Program), desenvolvido por Curi e Curi (1999), utiliza-se de técnicas de programação não linear e trabalha a nível mensal. O processo de otimização foi resolvido numericamente, através de programação não linear, contemplando uma função objetivo para a maximização da receita líquida anual advinda da agricultura irrigada, avaliando-se, também, o retorno financeiro da piscicultura extensiva nos reservatórios. Todos os requerimentos de ordem legal, socioeconômicos e de sustentabilidade hídrica, além das restrições físicas e condições climáticas, foram considerados no modelo. Foram utilizados, acoplados a modelos de otimização de áreas irrigadas e usos de água para piscicultura, a geração de energia, o controle de cheias e o abastecimento urbano, com resultados bastante satisfatórios quando aplicado a esta classe de problemas.

Moraes et al. (2008) desenvolveram um algoritmo matemático, com técnicas de programação não linear, que utiliza uma metodologia de decomposição por temas (*Piece-by-Piece Approaching*), onde consideram, na função objetivo e nas restrições, aspectos referentes à alocação (irrigação) e à qualidade de água (salinidade). O principal objetivo desta ferramenta é

a maximização dos benefícios líquidos dos usuários da bacia hidrográfica do Pirapama do Estado do Pernambuco. Os resultados demonstraram que, quando for considerado o aspecto qualitativo da água, em conjunto com outros aspectos, observou-se uma redução considerável nos benefícios líquidos totais da bacia do Rio Pirapama.

## **PROGRAMAÇÃO DINÂMICA**

Segundo Barros (2003), a programação dinâmica é uma técnica também usada para solucionar problemas em recursos hídricos, que podem ser vistos como processos de decisão sequencial em vários estágios. Isso não significa que “estágio” seja necessariamente um intervalo de tempo, mas pode representar atividades, localidades, etc., sendo mais bem entendido como ponto do processo, no qual uma decisão deve ser feita. A vantagem da programação dinâmica é que ela pode ser utilizada num grande número de problemas de programação discreta, não necessitando de muita precisão numérica. Pode ser utilizada na solução de alguns problemas de recursos hídricos (BARROS, 1997). A desvantagem marcante da programação dinâmica é a chamada praga da dimensionalidade que aparece, quando há uma elevada discretização das variáveis de estado e quando a busca do ótimo em cada estágio exige-se enormes requerimentos de memória e tempo de processamento (BELLMAN, apud BARROS, 2003).

## PROGRAMAÇÃO MULTIOBJETIVO

O tomador de decisão, em algumas situações, necessita considerar simultaneamente vários objetivos, que podem apresentar unidades e escalas de medidas heterogêneas. Este tipo de problema requer, na busca de sua solução, técnicas de programação multiobjetivo. Esta pode ser definida como um conjunto de procedimentos matemáticos destinados a buscar soluções ótimas para problemas com múltiplos objetivos ou metas a serem otimizados.

Um dos métodos geralmente utilizados é o método das ponderações, que é bastante utilizado para tratar de um problema multiobjetivo. Os objetivos, expressos pelas funções objetivos “ $f_1(x)$ ,  $f_2(x)$ , ...,  $f_n(x)$ ”, são ponderados através de pesos, “ $w_i$ ”, assim temos:

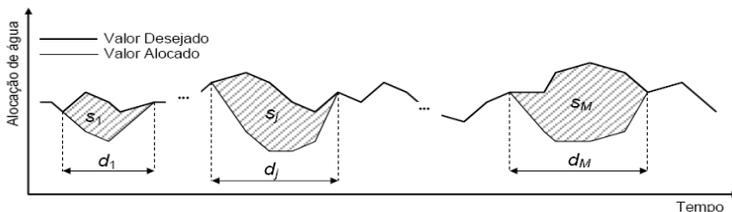
$$\max \text{ ou } \min = \sum_{i=1}^n w_i * f_i(x) \quad (13)$$

O método das ponderações permite avaliar um número maior de objetivos, mas é preciso definir, a priori, os coeficientes de ponderação. Uma vantagem deste método é que os fatores de ponderação podem ser variados de forma paramétrica até que se obtenha o conjunto de soluções não dominadas ( $x^*$ ). A melhor solução de compromisso terá um conjunto “ $w_1, w_2, \dots, w_n$ ” que indica a importância relativa de cada objetivo. Outro método é o das restrições, que apresenta bons resultados e não precisa de uma unidade comum nos diferentes objetivos, mas só podem ser considerados três objetivos, já que um número superior torna muito ineficiente o processo de busca de solução pelo algoritmo. Entretanto, os métodos denominados de algoritmos genéticos multiobjetivos superam ambos os inconvenientes ao

não precisarem dessas transformações, já que trabalham com os valores das funções objetivo em suas verdadeiras unidades e não se vê prejudicado seu desempenho pelo incremento do número de funções objetivo (BRAVO et al., 2005), porém as desvantagens de se utilizarem algoritmos genéticos estão na dificuldade de levar em conta explicitamente as restrições (principalmente as desigualdades) de manter soluções viáveis na população (LABADIE, 2004) e alto requerimento de tempo computacional para atingir uma solução.

## ÍNDICES DE DESEMPENHO

Os índices confiabilidade, resiliência e vulnerabilidade utilizados na avaliação de risco ao atendimento às demandas hídricas foram propostos por Hashimoto et al. (1982). Estes índices de desempenho do sistema (CELESTE et al., 2006), ao longo do tempo, são determinados, utilizando a série temporal  $X_t$ ,  $t = 1, \dots, N_T$  e os respectivos valores limite  $X0_t$  especificados, separando os valores satisfatórios dos insatisfatórios de modo que uma falha ocorra quando  $X_t < X0_t$ . Seja NF o número total de intervalos de tempo no qual  $X_t < X0_t$  e sejam  $d_j$  e  $s_j$ , respectivamente, a duração e o volume de déficit do  $j$ -ésimo evento de falhas,  $j = 1, \dots, M$ , onde  $M$  é o número de eventos insatisfatórios (Figura 2).



**Figura 2** - Duração e volumes de déficit em período de falhas

**Fonte:** Celeste et al. (2006).

A confiabilidade (*Conf*) é a probabilidade de a série temporal permanecer em estado satisfatório durante o horizonte de operação, ou seja, a percentagem do tempo em que o sistema funciona sem falhas.

$$Conf = \Pr\{X_t \geq X_{0t}\} = 1 - \frac{NF}{NT} \quad (14)$$

A resiliência (*Res*) é a forma como o sistema recupera-se de uma falha, uma vez que esta tenha ocorrido, ou seja, é a probabilidade de haver um estado satisfatório no período  $t+1$  dado um valor insatisfatório no período  $t$ . Pode ser, ainda, definida como o inverso do valor esperado do tempo em que o sistema permanece em estado insatisfatório,  $E[d]$ .

$$Res = \frac{1}{E[d]} = \left[ \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M d_j \right]^{-1} \quad (15)$$

A vulnerabilidade (*Vul*) é a magnitude das falhas a que o sistema está sujeito.

$$Vul = E\{s\} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M s_j \quad (16)$$

Loucks (2000) propôs um índice de sustentabilidade geral definido pelo produto entre a confiabilidade, a resiliência e parte não vulnerável.

$$Sust = Conf * Res * [1 - Vul] \quad (17)$$

## EQUAÇÕES DIFERENCIAIS LINEARES DE PRIMEIRA ORDEM

Uma equação diferencial pode ser definida por uma expressão matemática, onde a incógnita é uma função  $y$ , continuamente diferenciável com relação a uma variável  $x$  num intervalo  $[a,b]$ , pertencendo ao conjunto dos reais e a equação envolve termos desta função e suas derivadas. Assim a fórmula geral de equação diferencial linear de primeira ordem pode ser representada pela equação a seguir:

$$\frac{dy}{dx} + P(x) * y = Q(x) \quad (18)$$

Onde:  $P(x)$  e  $Q(x)$  são funções de  $x$  ou constantes.

Quando  $Q(x)$  é igual a zero, a equação será chamada de linear e homogênea, devido à analogia com sistemas de equações algébricas lineares homogêneas, que são iguais a zero. Assim, podem ser resolvidas facilmente integrando os dois lados ou pelo fator de integração que é obtido através da derivada do produto de funções, como pode ser observado pela equação 19.

$$\eta(x) = e^{\int P(x)dx} \quad (19)$$

Portanto, a fórmula geral pode ser escrita da seguinte forma:

$$y = e^{-\int P(x)dx} \int Q(x)e^{\int P(x)dx} dx + Ce^{-\int P(x)dx} \quad (20)$$

Onde:  $C$  é uma constante.

Uma outra maneira de se resolver esta equação computacionalmente é através de sua discretização. Este tipo de equação é aplicado em recursos hídricos, na representação do balanço de massa, ou seja, pode ser aplicado na representação do balanço hídrico em um reservatório ou de massa ou reações químicas quando tratar de aspectos da concentração de parâmetros de qualidade da água.

### Qualidade da Água

Vários estudiosos constatam que a água limpa está cada vez mais rara no mundo e a água de beber cada vez mais cara. Essa situação resulta da forma como a água disponível vem sendo usada: com desperdício – que chega entre 50% e 70% nas cidades –, e sem muitos cuidados com a qualidade. Assim, parte da água, no Brasil, já perdeu a característica de recurso natural renovável (principalmente nas áreas densamente povoadas), em razão de processos de urbanização, industrialização e produção agrícola, que são incentivados, mas pouco estruturados em termos de preservação ambiental e da água.

Nas cidades, os problemas de abastecimento estão diretamente relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício e à urbanização descontrolada – que atingem regiões de mananciais. Na zona rural, os recursos hídricos também são explorados de forma irregular, além de parte da vegetação protetora da bacia (mata ciliar) ser destruída para a realização de atividades como agricultura e pecuária. Não raramente, os agrotóxicos e dejetos utilizados nessas atividades também acabam por poluir a água. A baixa eficiência das empresas de abastecimento se associa ao quadro de poluição: as perdas na rede de distribuição por roubos e vazamentos atingem entre 40% e 60%, além de 64%

das empresas não coletarem o esgoto gerado. O saneamento básico não é implementado de forma adequada, já que 90% dos esgotos domésticos e 70% dos afluentes industriais são jogados sem tratamento nos rios, açudes e águas litorâneas, o que tem gerado um nível de degradação nunca imaginado (ISA, 2007).

Em 2008, 66,00% dos domicílios brasileiros não tinham acesso à rede coletora de esgotos e apenas 68,80% deste esgoto controlado recebiam algum tipo de tratamento. Nesse mesmo ano, quase 12 milhões de domicílios, no país, não tinham acesso à rede geral de abastecimento de água, observando um aumento somente de apenas 0,1% do ano 2000 para 2008. Com relação à coleta de lixo, apenas 27% dos municípios fazem a destinação correta dos resíduos sólidos. Este quadro foi apresentado em 2008, no Atlas de Saneamento do IBGE, que teve como base os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), divulgada em 2008, combinando com informações do Censo 2000 e de instituições do governo e universidades.

A situação atual dos serviços de saneamento, no Brasil, mostra que as metas eram ambiciosas e que a universalização destes serviços deve ser encarada como prioritária para o desenvolvimento do País. A ausência de investimentos em itens tão fundamentais, como os serviços de saneamento, tem impactos sobre a saúde da população e o meio ambiente. O estudo do IBGE (2008) estima que 18% da população brasileira está exposta ao risco de contrair doenças em decorrência da inexistência de rede coletora de esgoto.

A avaliação da abrangência dos serviços de saneamento no país, feita pelo IBGE (2008), considerou a existência ou não de serviços de saneamento nos municípios, independentemente de sua extensão, eficiência e quantidade de domicílios atendidos. O resultado é que a maioria dos municípios brasileiros (áreas

urbanas), 99,4%, conta com serviços de abastecimento de água. Ainda segundo o atlas, mais de 77,8% dos domicílios brasileiros tinham acesso à água potável em 2008. E segundo esta pesquisa, dos 5.256 municípios brasileiros que declararam possuir manejo de águas pluviais, 74,4% informaram utilizar cursos d'água (rios) permanentes como corpos receptores; 16,9%, cursos d'água intermitentes; 2,9%, mar; 10,0%, lagoas; 20,7%, áreas livres públicas ou particulares, que são áreas constituídas por logradouros e terrenos livres, de natureza pública ou privada; e 5,3%, outros corpos receptores. A coleta de lixo apesar de ser amplamente difundida, a grande maioria dos municípios (50,80%) deposita seus resíduos em lixões a céu aberto e sem nenhum tratamento. Os aterros sanitários estão presentes em apenas 27,70% dos municípios brasileiros e apenas 22,50% deles afirmam ter aterro controlado.

## **FONTES DE POLUIÇÃO**

Existem dois tipos de definição para descrever uma água poluída. Do ponto de vista econômico, a poluição da água é uma alteração da qualidade que afeta o bem-estar do consumidor e reduz os lucros do produtor, exigindo-se assim o estabelecimento de um nível ótimo de poluição. Em termos ambientais, a poluição da água é uma alteração do ambiente que afeta os ecossistemas e, direta ou indiretamente, o homem. Portanto, a classificação de água poluída depende do seu uso e do equilíbrio que existe entre o meio aquático e a sua fauna e flora. Assim sendo, uma água pode ser imprópria para consumo humano, mas estando em equilíbrio com o seu meio não pode ser classificada como poluída. Um exemplo é a água dos oceanos que, devido a sua composição mineral e iônica, não se

encontra dentro dos padrões definidos para consumo humano, mas, no entanto, não pode ser considerada como poluída.

A classificação dos poluentes da água pode ser feita de acordo com suas origens e dividem-se em Pontual; tais como os esgotos urbanos, industriais, mistos, de minas; e Difusa; tais como a drenagem agrícola, águas pluviais, escoamento de lixeiras, etc.. Segundo a natureza dos contaminantes, eles dividem-se em: **Agentes Químicos** - Orgânicos (biodegradáveis ou persistentes): proteínas, gorduras, hidratos de carbono, ceras, detergentes, óleos, tintas, pesticidas e solventes; Inorgânicos: ácidos, alcoóis, tóxicos e sais solúveis ou inertes. **Agentes físicos** - Radioatividade; calor e modificação do sistema terrestre, através de movimentação de terras ou afins. **Agentes Biológicos** - Bactérias; vírus; animais e plantas não pertencentes ao habitat natural e sobre exploração.

As principais fontes de poluição das águas são (Tucci, 2005): atmosférica, pontuais, difusa e mista. As fontes atmosféricas são de efeitos mais globais e influenciam o corpo d'água de acordo com o regime de precipitação. A poluição hídrica pontual refere-se ao lançamento específico e de forma individual e quantificada com padrões bem definidos. A poluição hídrica difusa se dá quando a poluição ocorre de forma não controlada, em termos de quantidade, frequência ou composição. Por esse motivo, as poluições hídricas, atmosféricas e difusas são de difícil controle em comparação com a pontual. As poluições mistas são aquelas que englobam características de cada uma das fontes anteriormente descritas. Já Larentis (2004) classifica as fontes como pontuais e não pontuais, onde as não pontuais incluem as difusas, atmosféricas e mistas. Von Sperling (1996) classificou a origem devido a condições naturais, resultado do escoamento superficial da água e infiltração (exemplo: íons

oriundos da dissolução de rochas) e a interferência do homem, de forma concentrada, como geração de despejos domésticos ou industriais, ou de forma dispersa, como aplicação de defensivos agrícolas.

## **PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

A avaliação das fontes de poluição geralmente é feita através de diversos parâmetros, que exprimem as suas principais características químicas, físicas e biológicas. No Brasil, essas características são limitadas pelo enquadramento e uso preponderante da água, feita através da Resolução do CONAMA 357/2005.

Os parâmetros físicos da água são aqueles que afetam os sentidos humanos, exemplo: temperatura, densidade e turbidez da água. Alguns dos parâmetros químicos são resultados de ciclos e processos que ocorrem na água, a exemplo do oxigênio dissolvido, da demanda bioquímica de oxigênio, do nitrogênio e do fósforo. Estes parâmetros são essenciais no controle dos diferentes usos da água e para preservação ambiental. Os parâmetros biológicos representam os organismos patogênicos de importante relevância para saúde pública. São exemplos destes: bactérias, vírus, protozoários e vermes (VON SPERLING apud FIRMINO, 2007). Gastaldini e Mendonça (2003) apresentam os parâmetros mais utilizados na avaliação dos componentes receptores:

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** é definida como um parâmetro que mede, de forma aproximada, a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente em uma amostra de água. Representa a quantidade de oxigênio necessária para microrganismos presentes na amostra

oxidarem a matéria orgânica para uma forma estável inorgânica. A DBO é medida através de um procedimento laboratorial padrão que mede a quantidade de oxigênio consumida após incubação da amostra a uma temperatura especificada, geralmente 20°C por específico período de tempo, geralmente de cinco dias. Segundo Von Sperling (1996), as DBO são geralmente de origem domésticas e industriais, importantíssimas na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água e de águas residuárias brutas e tratadas, e são medidas em mg/l. Os valores de DBO dos esgotos domésticos estão em torno de 300 mg/l, os industriais variam de acordo com o tipo de processo e para florestas virgens e perímetros irrigados, estão em torno de 1 a 3 mg/l, quando consideradas as vazões afluentes provenientes das precipitações.

- **Oxigênio Dissolvido (OD):** o oxigênio é um dos parâmetros mais importantes por ser essencial para todas as formas de vida aquática, incluindo os organismos responsáveis pela autodepuração em águas naturais. A quantidade de oxigênio presente na água depende da temperatura, salinidade, turbulência, atividade fotossintética de algas e plantas e da pressão atmosférica. A solubilidade do oxigênio diminui com o aumento da temperatura e da salinidade. O oxigênio dissolvido pode ser expresso também em percentagem do teor de saturação. O oxigênio dissolvido varia sazonalmente e dentro do período de 24 horas, de acordo com a temperatura e atividade biológica (fotossíntese e respiração). É mensurado em mg/l e utilizado no controle operacional de estações de tratamento e na caracterização dos corpos d'água. Geralmente, ao nível do mar e na temperatura de 20°C, a concentração de saturação do

OD é igual a 9,2 mg/l. Valores de OD superiores à saturação são indicativos da presença de algas fazendo fotossíntese. Valores de OD inferiores à saturação são indicativos da presença, principalmente, da matéria orgânica (provavelmente efluentes). Com valores de OD em torno de 4,5 m/l, morrem os peixes mais exigentes e com OD igual a 2mg/l, todos os peixes estão mortos e com condições próxima de 0 mg/l, têm-se condições de anaerobiose (VON SPERLING, 1996).

- **Coliformes Fecais (CF):** este parâmetro está diretamente ligado à saúde humana. Esses tipos de bactérias pertencem ao grupo coliforme e habitam, normalmente, nos intestinos de homens e animais, servindo como indicadores da contaminação de uma água por fezes. Tendo em vista que a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, através de organismos patogênicos que são eliminados pelas fezes, atingem o ambiente aquático e voltam a contaminar as pessoas que se abastecem indevidamente desta água, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras desta contaminação. São mensuradas geralmente em unidades fecais para cada 100 ml. São caracterizadas como indicadores de qualidade em corpos d'água e são bastante utilizadas no controle das águas nas estações de tratamento de água.
- **Fósforo Total (FT):** este parâmetro está ligado à nutrição dos organismos vivos e existe na água na forma dissolvida e de material particulado e é bastante utilizado na estimação da clorofila-a. É, geralmente, o nutriente limitante para o crescimento de algas. Em águas naturais, ocorre principalmente nas formas de ortofosfatos, polifosfatos e fosfatos organicamente ligados. Fontes naturais de fosfatos são,

principalmente, dos intemperismos de rochas contendo fósforo e da decomposição de matéria orgânica. Esgotos, particularmente aqueles contendo detergentes, efluentes industriais e fertilizantes contribuem para o aumento da concentração de fósforo em corpos d'água. Altas concentrações de fosfatos são indicativas de presença de poluição e são responsáveis por condições eutróficas. Segundo Von Sperling (1996), o fósforo apresenta-se basicamente na água em três formas básicas: ortofosfatos, polifosfatos e o fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente ligados ao metabolismo biológico dos seres vivos e dependem do pH da água. Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo e o fósforo orgânico é normalmente de menor importância com relação ao ponto vista sanitário. Tucci (2005) apresenta alguns valores médios de carga produzida de fósforo total, provenientes das vazões afluentes em kg/ha.ano, para a floresta, que é de 0,4, para área urbana que é em torno de 1,0 e para área agrícola que é de 0,5.

- **Nitrogênio Total (NT):** este parâmetro químico é também importante, pois as reações biológicas só podem ocorrer com presença da quantidade de nitrogênio suficiente. Divide-se de acordo com seu ciclo em: molecular (escapando para a atmosférica) e orgânico (dissolvido e em suspensão). Está presente na água em quatro formas: nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Água contendo altas concentrações de nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal e pequenas concentrações de nitratos e nitritos não podem ser consideradas seguras, porque em certas condições conduzem ao fenômeno da eutrofização de lagos naturais, barragens e rios. Por outro lado, amostra

sem nitrogênio orgânico nem nitrogênio amoniacal e com algum nitrato pode ser considerada relativamente segura pelo fato de que a nitrificação já ocorreu e a poluição não é recente. Segundo Von Sperling (1996), o nitrogênio, nos processos de conservação da amônia a nitrito e este a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no corpo de água receptor. Na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes e na forma de nitrato está associado a doenças como a meta-hemoglobinemia. Tucci (2005) apresenta os valores médios de carga produzida, provenientes das vazões afluentes, em kg/ha.ano, na floresta natural, está em torno de 3,0, para área urbana, em torno de 5,0 e para área agrícola, de 5,0.

## **IMPACTOS CAUSADOS PELA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

Para Blum (2003), não existem ainda métodos definidos de análise para identificação e quantificação da associação de substâncias. O que se tem na literatura é o tratamento individual dos processos de transporte de massa nos corpos hídricos. O que se deseja conhecer nos modelos de qualidade de água são os processos da autodepuração, eutrofização e a contaminação da água por microrganismo.

- **Autodepuração**

O processo da autodepuração pode ser definido como a capacidade de um corpo hídrico recuperar o equilíbrio, por meio de processos naturais, após as alterações causadas pelo lançamento dos efluentes. Uma água pode ser considerada depurada quando

suas características atingirem novamente as condições de equilíbrio num ecossistema aquático (EIGER, 2003a).

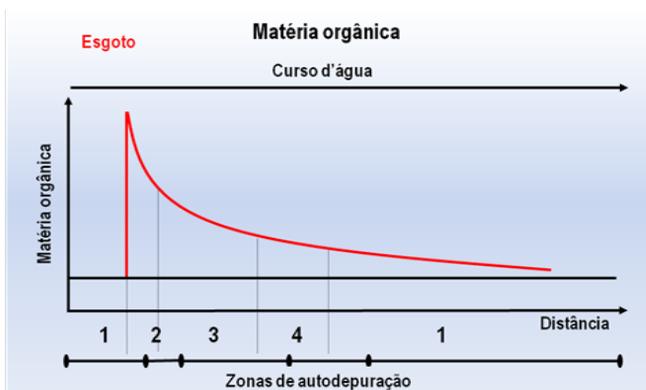
Segundo Von Sperling (1996), a presença ou ausência de poluição pode, também, ser identificada através do conceito de diversidade de espécies: nos “ecossistemas em condições naturais”, é observada uma elevada diversidade de espécies, mas com uma pequena quantidade de indivíduos e, nos “ecossistemas em condições perturbadas”, é observada baixa diversidade de espécies, mas com uma grande quantidade de indivíduos.

Na presença da carga poluidora, o ecossistema aquático é alterado, acarretando modificação das comunidades aquáticas lá presentes. Neste sentido, a autodepuração pode ser entendida como um fenômeno de sucessão ecológica, com uma sequência sistemática de substituições de uma comunidade por outra, até que uma comunidade estável se estabeleça em equilíbrio com as condições locais.

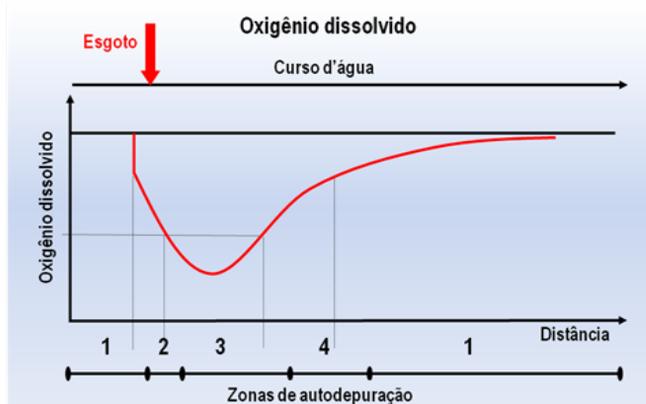
Vários parâmetros de qualidade de água são tradicionalmente utilizados no planejamento e permitem conhecer o grau de poluição e de autodepuração em corpos d’água. A sua mensuração pode ser expressa em termos de concentrações, quantificáveis e passíveis a modelagem matemática. A estrutura da maioria destes modelos, geralmente, são formulações clássicas propostas por Streeter-Phelps. Estas formulações clássicas fundamentam-se nos processos de produção e/ou no consumo, que se desenvolve ao longo do tempo, a partir da dimensão do corpo d’água e de parâmetros como: o oxigênio dissolvido, matéria orgânica e bactérias, entre outros.

Para Von Sperling (1996), o conhecimento do fenômeno da autodepuração e da sua quantificação deve ter em vista os seguintes objetivos: utilizar a capacidade de assimilação dos corpos d’água e o impedimento do lançamento de efluentes

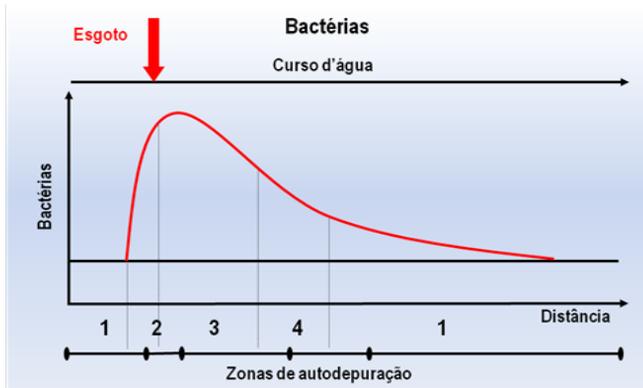
acima do que o corpo d'água possa suportar. Devem-se levar em consideração os estágios de sucessão ecológica que podem ser associados a quatro zonas fisicamente identificáveis num corpo d'água (águas limpas, degradação, decomposição ativa e recuperação), conforme mostrados nas Figuras 3, 4 e 5.



**Figura 3** – Comportamento das zonas de autodepuração em função da matéria orgânica  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 4** – Comportamento das zonas de autodepuração em função do oxigênio dissolvido  
**Fonte:** Arquivo dos autores.



**Figura 5** – Comportamento das zonas de autodepuração em função das bactérias

**Fonte:** Arquivo dos autores.

Na modelagem algorítmica, deve ser levado em consideração, também, o regime hidráulico, que está ligado com a dimensão dos corpos d'água. Há basicamente dois tipos de modelos para um corpo de água: **fluxo em pistão** – este tipo de geometria (paralelogramo) caracteriza predominantemente um rio, onde as partículas de fluídos entram continuamente em uma extremidade do tanque de base retangular e longo, passam através do mesmo e são descarregadas na outra extremidade, na mesma sequência em que entraram. As partículas mantêm a sua identidade e permanecem no tanque por um período igual ao tempo de detenção hidráulica (VON SPERLING, 1996); **mistura completa** – este tipo de geometria (cubo) caracteriza predominantemente um reservatório, onde as partículas que entram no tanque são imediatamente dispersas em todo o volume de controle e saem também de forma contínua. A mistura completa pode ser obtida em tanque circulares ou quadrados se o conteúdo do tanque for contínuo e uniformemente distribuído (VON SPERLING, 1996).

As formulações matemáticas só serão entendidas completamente a partir do estudo do comportamento dos parâmetros (matéria orgânica, oxigênio dissolvido e bactérias) no regime hidráulico. É importante saber como evolui a cinética das reações, que descrevem o desaparecimento ou a formação de um determinado composto ou espécie química, e compreender a relação entre a taxa de reação, a concentração do reagente e a ordem da reação, que são representadas por equações potenciais, em especial, as exponenciais, que podem ser de ordem zero, de primeira ordem e segunda ordem (VON SPERLING, 1996).

A cinética da matéria orgânica, onde predomina a desoxigenação, processa numa reação de primeira ordem, na qual a taxa de mudança da concentração de uma substância é proporcional à primeira potência da concentração. Assim, formula-se a equação da progressão da matéria orgânica para o rio de acordo com a seguinte equação diferencial:

$$\frac{dL}{dt} = -K_1 * L \quad (21)$$

Onde: L - é concentração da matéria orgânica (mg/l); t - tempo (dia); K<sub>1</sub> - é o coeficiente de desoxigenação (dia<sup>-1</sup>).

Integrando a equação 21, nos limites L=L<sub>0</sub> e L=L e t=0 e t=t e utilizando as propriedades dos logaritmos, conduz a equação 22.

$$L = L_0 * e^{-K_1 * t} \quad (22)$$

O coeficiente de desoxigenação K<sub>1</sub> depende das características da matéria orgânica, da temperatura e da presença de substâncias inibidoras. É geralmente determinado em laboratórios e tabelado para uma temperatura a 20°C.

Quando a água é exposta a um gás, ocorre um contínuo intercâmbio de moléculas da fase líquida para a gasosa e vice-versa nos processos de turbulência ou por difusão. O processo da reaeração atmosférica se desenvolve segundo esse conceito. O consumo do oxigênio nos processos de estabilização da matéria orgânica faz com que as concentrações deste meio líquido estejam abaixo da concentração de saturação do oxigênio que depende da solubilidade do meio líquido e da altitude do local. A cinética da reaeração pode ser caracterizada também por uma reação de primeira ordem, segundo a equação a seguir:

$$\frac{dD}{dt} = -K_2 * D \quad (23)$$

Onde: D - é o déficit de oxigênio, ou seja, a diferença entre a concentração de saturação (Cs) e a concentração existente em um tempo t (C) em (mg/l); t - tempo (dia); K<sub>2</sub> - é o coeficiente de aeração (dia<sup>-1</sup>).

Da mesma forma integrando e aplicando as propriedades dos logaritmos, logo a equação ficará:

$$D = D_0 * e^{-K_2 * t} \quad (24)$$

O coeficiente de aeração K<sub>2</sub> tem maior influência nos resultados do balanço de oxigênio dissolvido do que o coeficiente K<sub>1</sub>. É, geralmente, determinado em laboratórios e tabelado para uma temperatura a 20°C, mas pode ser estimado em função das características hidráulicas dos corpos d'água ou correlacionado com a vazão.

Neste contexto, os pesquisadores Streeter e Phelps, em 1925, estabeleceram as bases matemáticas que representam a curva de

oxigênio em curso de um rio. Nesta, considera-se a taxa de variação do déficit de oxigênio dissolvido igual ao consumo de oxigênio dissolvido menos a produção de oxigênio dissolvido com o tempo. Assim pode ser representado pela equação:

$$\frac{dD}{dt} = K1 * L - K2 * D \quad (25)$$

Organizando a equação 25, teremos:

$$\frac{dD}{dt} + K2 * D = K1 * L \quad (26)$$

Sendo:  $P(t) = K2$  e  $Q(t) = K1 * L$

A equação 3.23 ficará representada por uma equação diferencial de 1ª ordem, que terá como fator de integração  $\mu(t) = e^{\int K2 * dt} = e^{K2 * t}$  :

$$\frac{dD}{dt} + P(t) * D = Q(t) \quad (27)$$

Multiplicando pelo fator de integração e resolvendo a equação 27, ficará:

$$e^{K2 * t} * \left[ \frac{dD}{dt} + P(t) * D \right] = e^{K2 * t} * K1 * L \quad (28)$$

assim,

$$e^{K2 * t} * D = \int e^{K2 * t} * K1 * L * dt + cte \quad (29)$$

Resolvendo a integral da equação 29 pela técnica de integração por parte, será obtido o resultado conforme mostrado a seguir:

$$\int e^{k2^*t} * K1 * L * dt = \frac{K1}{K2 - K1} * L * e^{K2^*t} \quad (30)$$

Substituindo a equação 30 na equação 29, a equação apresentará a seguinte forma:

$$e^{K2^*t} * D = \frac{K1}{K2 - K1} * L * e^{K2^*t} + cte \quad (31)$$

Estabelecendo os limites  $D=D_0$  e  $L=L_0$  e  $t=t_0$ , será obtida a constante (cte) a partir da equação 31.

$$cte = e^{K2^*t_0} * D_0 - \frac{K1}{K2 - K1} * L_0 * e^{K2^*t_0} \quad (32)$$

Logo após o cálculo da constante (cte) e substituindo na equação 32, a equação será apresentada da seguinte forma:

$$e^{K2^*t} * D = \frac{K1}{K2 - K1} * L * e^{K2^*t} + e^{K2^*t_0} * D_0 - \frac{K1}{K2 - K1} * L_0 * e^{K2^*t_0} \quad (33)$$

Organizando a equação 33 e considerando a equação da matéria orgânica última da mistura  $L = L_0 * e^{K1^*\Delta t}$ , será obtida a seguinte equação do déficit:

$$D = \frac{K1}{K2 - K1} * L_0 * \left[ e^{K1^*\Delta t} - e^{K2^*\Delta t} \right] + D_0 * e^{-K2^*\Delta t} \quad (34)$$

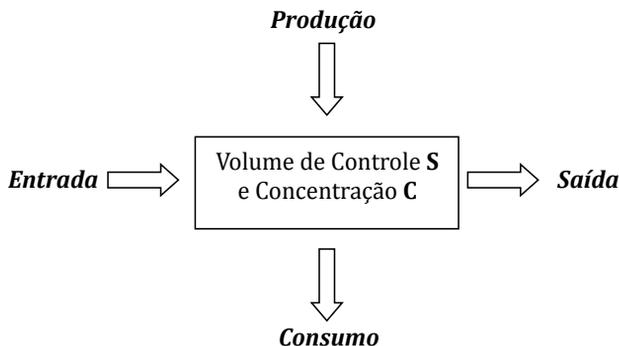
Como  $D = C_s - C$ , logo a equação que irá descrever a curva do oxigênio dissolvido em rios será representada pela equação 35:

$$C = C_s - \left\{ \frac{K_1}{K_2 - K_1} * L_0 * \left[ e^{K_1 * \Delta t} - e^{K_2 * \Delta t} \right] + (C_s - C_0) * e^{-K_2 * \Delta t} \right\} \quad (35)$$

Onde: C - oxigênio dissolvido no instante de tempo t; Co - concentração do oxigênio num instante t-1; Cs - concentração de saturação do oxigênio dissolvido; Lo - demanda de oxigênio última no instante t-1;

Com relação à modelagem matemática no planejamento dos reservatórios, devido ao intervalo de tempo considerado, geralmente segue o regime hidráulico da mistura total, onde não existe estratificação da concentração em várias dimensões, tornando a análise zero - dimensional, que considera os lagos naturais ou artificiais como volumes de controles simples, como geometria do tipo quadrada (ARAUJO et al., 2003 apud TUCCI, 2005).

Nos reservatórios, o balanço de massa também é fundamentado na lei da conservação da massa. A expressão básica do balanço de massa deve ser desenvolvida num determinado volume, pode ser um tanque ou um reator como um todo, quanto qualquer volume elementar dos mesmos (VON SPERLING, 1999, v.2), conforme mostrado na Figura 6.



**Figura 6** – Balanço de massa um volume de controle qualquer  
**Fonte:** Arquivo dos autores.

Assim, em termos gerais, o balanço de massa pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Acumulação} = \text{Entrada} - \text{Saída} + \text{Produção} - \text{Consumo} \quad (36)$$

As equações básicas a serem utilizadas são a da continuidade (equação 37) e de transporte (equação 38), considerando só o consumo para alguns parâmetros (Tucci, 2005), ou seja,

$$\frac{dS_i(t)}{dt} = I_i(t) - Qs_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) \quad (37)$$

Onde:  $S_i(t)$  – é volume do reservatório  $i$ ;  $I_i(t)$  – é o volume de entrada no reservatório  $i$  no tempo  $dt$ ;  $Qs_i(t)$  – é o volume de saída do reservatório  $i$  no tempo  $dt$  e  $Qr_{ij}(t)$  – é o volume de retorno que chega ao reservatório  $i$  de uma fonte de poluição  $j$  no tempo  $dt$ .

Em termos de balanço de massa, tem-se:

$$\frac{d[S_i(t) * C_i(t)]}{dt} = I_i(t) * CI_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) * Cr_{ij}(t) - Qs_i(t) * C_i(t) - Ks1 * S_i(t) * C_i(t) \quad (38)$$

Onde:  $C_i(t)$  - é a concentração do reservatório i;  $CI_i(t)$  - é a concentração do volume afluente que chega ao reservatório i;  $Cr_{ij}(t)$  - é a concentração do volume de retorno que chega ao reservatório i proveniente de fonte de poluição j.

Desenvolvendo a equação 38, substituindo a equação 37 e considerando o volume constante resulta na seguinte equação diferencial ordinária linear:

$$S_i(t) * \frac{dC_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) * [Cr_{ij}(t) - C_i(t)] + I_i(t) * [CI_i(t) - C_i(t)] - Ks1 * S_i(t) * C_i(t) \quad (39)$$

Que pode ser transformada para a seguinte forma:

$$\frac{dC_i(t)}{dt} + W * C_i(t) = M \quad (40)$$

$$\text{Onde: } W = \frac{I_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) + Ks1 * S_i(t)}{S_i(t)} \quad e \quad M = \frac{I_i(t) * CI_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) * Cr_{ij}}{S_i(t)}$$

Para resolver a equação diferencial linear de primeira ordem é necessário utilizar o fator de integração  $\eta(t) = e^{\int P(t)dx}$  que multiplica os dois membros da equação 40, considerando  $P(t) = W$  e  $Q(t) = M$ , o que gera:

$$e^{w*t} * \frac{dC_i(t)}{dt} + W * e^{w*t} * C_i(t) = e^{w*t} * M \quad (41)$$

O primeiro membro da equação diferencial é produto da derivada de duas funções que fica da seguinte forma:

$$\frac{d[C_i(t) * e^{w*t}]}{dt} = e^{w*t} * M \quad (42)$$

Integrando a equação 42, teremos:

$$C_i(t) = \frac{M}{W} + cte * e^{-w*t} \quad (43)$$

Para  $t = t_0$  e  $C_i(t) = C_{0_i}(t - 1)$  é a concentração do reservatório i do período t-1, logo é obtido o valor constante cte, conforme a solução a seguir:

$$cte = C_{0_i}(t - 1) * e^{w*t_0} - \frac{M}{W} * e^{w*t_0} \quad (44)$$

Assim a solução da equação diferencial, será definida pela equação 45, conforme mostrado a seguir:

$$C_i(t) = \frac{M}{W} * [1 - e^{-w*\Delta t}] + C_{0_i}(t - 1) * e^{-w*\Delta t} \quad (45)$$

Considerando a produção no balanço de massa, na equação 39, os valores de M e W são dados por:

$$W = \frac{I_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) + Ks2 * S_i(t)}{S_i(t)} \quad (46)$$

$$M = \frac{I_i(t) * Cl_i(t) + \sum_{j=1}^n Qr_{ij}(t) * Cr_{ij} - Ks1 * S_i(t) * Ccd_i(t) + Ks2 * CS_i(t) * S_i(t)}{S_i(t)} \quad (47)$$

Onde:  $Ccd_i(t)$  – é a concentração a ser consumida no reservatório  $i$ ;  $Ks2$  – é coeficiente de aeração do reservatório  $i$ ;  $Ks1$  – é coeficiente de desoxigenação do reservatório  $i$ ;  $CS_i(t)$  – concentração de saturação do oxigênio dissolvido no reservatório  $i$ .

- **Eutrofização**

O processo da eutrofização pode ser definido como o aumento da concentração de nutrientes, em particular o fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que os conduz a um aumento de produtividade, ou seja, aumento da biomassa no sistema. As elevações das quantidades destes nutrientes levam ao aumento do número de microrganismos e a consequente deterioração da qualidade da água. Em alguns casos, a disponibilidade de nutrientes é tão grande que os organismos vegetais chegam a cobrir completamente o espelho d'água de lagos e represas. Nos rios, a eutrofização é menos frequente devido às altas velocidades, com um baixo tempo de residência (tempo de permanência), elevada turbidez, que se tornam condições desfavoráveis para a proliferação de plantas aquáticas. As principais fontes de eutrofização são: efluentes domésticos, efluentes industriais, escoamento superficial e a chuva. A eutrofização pode ser classificada em função do seu estado trófico como: oligotróficos (lagos com baixa produtividade de nutrientes), mesotróficos (lagos com intermediária produtividade de nutrientes) e eutrófico (lagos com alta produtividade de nutrientes).

O processo de eutrofização decorre de forma natural ou artificial. A eutrofização natural corresponde ao que se poderia chamar de “envelhecimento natural” de lagos (ESTEVEES, 1998). Quando ocorre artificialmente, ou seja, quando é desencadeada pela ação do homem, a eutrofização é denominada antrópica, artificial ou cultural. A eutrofização artificial das águas leva a uma progressiva deterioração de sua qualidade, devido ao crescimento maciço de plantas aquáticas, o que repercute sobre todo o metabolismo do corpo d’água afetado, (VOLLENWEIDER, 1968, apud EIGER, 2003a).

Os modelos de eutrofização em reservatórios consideram principalmente as correntes de ventos, o tempo de residência da água e a entrada e saída de água no reservatório. Em simulações hidrodinâmicas foi observado que a circulação do lago é dominada pela ação do vento e que as vazões dos tributários têm importância secundária. As correntes induzidas nos reservatórios pela descarga de rios são de uma ordem de grandeza menor que as correntes geradas pela ação do vento, assim somente rios relativamente grandes são capazes de gerar correntes que influenciem, de forma significativa, a circulação em lagos (LIU, et al., 2006; GOBBI, et al., 2003; SMAHA; GOBBI, 2003; KOELMANS, 2001, apud FIRMINO, 2007).

- **Controle dos esgotos**

As estratégias de controle são usualmente de âmbito preventivas (redução das fontes externas) e corretivas (processos químicos, físicos e biológicos). A remoção dos poluentes no tratamento é estabelecida de acordo com o padrão de qualidade e está associada aos conceitos de níveis de tratamento (preliminar, primário, secundário e terciário) e eficiência do tratamento.

O grau ou eficiência de remoção são estabelecidos pelo tipo de poluente e pelo sistema de tratamento utilizado (VON SPERLING, 1996).

## **MODELOS DE SIMULAÇÃO**

A tendência atual da modelagem matemática é utilizar a simulação combinando com as técnicas de otimização. Para Simonovic (1992), esta abordagem contribui para reduzir ou eliminar a distância entre prática e teoria na análise de sistema de recursos hídricos. Para Wurbs (2005), várias soluções e estratégias podem ser obtidas com a utilização de técnicas combinadas de simulação e otimização. Vários exemplos bem-sucedidos com uso combinado destas técnicas foram empregados na resolução de problema de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

A otimização normalmente é utilizada para descobrir regras de operações ótimas e, na sequência, simula-se para ver como o sistema se comporta em políticas de longo prazo (vale lembrar que modelos de otimização envolvem a solução de um grande número de equações e variáveis, o que inviabiliza a sua aplicação para um número grande de anos). Para viabilizar a aplicabilidade das metodologias a sistemas de grande porte, optou-se por fazer otimização a nível mensal, para fins de planejamento, o que requer um número menor de equações e variáveis e, ao mesmo tempo, fazer uso do conceito de atendimento a 'prioridades', que é parâmetro da função objetivo. Outra tendência nos modelos de simulação é a incorporação do aspecto qualitativo da água. Alguns dos modelos observados na literatura são integrações de softwares de alocação e qualidade da água. Em geral, é feita a alocação de água e, na sequência, determinadas

as concentrações de diferentes parâmetros de qualidade da água em pontos de controle nos rios.

Segundo Tucci (2005), a escolha de um modelo matemático para simular as condições de qualidade da água num sistema de rios depende: da característica do sistema; do nível de precisão desejado em função dos objetivos do projeto; dos dados disponíveis sobre o sistema e da disponibilidade de metodologias para representar os processos identificados. Para Firmino (2007), deve-se ter em mente que nenhum modelo responderá todas as questões ao mesmo tempo e, por esta razão, existem várias classes de modelos de qualidade de água, cada um com aplicação específica. As principais características a serem levadas em conta na escolha de um modelo de qualidade das águas são: tipo do corpo d'água, escala espacial e temporal e parâmetros de qualidade das águas disponíveis.

Assim o Grupo de Otimização Total da Água (GOTA) vem incorporando esses conceitos, utilizando técnicas combinadas de otimização e simulação e desenvolvendo software que permite fazer um planejamento integrado dos aspectos quantitativos e qualitativos da água, além disso, minimizando os problemas das não linearidades com as técnicas de programação linear. Um dos trabalhos que foi premiado e merece destaque é o modelo de simulação desenvolvido por Vieira (2011) que apresenta todas essas características e conceitos discutidos até o momento.

O modelo utilizou uma linguagem de programação do MATLAB (Matrix Laboratory), versão 6.5, com o Método do Ponto Interior para a busca da solução ótima. Esse ambiente computacional permite efetuar análise numérica, cálculo matricial, processamentos de sinais e gráficos, e é de fácil utilização. Possui, também, um pacote de otimização de programação linear em sua biblioteca, bastante útil na alocação ótima de recursos.

O modelo de simulação proposto trabalha com escala de tempo mensal e possui, em seu núcleo, um algoritmo de otimização que utiliza técnicas como a Programação Linear Sequencial e o Método por Aproximações Lineares. É um modelo de simulação, apesar de estar incluído um processo de otimização, possui um planejamento que é realizado no mês  $t$  e se dá em função das condições do sistema no mês  $t-1$ , ou seja, não considera outros dados a priori do mês  $t-1$  e a posteriori do mês  $t$ . Além disso, otimiza mensalmente os usos múltiplos de sistemas de reservatórios, considerando as variáveis relacionadas aos aspectos hidroclimáticos (precipitação, evaporação), hidráulicos (componentes hidráulicos do sistema), as demandas (abastecimento, agrícolas, etc.) e aos níveis de concentrações de parâmetros de qualidade da água (a demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, clorofila- $a$  e coliforme termotolerante).

As leis de conservação da massa são aplicadas aos reservatórios e aos nós (pontos de controle) dispostos ao longo do rio, assim como são implementadas as limitações físicas e operacionais dos componentes do sistema. A demanda hídrica para o setor da irrigação é determinada com base na necessidade suplementar líquida de cada cultura e pelo tipo de sistema de irrigação utilizado. As concentrações são determinadas mês a mês, de forma integrada, com os volumes disponíveis em todos os componentes considerados (reservatórios e/ou pontos de controle), procurando satisfazer metas que estão de acordo com as normas do CONAMA 357/05, que estabelecem os padrões de qualidade dos corpos hídricos por classe. A função multiobjetivo consegue integrar, ao mesmo tempo, tanto os aspectos qualitativos como os quantitativos. Esta função objetivo tem, como base, o Método das Ponderações que, em virtude das características do

problema, requer a normalização de cada objetivo. Os objetivos são aliados a pesos, que permitirão a definição de cada prioridade de atendimento e de operação.

Graças à natureza das principais fontes poluidoras que são, em geral, esgotos e drenagem de irrigação; o modelo desenvolvido considera os parâmetros base de qualidade de água para o planejamento do uso de água em uma bacia hidrográfica como a demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, clorofila-a e coliformes fecais. Para estimar a qualidade da água de rios e reservatórios e avaliar os níveis de poluição, devem-se, também, conhecer as fontes de poluição e os processos de autodepuração associados aos parâmetros de qualidade de água considerados.

A execução do modelo proposto inicia-se com simulação quantitativa (que é linearizada num processo iterativo), determinando os volumes ótimos mês a mês. Com os volumes ótimos alocados (sem a preocupação dos componentes de qualidade da água), determinam-se as concentrações nos reservatórios e nos pontos de controle (nós) do sistema, que servirão como valor inicial do processo iterativo a vir a seguir. Neste processo iterativo, onde todas as equações do balanço hídrico e do balanço de massa estão linearizadas e integradas, alteram-se simultaneamente os volumes e as concentrações no sentido a satisfazer às restrições impostas e otimizar a função objetivo quali-quantitativa proposta mês a mês.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os modelos de simulação que sejam multiobjetivo e que utilizam técnicas combinadas são de suma importância no processo de tomada de decisão no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, haja vista terem ainda a capacidade de lidar com aspectos de caráter multidisciplinar e conseguirem agregar um valor substancial de informações, permitindo analisar cenários complexos em relação aos aspectos quantitativos e qualitativos.

O planejamento integrado dos recursos hídricos é o caminho para entender a problemática da escassez hídrica, quer seja devido a aspectos climáticos ou da poluição dos corpos d'água, devendo, para tanto, ser qualificada e quantificada, por tipo de usuário, considerando a sua variabilidade no tempo e no espaço, para que possa entender o problema. Em bacias hidrográficas complexas, com grande diversidade de usuários e conflitos, o planejamento e gerenciamento quali-quantitativo é necessário para manutenção ou melhoria dos cursos d'água, lagos e represas, cujas modificações sofridas ao longo do tempo envolvem aspectos físicos, químicos e biológicos, citando-se problemas de estratificação térmica, oscilações de pH, turbidez, cor, oxigênio dissolvido, demanda química e bioquímica de oxigênio, condutividade, quantidade de nitrogênio amoniacal dissolvido, dentre outros. Esse será o grande desafio deste século garantir água em quantidade e com qualidade para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. R. G. S. **Estudo para alocação ótima das águas de um sistema de reservatórios em série e em paralelo, para usos e objetivos múltiplos, na bacia do rio Capibaribe, PE.** Campina Grande: UFCG: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, (Tese de Doutorado). 227p. 2006.

BARROS, M.T.L. et al., Optimization of large-scale hydropower system operations. *J. Water Resource Planning & Management. An. Soc. Civ. Eng.* Nova York, v.129, n.3, p.178-188, mai./jun. 2003.

BARBOSA, P. S. F.; Modelos de Programação Linear em Recursos Hídricos. In: **Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos.** 2. ed. Editora da Universidade/UFRGS-ABRH. Porto Alegre, p.97-163. 2002.

BRAVO, J. M.; COLLISCHONN, W.; PILAR, J.V. Otimização da Operação de Reservatórios: Estado-da-Arte. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** João Pessoa. CD-ROM. 2005.

BRAGA JR., B. P. F., Técnicas de otimização e simulação aplicadas em sistemas de recursos hídricos. In: **Modelos para o gerenciamento de recursos hídricos.** NOBEL/ABRH. São Paulo, p.427 - 518. 1987.

BRASIL. **Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Sistema Nacional de Informação sobre**

**Saneamento:** visão geral da prestação dos serviços de água e esgotos –2004. Brasília: MCIDADES. SNSA. p.160.

BLUM, J. R. C. Critérios e padrões de qualidade da água. Mancuso, P. C. S.; Santos, H. F. (org). In: **Reúso da Água**. Barueri, SP, Brasil: Editor Manole. p.125- 232. 2003.

CELESTE, A. B.; **Determinação e análise de indicadores de desempenho e de sustentabilidade de seis açudes na bacia do rio Piancó-PB e de suas potenciais demandas**. Campina Grande: UFCG – Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 118p. Dissertação de Mestrado, 2006.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente; **Resolução N° 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: out. 2013.

CIRILO, J. A., Programação não linear aplicada a recursos hídricos. In: **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Editora da Universidade/UFRGS-ABRH. Porto Alegre, p.305-359. 2002.

CURI, W. F.; CURI, R. C. ORNAP - Optimal Reservoir Network Analysis Program. In: **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Aracaju. CD-ROM. 2001.

CURI, R. C.; CURI, W. F.; OLIVEIRA, M. B. A., **Análise de alterações na receita líquida de um perímetro irrigado no semiárido sob condições de variações hídricas e econômicas**. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.9, n.3, p.39-53. 2005.

CRUZ, J. C.; NUMMER, A. V.; ELTZ, F. L. F. et al. Avaliação ambiental integrada: construção metodológica de modelo para bloco do meio físico. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, n.1; p.223-233. 2013.

EIGER, Sérgio. Transporte de poluentes em meios aquáticos: aspectos conceituais e de modelagem. Mancuso, P. C. S.; e Santos, H. F. dos. (Org). In: **Reúso de Água**. Barueri, SP: Manole, cap.6, p.175-231. 2003.

ESTEVEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Inter-ciência, p.575. 1998.

FIRMINO, M. B. M.; META-F: **Um modelo de otimização quali-quantitativo para operação de sistemas de recursos hídricos e poluição fluvial**. Campina Grande: UFCG – Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. 118p. Dissertação de Mestrado. 2007.

GASTALDINI, Maria do C. C.; MENDONÇA, Antônio S. Conceito para avaliação da qualidade da água. In: **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Paiva, João B. D. de; e Paiva, Eloiza M. C. D. de (orgs). Porto Alegre: ABRH Editora Evangraf, p.429-452, 2003.

HASHIMOTO, T.; STEDINGER, J. R.; LOUCKS, D. P. **Reliability, Resiliency, and Vulnerability Criteria for Water Resource System Performance Evaluation**. **Water Resources Research**, v.18, n.1, p.14-20. 1982.

ISA, Instituto Socioambiental, Almanaque Brasil Socioambiental (2007); Disponível em: <[www. http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/](http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/)>. Acesso: mar. 2010.

MORAES, M. M. G. A.; SAMPAIO, Y.; CIRILO, J. A. et al. Modelo Econômico-Hidrológico Integrado para Gestão de Bacias Hidrográficas: Abordagem Piece-by-Piece para Incorporar a Capacidade de Autodepuração dos Rios e Limites de Trofia dos Reservatórios; **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.1 jan/mar, p.43-55, 2008.

LANNA, A. E. **Tópicos avançados em PL**: método simplex revisado, análise pós-ótimo e artifícios de linearização, disciplina: análise de sistêmica de recursos hídricos. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da UFRGS. p.75-87, cap.5. 1998. (Nota de Aula).

LARENTIS, D. G.; **Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias**: Sistema Taquari-ANTAS-RS. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, p.177. 2004.

LABADIE, J. W. Optimal operation of multireservoir systems: state-of-the-art review. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.130, n.2, p.93-111. 2004.

LOUCKS, D. P. **Sustainable water resources management**. Water International Resource Association, v.25, n.1 p.3-10, mar. 2000.

OVERTON, D. E.; MEADOWS, M. E. Introduction and modeling concepts. In: **Storm water modeling**. New York: Academic Press, Inc. 355 p. 1976.

ROS, D. A.; BARROS, M., Estratégias operacionais de sistemas hidroenergéticos: impactos de diferentes objetivos. In:

**XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** Curitiba. CD-ROM. 2003.

SIMONOVIC, S. P., Reservoir system analysis: closing gap between theory and practice. **Journal of Water Resources Planning and Management**, New York. v.118, n.3, p.262 – 280. 1992.

TEEGAVARAPU, R. S.V.; SIMONOVIC, S. P. Optimal operation of water resource systems: Trade-offs between modeling and practical solutions. In: Marino, M. A.; Simonovic, S. P. **Integrated Water Resources management**. Iahs Publish, n.272, p.257-263. 2001.

TUCCI, CARLOS E. M. **Modelos hidrológicos**. 2. ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 678p. 2005.

VIEIRA, A. S.; SILVA, V. S.; CURI, W. F. Avaliação dos planejamentos agrícolas para O Subsistema Catolé II e Poço Redondo no Semi-Árido Nordeste. **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v.7, n.1, jan/mar, Espírito Santo do Pinhal, 2010.

VIEIRA, A. S. (2011). **Modelo de simulação quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento integrado dos sistemas de recursos hídricos**. Campina Grande: UFCG - Pós-Graduação em Recursos Naturais. Tese de Doutorado. 275p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, v.1, p.243. 1996.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, v.2, p.211. 1996.

WURBS, R. A., **Comparative Evaluation of Generalized River/Reservoir System Models**. Technical Report n° 282. Texas Water Resources Institute. (2005).

YEH, W. W-G., **Reservoir management and operations models**: A state-of-the-art review. Water Resource. Washington, v.2, n12, p1797, s/d.



# CAPÍTULO 8



## **SUSTENTABILIDADE URBANA NO CONTEXTO DAS CIDADES BRASILEIRAS: PROPOSIÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES**

*Maria de Fátima Martins  
Gesinaldo Ataíde Cândido*

### **INTRODUÇÃO**

A construção do espaço urbano e o surgimento das cidades representam um significativo aumento nos impactos das ações dos homens sobre os recursos naturais, uma vez que as estruturas urbanas devem absorver as novas demandas da população crescente, adaptando-se às transformações da sociedade em suas atividades de produção e consumo, comportamentos, modos de vida, tipos de relações, entre outros.

Como as cidades, em sua maioria, surgiram e cresceram de forma desordenada e sem planejamento, não conseguem atender a demanda da população urbana em relação à infraestrutura e serviços urbanos, tornando-se o berço de diversos problemas sociais, ambientais, econômicos, políticos, etc. Nesse contexto, emergem com essas cidades complexas interações entre o

homem e a natureza, que através de novas formas de exploração dos recursos naturais aumentam os impactos que ameaçam o equilíbrio do ecossistema urbano e o seu contexto de relações, gerando sociedades mais complexas com novas formas de trabalho, de locomoção, de lazer, formas de gestão, novos comportamentos, novas relações sociais e institucionais, entre outras, que tornam as cidades mais vulneráveis.

Em virtude de modelos obsoletos e irracionais da ocupação do espaço, quase todas as sociedades enfrentam a desanimadora perspectiva de uma infundável crise urbana, especialmente nas grandes aglomerações urbanas, onde a acumulação das riquezas e a má distribuição dos benefícios sociais têm aumentado os conflitos e contradições, rápida e intensa industrialização, concentração da população nas áreas urbanas tem transformado as cidades em lugar oposto a sua proposta, que é ser um lugar para viver bem (RATTNER, 2009).

Entretanto, é necessário ressaltar que as cidades, mesmo surgindo a partir de processos desordenados, não nascem grandes, formam-se e constroem sua identidade a partir de um conjunto de aspectos que se fundem para formar o ambiente urbano, podendo ser gerenciadas para respeitar as limitações impostas pela natureza em termos de capacidade de resiliência, bem como, limitações relacionadas aos aspectos sociais, econômicos, institucionais, entre outros, que se formam para criar as condições para o funcionamento das cidades. Nesse sentido, o espaço urbano deve ser compreendido como um sistema complexo formado por elementos e funções que estão estritamente relacionados, a partir da interdependência e a associação entre o meio natural e o construído, mediante a presença da atividade humana na transformação do meio natural (CANEPA, 2007) que somado a um conjunto de interesses distintos, presentes no espaço urbano,

geram toda a complexidade que envolve o contexto urbano e estabelece as bases para o processo de desenvolvimento das cidades. Assim, qualquer intervenção deve captar essa dinâmica de inter-relações, uma vez que a alteração em um elemento natural ou construído pode provocar mudanças no estado dos demais.

Nessa perspectiva, a sustentabilidade urbana surge como forma de desenvolver esses espaços respeitando o ambiente natural, bem como, todas as formas de relação que se estabelecem nesse processo evolutivo, na busca pelo equilíbrio para atender aos diversos interesses, em que a cidade passa a ser vista como um lugar que pode ser construído em bases sustentáveis ou transformado para uma realidade melhor. Considerando a perspectiva da cidade como um espaço que deve ser gerenciado para ser sustentável, Romero et al. (2004) enfatizam que, de forma progressiva, abandona-se a ideia de cidade como um caos que deve ser evitado, assumindo uma nova visão, em que se torna necessário gerenciar esses espaços e os processos sociais que o produzem e o modificam, colocando que o futuro do planeta depende de como vão evoluir as soluções urbanísticas e a certeza de que qualquer ideia de sustentabilidade deverá provar a sua operacionalidade no mundo urbanizado.

Com o avanço das discussões atuais sobre o tema, a sustentabilidade urbana sai de um campo teórico para uma concepção mais prática, ganhando mais respaldo em função de os resultados se apresentarem mais consistentes. No entanto, devido à diversidade de problemas urbanos presentes no contexto das cidades brasileiras, um dos principais desafios para a análise da sustentabilidade das cidades consiste na seleção de um conjunto de indicadores que englobe toda a problemática urbana em estudo para retratar a realidade desses espaços urbanos.

Acsehrad (2009a) ao investigar os diversos discursos da sustentabilidade urbana, identificou três representações das cidades ou matrizes discursivas, em que uma cidade sustentável será aquela que minimiza o consumo dos recursos materiais, explora ao máximo os fluxos locais e reduz o volume de rejeitos; promove a qualidade de vida através do direito ao acesso às condições saudáveis de existência, da cidadania e da identidade do espaço local; e garante a legitimação das políticas urbanas no tempo, para promover a capacidade política e institucional de intervenção local. Dessa forma, o presente artigo parte da premissa que uma cidade é sustentável quando, na perspectiva dessas representações da cidade, apresenta um conjunto de indicadores que quanto melhor avaliados mais sustentável será a cidade.

Diante das considerações, o objetivo do presente artigo consiste em propor um conjunto de critérios e indicadores que resultam em um modelo para análise da sustentabilidade no contexto das cidades brasileiras com base nas representações ou matrizes discursivas de Acsehrad (2009a). O artigo constitui um ensaio teórico e a metodologia adotada consiste numa revisão de literatura sobre a temática sustentabilidade urbana, indicadores e sistemas de indicadores urbanos, além da problemática urbana no contexto das cidades brasileiras.

Nesse sentido, Acsehrad (2009a) forneceu subsídio teórico para a construção de um modelo conceitual, em que esse modelo foi o guia para a construção de um modelo operacional com as dimensões, temas e os indicadores de sustentabilidade e, principalmente, os critérios para análise da sustentabilidade. Ou seja, as matrizes foram consideradas como as três vertentes para a análise da sustentabilidade urbana e os modelos que compõem as matrizes, consideradas as dimensões nas quais a sustentabilidade é analisada. Para a definição dos temas que compõem cada

dimensão, tomou-se como base a discussão teórica e os apontamentos que Acselrad (2009a) estabelece em seu discurso referente à sustentabilidade urbana. Na sequência, foram definidos os critérios para análise da sustentabilidade também embasados na discussão teórica estabelecida pelo autor em relação às três matrizes da sustentabilidade urbana, no tocante às condições que proporcionam a sustentabilidade ou insustentabilidade das cidades.

A seleção de indicadores é uma etapa de significativa relevância para elaboração de um índice de sustentabilidade consistente e adequado à realidade que se pretende investigar. Assim, buscaram-se, nos sistemas de sustentabilidade urbana já existentes, os indicadores mais adequados para compor cada tema, sendo complementados por indicadores propostos e calculados, como forma de atender melhor aos propostos da investigação e ao modelo conceitual adotado. Como suporte para essa listagem, tomou-se como base os sistemas de indicadores urbanos existentes e desenvolvidos para a realidade brasileira, tais como: Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU), Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR), Sistema Nacional de Informações das Cidades (SNIC), Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU), além de outros indicadores que ainda não são contemplados nos sistemas, mas que são relevantes para a análise da sustentabilidade.

A relevância do artigo consiste em evidenciar a necessidade de identificar um modelo conceitual adequado à realidade investigada, no sentido do mesmo servir de base para a definição de critérios para serem utilizados como pilares para a seleção dos indicadores adequados e análise da sustentabilidade urbana, como forma de reduzir a subjetividade da sustentabilidade e os

diversos desafios decorrentes, para possibilitar uma classificação coerente do nível de sustentabilidade da cidade.

## **SUSTENTABILIDADE URBANA**

Pensar em sustentabilidade significa estar aberto às possibilidades de mudanças, sejam de valores, crenças, atitudes, comportamentos, modos de agir, produzir e consumir, tudo isso, numa perspectiva individual e coletiva que passa pela necessidade de reformulação das políticas públicas, formas de gestão, modelos de desenvolvimento adotados, enfim, transformações que devem ser incorporadas no momento atual e que exigem posturas firmes, embasadas em valores éticos e desprovidos de comportamento egoísta, cujas consequências e resultados ocorrerão a curto, médio e longo prazos.

No contexto urbano caracterizado pela diversidade de transformações e problemas que emergem com o surgimento e crescimento das cidades, a sustentabilidade constitui um tema que envolve muitas discussões e controvérsias. Uma das discussões é destacada por Steinberger (2001) sobre a oposição que é estabelecida entre o meio ambiente e o urbano. O autor enfatiza que quando se coloca em oposição esses dois elementos, gera uma contradição enganosa que envolve as questões da sustentabilidade urbana e, assim, questiona-se sobre a existência da sustentabilidade do meio ambiente gerado em um espaço urbano, que vem sendo considerado insustentável. Esse paradoxo surge a partir das construções teóricas de diversas disciplinas (ecologia, geografia, sociologia, economia e urbanismo) que tiveram como base de discussão as formas de apropriação da natureza pelo homem e o meio ambiente apenas como natural, sendo, ao longo do tempo, construídos mitos que requerem a necessidade

de desconstrução que fizeram gerar a ideia do espaço urbano como de uma insustentabilidade permanente.

Nessa mesma linha de pensamento, Costa (1999) mostra que a noção de desenvolvimento urbano sustentável apresenta alguns conflitos teóricos, quais sejam: o conflito entre a trajetória da análise ambiental e a da análise urbana que, mesmo como origem em áreas diferentes, convergiu na proposta de desenvolvimento sustentável; e o conflito entre formulações teóricas e propostas de intervenção, o que se tem traduzido no distanciamento entre análise social/urbana crítica e planejamento urbano. Sendo importante considerar que a maioria das discussões teóricas acerca do desenvolvimento sustentável, refere-se ao desenvolvimento da sociedade e não especificamente ao desenvolvimento urbano, além do que a adoção do conceito de desenvolvimento urbano sustentável faz-se, muitas vezes, com base nas práticas do planejamento urbano, sem questionar as formulações teóricas que lhe servem de suporte.

A sustentabilidade urbana como um tema que envolve um conjunto de aspectos que são dinâmicos e que afeta, de forma diversificada e em dimensões diferentes, cada população, além das cidades constituírem formações humanas que carregam uma história, especificidades, potencialidades e diversas características locais que fazem parte da sua morfologia e identidade, a sustentabilidade deve ser tratada como uma temática que gera contradições, que é carregada de valores, emoção, percepção, sensibilidade, ética e que seu entendimento está relacionado ao processo de evolução de cada sociedade, assim, apresentando suas peculiaridades em cada território urbano específico, o que requer um olhar atento a toda problemática urbana que se estabeleceu ao longo da história. Bremer (2004) ressalta que se torna necessário pensar a sustentabilidade urbana a partir

da inclusão e inter-relação de diversos temas tratados todos de forma sistêmica.

Nessa perspectiva, é importante entender que “a cidade e o processo urbano são uma rede de processos entrelaçados a um só tempo humanos e naturais, reais e ficcionais, mecânicos e orgânicos (...) cheia de contradições, tensões e conflitos” (SWYNGEDOUW, 2009), e a sustentabilidade deve ser vista sob essa ótica sistêmica e integradora, onde os conflitos e contradições fazem parte dessa dinâmica e a sustentabilidade urbana deve ser tratada numa perspectiva inter ou multidisciplinar.

Considerando a dinâmica que envolve toda essa temática modificada em função do contexto, processo de desenvolvimento adotado, urbanização, políticas públicas urbanas, relações de produção e consumo da sociedade, entre outros aspectos e formas de comportamento dos agentes da sociedade, diversos conceitos de sustentabilidade são construídos, na pretensão de descrever situações que apresentem uma proximidade à realidade ou que sejam adequadas para o sistema urbano em suas diversas inter-relações e contextos, onde está presente um conjunto de elementos que ora se apresentam em consonância, ora em contração, fazendo com que os discursos sobre sustentabilidade ainda apresentem diversas contradições e controvérsias. Isso faz gerar uma diversidade de conceitos e interpretações que a cidade passa a ser vista como um espaço fragmentado em seus problemas, relações, políticas e gestão urbana, gerando resultados inconsistentes ou pouco satisfatórios em relação ao desenvolvimento sustentável urbano.

Diante da busca para responder adequadamente ao fenômeno da sustentabilidade, Acsehrad (1999, p.81) coloca que o que prevalece em torno das discussões são expressões interrogativas recorrentes, nas quais a sustentabilidade é vista como algo

em evolução, um conceito infinito que poucos sabem o que é e que requer muita pesquisa adicional, enfatizando que “é sustentável hoje aquele conjunto de práticas portadoras da sustentabilidade no futuro”. Nessa perspectiva, Braga (2006) destaca que é necessário entender a sustentabilidade urbana não como uma definição acabada, mas como uma ideia em construção e disputa, sendo fundamental compreender seu papel no estabelecimento de uma “verdade” para torná-la mais operacional e mensurável, mediante a criação de indicadores.

Nesse sentido, é relevante ressaltar que a sustentabilidade é entendida por diversas perspectivas e percepções que permitem afirmar que tal conceito apresenta-se em evolução que requer alguns processos de desconstrução, uma vez que as noções de sustentabilidade urbana estão atreladas às mudanças ocorridas na sociedade em seus diversos processos de desenvolvimento, muitos deles contribuindo para o aumento das vulnerabilidades estabelecidas no espaço urbano, emergindo, com isso, diversas representações e interpretações da cidade para descrever os aspectos inerentes à sustentabilidade ou à insustentabilidade do espaço urbano.

Diante da diversidade de percepções em torno da sustentabilidade urbana, Acselrad (2009a) investiga os diversos discursos sobre a sustentabilidade urbana e destaca a existência de várias articulações lógicas entre a reprodução das estruturas urbanas e sua base especificamente material e encontra três representações basicamente distintas da cidade, às quais corresponderão também diferentes sentidos capazes de legitimarem e darem durabilidade à integridade do urbano, no qual, a cidade passa a assumir desde situações sustentáveis até insustentáveis. Essas representações constituem as matrizes discursivas da sustentabilidade urbana, sendo elas:

A primeira matriz discursiva consiste na representação técnico-material das cidades, em que a mesma associa a transição para a sustentabilidade à reprodução adaptativa das estruturas urbanas, com foco no ajustamento das bases técnicas das cidades, a partir do modelo de racionalidade ecoenergética – mediante a conservação da matéria e da energia, e as externalidades ambientais como consequências inerentes e permanentes da extração, tratamento, consumo e descarga de matéria e energia, considerando a distribuição locacional das populações e atividades no espaço urbano; e do modelo de equilíbrio metabólico – pelo ajustamento dos fluxos e estoques de matéria e energia para reprodução ecossistêmica das cidades, a partir dos recursos de resiliência, em que se procura descrever a capacidade adaptativa dos ecossistemas urbanos superarem as condições de vulnerabilidades frente aos choques externos. Essa representação estritamente material não permite isoladamente fazer uma leitura adequada da sustentabilidade urbana da cidade, por desconsiderar a complexidade da trama social responsável pela reprodução e inovação na temporalidade histórica das cidades, abrindo a discussão para a seguinte representação.

A segunda matriz discursiva consiste na cidade como espaço de “qualidade de vida”, onde componentes não mercantis da existência cotidiana e cidadã da população urbana, especialmente em relação às questões sanitárias das práticas urbanas, envolvendo o modelo de ascetismo e pureza, cidadania e patri-mônio. A cidade avaliada a partir dos modelos de ascetismo e da pureza, servem para questionar as bases técnicas do urbano, onde tais bases por sua artificialidade, poderia impregnar à população urbana com substâncias nocivas e tóxicas, resultantes de emissões líquidas e gasosas oriundas de tecnologias urbanas, atividades de produção e consumo. As questões sanitárias podem

ser associadas a representações coletivas da cidadania, em que o modelo de cidadania adotado deverá ser estruturado de modo que venha favorecer o desenvolvimento do diálogo e negociação, com foco para a realização de pactos para dar sentido à duração das cidades em termos sociais, institucionais e políticos. Para fazer durar a existência simbólica da cidade, o modelo de patrimônio busca retratar o caráter e identidades locais, valores e heranças construídas ao longo do tempo, tornando-se possível fortalecer o sentimento de pertencimento dos cidadãos as suas cidades, bem como a promoção da imagem da cidade em função de seu patrimônio biofísico, estético ou cultural.

Para garantir a qualidade de vida, a cidade também necessita da legitimação das políticas urbanas, pois à medida que a cidade cresce e se desenvolve, precisa dar prosseguimento ao atendimento das demandas sociais, para isso necessita de legitimar as políticas para reproduzir tais condições de acesso à população em relação ao espaço urbano.

É nesse contexto que surge a terceira matriz discursiva, onde a cidade é vista como espaço de legitimação das políticas urbanas, onde a materialidade das cidades é politicamente construída e as modalidades de sua reprodução são consideradas dependentes das condições que legitimam seus pressupostos políticos. Assim, a sustentabilidade relaciona-se às condições de reprodução da legitimidade das políticas urbanas, uma vez que a cidade é vista como espaço de construção durável de pactos políticos capazes de reproduzirem no tempo as condições de sua legitimidade. Essa representação da cidade pode ser expressa pelo modelo de eficiência mediante a gestão dos recursos públicos, e pela equidade evidenciada pela disposição de democratizar o acesso aos serviços urbanos, demonstrando a capacidade de as políticas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos à

quantidade e à qualidade das demandas da sociedade para promover o equilíbrio entre a oferta e a demanda.

Diante dessas representações, pode-se verificar que a cidade é um espaço de diversidades e contradições, no qual deve ser vista numa perspectiva ampla que contemple a diversidade de problemas por meio de articulações entre tais elementos, só assim é possível extrair informações que permitam representar a cidade mais próxima de sua realidade para dar novos cursos de ação voltados para a noção de sustentabilidade urbana desses espaços. Nesse sentido, Acselrad (2009b) esclarece que as principais inquietações quanto à sustentabilidade no contexto urbano se exprimem por meio da incerteza quanto ao futuro, no tocante às condições e à qualidade da duração das cidades. Para isso, torna-se necessário discriminar os aspectos que inviabilizam a duração desejável das cidades, para enfim elaborar os atributos que seriam constitutivos da noção de cidade sustentável.

Considerando as inquietações quanto às incertezas e à necessidade de discriminar e delimitar os espaços urbanos para a construção do futuro almejado em relação à realidade atual que se apresenta, torna-se adequado pensar em sustentabilidade urbana, a partir de uma racionalidade mais prática para a construção de mecanismos ou metodologias que revelem os aspectos e os atributos presentes que caracterizam a cidade numa perspectiva sustentável.

## **CIDADES SUSTENTÁVEIS E A PROBLEMÁTICA BRASILEIRA**

As cidades, vistas como centros de produção e consumo, constituem espaços que agregam uma diversidade de aspectos interdependentes que interagem para atender à infinidade de necessidades da população, mas nem sempre conseguem

absorver o aumento descontrolado do crescimento urbano, tendo como consequências um conjunto de problemas intraurbanos que interferem direta e indiretamente na qualidade de vida da população.

Para a transformação das cidades brasileiras em cidades sustentáveis, faz-se necessária uma reformulação no desenho das políticas públicas de intervenção no território e nas áreas urbanas, com importância estratégica ao planejamento do desenvolvimento regional, fazendo com que as cidades sejam parte integrante, em razão dos condicionantes regionais para a sustentabilidade. Nesse sentido, no documento que serviu de subsídio para a formulação da Agenda 21 Brasileira, foram definidas premissas para a promoção de cidades sustentáveis que originaram um conjunto de estratégias para o desenvolvimento sustentável das cidades brasileiras, tais como: aperfeiçoar a regulamentação do uso e da ocupação do solo urbano e promover o ordenamento do território; promover o desenvolvimento institucional e o fortalecimento da capacidade de planejamento e de gestão democrática da cidade; promover mudanças nos padrões de produção e consumo das cidades; e desenvolver e estimular a aplicação de instrumentos econômicos no gerenciamento dos recursos naturais (BEZERRA; FERNANDES, 2000), cujos resultados devem ser monitorados para orientar a definição das políticas públicas.

Para isso, torna-se imprescindível a definição de indicadores para balizar a implementação das estratégias, projetos e ações, de modo que os mesmos reflitam a realidade local para servir de apoio à gestão, além de fornecer informações aos interessados, seja o governo, a sociedade, as instituições, entre outros, para contribuir com o desenvolvimento de cidades sustentáveis através do monitoramento das ações implementadas.

Considerando que os indicadores urbanos devem permitir a aquisição e transmissão de conhecimentos aos tomadores de decisões e ao público em geral, podendo também ser utilizados para descrever os prováveis resultados das políticas ou da sua ausência, bem como para identificar a adaptação e definição de novas políticas (ONU, 1977), pode-se afirmar que a definição dos indicadores de sustentabilidade para espaços urbanos é imprescindível para a gestão e desenvolvimento de cidades sustentáveis. Diante dessas considerações, pode-se afirmar que os sistemas de indicadores de sustentabilidade urbana devem contemplar a diversidade de problemas urbanos atuais, ao mesmo tempo em que permitam incorporar questões relacionadas à gestão, às políticas públicas e ao arranjo institucional que se estabeleceu para efetivar as iniciativas de sustentabilidade, no intuito de dar um sentido durável à cidade que surge, cresce e se transforma junto à evolução da sociedade, mediante as relações estabelecidas entre o homem e o meio ambiente como um todo.

Assim, diversos sistemas de sustentabilidade urbana já foram construídos, tanto a nível global, como específicos para a realidade de cada nação ou espaços urbanos, como forma de mensurar e avaliar a sustentabilidade desses espaços e subsidiar a elaboração e implementação das políticas públicas urbanas, em que se podem destacar: Programa de Indicadores Urbanos do Habitat ([www.habitat-lac.org](http://www.habitat-lac.org)), Programa de Indicadores Urbanos Globais ([www.cityindicators.org](http://www.cityindicators.org)), Indicadores de Desenvolvimento Urbano Sustentável (CASTRO BONAÑO, 2004), Sistema Nacional de Indicadores das Cidades (SNIC) (BRAGA et al., 2002), Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU) (BRAGA, 2006), Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR) (NAHAS,

2006), Sistema Integrado de Gestão do Ambiente Urbano (SIGAU) (ROSSETTO, 2003), entre outros.

A partir da construção desses sistemas de indicadores, a classificação de uma cidade como sustentável torna-se possível, quando a mesma apresenta um conjunto de indicadores que indicam um ambiente natural e urbano com condições adequadas para uma vida saudável no momento atual e futuro, em que se respeitam os limites da sustentabilidade. Entretanto, a análise da sustentabilidade das cidades a partir de indicadores urbanos torna-se um desafio, uma vez que o conceito de sustentabilidade encontra-se em um processo evolutivo e atrelado a peculiaridades do contexto geográfico em questão, além da significativa subjetividade que o envolve e que dificulta sua operacionalização.

À medida que os problemas urbanos se transformam, surgem novas demandas e, com isso, a necessidade de sistemas de sustentabilidade que reflitam tal realidade para apontar os caminhos adequados a serem seguidos para garantirem as condições adequadas no futuro. Para a seleção de indicadores que possibilite gerar informações que sirvam de subsídios para a promoção da sustentabilidade das cidades, os mesmos deverão refletir a realidade dos problemas urbanos existentes, com foco naqueles que mais interferem nas condições do espaço urbano, seja o construído ou natural, como forma de promover uma cidade mais sustentável.

O Brasil apresenta uma significativa diversidade de características nos 5.561 municípios, bem como uma malha urbana com peculiaridades específicas em termos espaciais, econômicos, tamanho e localização (IBGE, 2010), em que diferentes aglomerações urbanas foram se construindo ao longo do processo de urbanização e desenvolvimento adotados, formando a rede

urbana no Brasil, estabelecida mediante as mudanças e evolução da sociedade e estruturação das cidades no contexto brasileiro. Nesse sentido, a análise da sustentabilidade das cidades brasileiras a partir de um conjunto de indicadores urbanos não constitui tarefa simples, uma vez que as mesmas apresentam características distintas, evidenciadas em várias tipologias e uma diversidade de problemas urbanos peculiares às cidades brasileiras e processo e desenvolvimento adotado.

Rattner (2009) destaca que, durante os últimos cinquenta anos, o crescimento urbano transformou e inverteu a distribuição da população no espaço geográfico e, em 1945, a população urbana representava 25% da população total de 45 milhões, em 2000, a proporção da população urbana marca 82% do total de 169 milhões, ressaltando que essa proporção continua aumentando significativamente, na última década, quando se observa que enquanto a população total aumentou 20%, a população urbana aumentou 40% especialmente nas áreas metropolitanas.

Nesse sentido, pode-se perceber que essa mudança da população das áreas urbanas e rurais proporcionou transformações nas estruturas e nos espaços urbanos, em que o processo de ocupação do espaço envolve uma reestruturação em diversos aspectos presentes nos sistemas naturais para atender às demandas que emergem desse processo de urbanização, no sentido de estabelecer a infraestrutura necessária para atender às necessidades da população aglomerada nesses espaços e no entorno circunvizinho, o que requer a (re)formulação das políticas públicas.

Dessa forma, no contexto do espaço geográfico brasileiro é possível verificar que as cidades apresentam características específicas relativas ao tamanho, aspectos físicos, níveis de urbanização, ocupação territorial, entre outros. Apesar de tais problemas urbanos apresentarem-se de forma mais intensa nas

áreas de maior urbanização, as diferentes escalas de cidades da rede urbana brasileira fazem com que essas cidades apresentem desafios próprios para o desenvolvimento sustentável, o que representa uma preocupação na escolha dos indicadores mais adequados à realidade, cuja operacionalização deve seguir mecanismos consistentes com a subjetividade, incerteza, progressividade e variedade que a sustentabilidade exige, bem como orientação teórica para embasamento das análises. É nesse sentido que o presente artigo busca definir critérios e indicadores urbanos para análise da sustentabilidade nas cidades brasileiras, e cada cidade poderá selecionar o conjunto de indicadores mais adequados à sua problemática urbana.

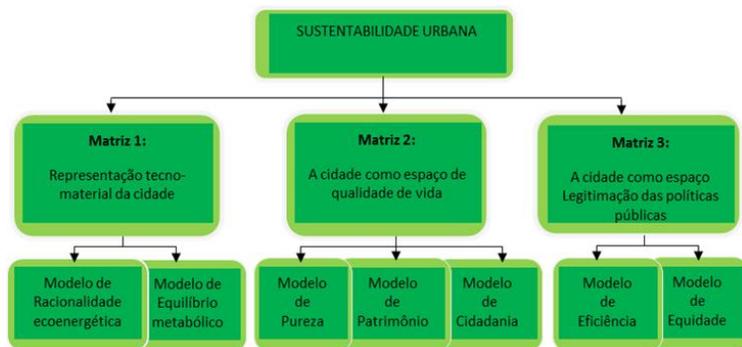
## **CRITÉRIOS E INDICADORES PARA ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE URBANA NAS CIDADES BRASILEIRAS**

Os indicadores urbanos são cruciais para análise adequada da sustentabilidade das cidades. Assim, sua escolha constitui etapa de significativa relevância para análise da sustentabilidade, possibilitando gerar um conjunto de informações sobre a realidade da cidade, no tocante aos aspectos sustentáveis e insustentáveis presentes no espaço urbano, que servirão de subsídio para elaboração e redefinição das políticas públicas urbanas, como forma de traçar os novos rumos das cidades embasadas em práticas sustentáveis.

Um dos principais desafios a ser superado na construção de sistemas de indicadores para análise da sustentabilidade urbana consiste no estabelecimento de um conceito de sustentabilidade urbana adequado aos propósitos da investigação e ao contexto urbano, de modo que este estabeleça as bases para a análise da sustentabilidade da cidade. O enfrentamento desse desafio passa

pela necessidade de identificar um modelo conceitual que sirva como marco ordenador, de modo que haja um entendimento comum em relação ao conceito de sustentabilidade urbana pelos diversos públicos.

Em razão das diversas perspectivas e visões que se estabelecem em relação aos conceitos de sustentabilidade urbana e os desafios decorrentes, consideraram-se, como base conceitual para a proposição dos critérios para a seleção dos indicadores e a análise da sustentabilidade urbana aplicáveis à diversidade de problemas que envolvem o espaço urbano das cidades brasileiras, as três perspectivas ou matrizes discursivas de Acserald (2009): a cidade em sua representação tecno-material; a cidade como espaço de qualidade de vida; e a cidade como espaço de legitimação das políticas urbanas, que por contemplar as principais vertentes de discussão da sustentabilidade urbana, abrange os problemas urbanos das cidades brasileiras. A Figura 1 mostra o modelo conceitual.



**Figura 1** - Modelo conceitual para análise da sustentabilidade urbana

**Fonte:** Elaborado com base em Acserald (2009).

Esse modelo conceitual adotado esclarece que as diferentes representações sobre o que seja a sustentabilidade urbana têm

apontado para a reprodução adaptativa das estruturas urbanas com o reajustamento da base técnica das cidades, nos princípios que fundam a cidadania das populações urbanas ou na redefinição das bases de legitimidade das políticas urbanas (ACSELRAD, 2009). Assim, a partir do modelo conceitual foi construído um modelo operacional para a sustentabilidade urbana que deve orientar a escolha dos indicadores para a composição do índice de sustentabilidade e a análise das cidades numa perspectiva sustentável.

O Quadro 1, a seguir, mostra o modelo operacional, no qual se encontram definidas as matrizes, nas quais, a sustentabilidade deverá ser investigada e suas respectivas dimensões, seguidas da descrição e critérios para a análise da sustentabilidade, além da orientação para a definição dos índices temáticos e indicadores urbanos, com vistas para uma análise e classificação adequada da sustentabilidade das cidades.

**Quadro 1:** Descrição das dimensões e critérios para análise da sustentabilidade urbana (continua)

<b>SUSTENTABILIDADE URBANA</b>
<p><b>DESCRIÇÃO:</b> A sustentabilidade urbana está relacionada aos aspectos capazes de dar durabilidade à integridade do urbano, em que a cidade é vista em sua perspectiva tecno-material de continuidade dos fluxos e estoques de recursos e rejeitos; da promoção da qualidade de vida através do direito às condições saudáveis de existência, de cidadania e identidade do espaço local; e da legitimação das políticas urbanas no tempo, para promover a capacidade política e institucional de intervenção local.</p>
<p><b>CRITÉRIO:</b> Uma cidade será mais sustentável, quanto melhor for sua continuidade material dos fluxos e estoques de recursos, a qualidade de vida e a legitimação e reprodução das políticas públicas urbanas.</p>

## MATRIZ 1 - A CIDADE EM SUA REPRESENTAÇÃO TECNO-MATERIAL

**DESCRIÇÃO:** Reprodução adaptativa das estruturas urbanas para o ajustamento das bases técnicas da cidade, com base na racionalidade ecoenergética e metabolismo urbano, visando à continuidade material de estoques e fluxos de recursos e rejeitos, e sua distribuição à população e atividades no espaço urbano.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá melhor continuidade material de estoques e fluxos de recursos e rejeitos, quanto mais adequadas forem suas práticas em busca da racionalidade ecoenergética e seu metabolismo urbano.

### DIMENSÃO 1: Racionalidade ecoenergética

**DESCRIÇÃO:** Conservação da matéria e da energia e redução das externalidades ambientais no processo de extração, tratamento, consumo e de descarga, além da distribuição espacial desses recursos em relação às populações e atividades no espaço urbano, privilegiando os recursos locais.

**CRITÉRIO:** Em termos materiais: uma cidade apresenta racionalidade ecoenergética, quando para uma mesma oferta de serviços, consegue minimizar o consumo de energia e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais e conservando o estoque e de redução de rejeitos. Em termos de distribuição espacial: uma cidade apresenta racionalidade ecoenergética, quanto melhor for a distribuição espacial da pressão técnica de populações e atividades sobre a base de recursos ambientais urbanos.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que representa a cidade em termos tecno-material, a partir de uma matriz composta por variáveis de consumo de espaço, energia, matérias-primas, bem como produção, tratamento e destino de rejeitos, bem como tecnologias relevantes para a gestão eficiente desses recursos para a população.

### DIMENSÃO 2: metabolismo urbano

**DESCRIÇÃO:** Busca o ajustamento dos fluxos e estoques de matéria e energia para a obtenção de equilíbrio, a partir da capacidade adaptativa de os ecossistemas urbanos (resiliência) superarem as condições vulneráveis e ameaças externas.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá melhor metabolismo urbano, quando seus ecossistemas urbanos apresentam capacidade adaptativa para superarem as condições de vulnerabilidade frente às ameaças externas, mantendo o equilíbrio entre a utilização dos recursos e geração de rejeitos.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que retrata as condições das cidades em termos de existência de normas utilizadas para manter o ajustamento desse fluxo de recursos e rejeitos e garantir o equilíbrio do sistema urbano.

### **MATRIZ 2 - A CIDADE COMO ESPAÇO DE QUALIDADE DE VIDA**

**DESCRIÇÃO:** Está relacionada aos componentes não mercantis relacionados às implicações sanitárias das práticas urbanas que podem interferir na qualidade de vida da população.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá qualidade de vida quando promover o acesso às condições saudáveis de existência, de cidadania e identidade do espaço local.

### **DIMENSÃO 3: Pureza**

**DESCRIÇÃO:** Aspectos evocados para questionar as bases técnicas do urbano, que por sua artificialidade poderiam impregnar a população urbana com substâncias nocivas e tóxicas.

**CRITÉRIO:** Uma cidade apresentará as condições saudáveis de existência quanto mais conhecer as consequências das práticas e tecnologias urbanas, questiona e reduz as implicações sanitárias de tais práticas.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que englobam as emissões líquidas e gasosas resultantes de tecnologias urbanas e suas implicações sanitárias relacionadas que interferem nas condições de vida da população.

### **DIMENSÃO 4: Cidadania**

**DESCRIÇÃO:** Relacionada à existência de estruturas no espaço urbano que favorecem o diálogo e a negociação, a realização de pactos para dar sentido à duração das cidades.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá mais bem assegurado o direito à cidadania quanto melhor promover o diálogo, a negociação e a realização de pactos que resultem na institucionalização para representação da coletividade.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores relacionados à participação da população e à existência de ações, projetos e organizações voltados para o exercício da cidadania pela coletividade.

### **DIMENSÃO 5: Patrimônio**

**DESCRIÇÃO:** Aspectos materiais e imateriais (caráter, identidades, valores e heranças) construídos ao longo da história da cidade, que fazem durar a existência simbólica do patrimônio natural e construído, expresso através dos aspectos históricos, culturais e ambientais, que permitem fortalecer as raízes e origens do seu povo e conservação das identidades locais.

**CRITÉRIO:** Uma cidade preservará o patrimônio local, quanto melhor conservar seus aspectos históricos, culturais e ambientais que fizeram e fazem parte de sua história ao longo de sua existência.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que evidencia a conservação da estrutura e movimentos para fortalecimento das bases naturais, históricas e culturais da cidade.

### **MATRIZ 3 - A CIDADE COMO ESPAÇO DE LEGITIMAÇÃO DAS POLÍTICAS URBANAS**

**DESCRIÇÃO:** Condições de reprodução da legitimidade das políticas urbanas para adequação dos serviços urbanos às demandas da população, mediante o processo de crescimento urbano.

**CRITÉRIO:** Uma cidade melhor reproduzirá a legitimidade das políticas urbanas no tempo, quanto mais adequadas forem as formas de promover adaptação das ofertas de serviços urbanos à quantidade e à qualidade das demandas sociais para garantir equilíbrio entre a oferta e a demanda.

### **DIMENSÃO 6: Eficiência**

**DESCRIÇÃO:** Gestão adequada dos serviços urbanos para atender às demandas da sociedade, mediante a capacidade política e institucional de intervenção local.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá uma melhor eficiência na gestão dos recursos públicos, quanto melhor for o desenvolvimento municipal e quanto mais adequadas forem as formas de promoção da capacidade política e institucional de intervenção local para distribuição adequada dos recursos de acordo com as prioridades locais.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que evidencie a existência de políticas e instituições que legitimem e garantam a gestão eficiente dos recursos para atender às necessidades de sua população.

#### **DIMENSÃO 7: Equidade**

**DESCRIÇÃO:** Condições urbanas e distribuição equitativa para acesso dos serviços à população.

**CRITÉRIO:** Uma cidade terá uma melhor equidade na distribuição dos serviços e das condições urbanas da população, quando mais adequadas forem políticas urbanas para democratizar o acesso aos serviços urbanos.

**ÍNDICES TEMÁTICOS E INDICADORES:** Os índices temáticos são constituídos por um conjunto de indicadores que evidencia a existência de serviços urbanos à população com melhores condições de acesso.

**Fonte:** Elaboração própria (2012) com base nas matrizes discursivas de Acselrad (2009).

A partir do modelo exposto, com a descrição e critérios para análise da sustentabilidade das cidades através das três matrizes da sustentabilidade urbana e suas dimensões com a orientação para a definição dos índices temáticos e indicadores, torna-se possível superar os desafios decorrentes da diversidade de conceitos e da problemática urbana e da subjetividade na operacionalização da sustentabilidade, mediante a proposição de um conjunto de indicadores urbanos que retratam a sustentabilidade das cidades no contexto brasileiro. Esses critérios permitem que a sustentabilidade seja analisada e monitorada, ao longo dos anos, pois os mesmos criam padrões de análises que permitem comparações e continuidade das políticas e ações adotadas.

A matriz 1 que aborda a cidade em sua representação tecno-material é composta pela dimensão 1 - Racionalidade ecoenergética e a dimensão 2 - Metabolismo urbano.

A dimensão 1 – Racionalidade ecoenergética: é composta pelos índices temáticos: Consumo de energia e combustível, Consumo de água, Pressão técnica urbana, Distribuição do Espaço, Produção e destino dos resíduos, Tecnologias ecoeficientes e Base social de apoio.

O Quadro 2, a seguir, mostra a dimensão 1 com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 2:** Índices temáticos, critérios e indicadores urbanos da dimensão 1

MATRIZ 1 - A CIDADE EM SUA REPRESENTAÇÃO TECNO-MATERIAL			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Racionalidade ecoenergética	Consumo de energia e combustível	<p><b>Descrição:</b> Utilização de energia e combustível para manter o funcionamento da base técnica da cidade para oferecer os serviços à população.</p> <p><b>Critério:</b> Uma cidade terá redução no consumo de energia e combustível quando utiliza adequadamente a energia disponível.</p>	<p>FIG; DIC; DMIC; consumo médio de energia elétrica urbana; tarifa de energia e consumo per capita de diesel, gasolina, GNV e álcool; percentual de perdas na distribuição de energia elétrica; consumo médio de energias alternativas.</p>
	Consumo de água	<p><b>Descrição:</b> Utilização de água para manter o funcionamento da base técnica da cidade para oferecer os serviços à população.</p> <p><b>Critério:</b> Uma cidade terá redução no consumo de recursos materiais, quando utiliza adequadamente a matéria-prima disponível.</p>	<p>Consumo per capita de água (m<sup>3</sup>/hab); perdas na distribuição de água (percentual); percentual de economias residenciais de água; extensão da rede de abastecimento de água (km); atendimento urbano de água (%); tarifa de água.</p>

<b>Racionalidade ecoenergética</b>	Pressão técnica urbana	<b>Descrição:</b> pressão técnica das populações e atividades no espaço urbano.	Pressão demográfica; Pressão industrial; Pressão automotiva e Edificações em andamento.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá menor pressão técnica sobre a base de serviços ambientais urbanos quanto menor for a pressão demográfica, industrial e automotiva.	
	Distribuição do Espaço	<b>Descrição:</b> Distribuição espacial da pressão técnica das populações e atividades no espaço urbano.	Razão entre população rural e urbana, Razão entre moradias na zona rural em relação à urbana; Densidade demográfica urbana, Domicílios não ocupados no município; Déficit habitacional; Extensão das unidades de conservação; Assentamentos planejados; Moradia em locais sujeitos a risco.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor consumo e distribuição espacial, quando distribuir adequadamente a pressão técnica da população e atividades sobre a base de serviços ambientais urbanos.	
Produção e destino dos resíduos	<b>Descrição:</b> Volume de resíduos produzidos pelas atividades e população da cidade.	Produção de resíduos sólidos por habitantes; Produção de resíduos tóxicos; Produção de resíduos industriais; Produção de resíduos hospitalares; Percentual de resíduos com destino adequado; Existência de lixões clandestinos.	
	<b>Critério:</b> Uma cidade terá redução do volume dos resíduos, quanto mais adequadas forem as formas de produção e gestão dos mesmos.		
Tecnologias ecoeficientes	<b>Descrição:</b> Existência de tecnologias poupadoras de energias, espaço e materiais, e voltadas para reciclagem de materiais, visando reduzir os impactos antrópicos das práticas urbanas.	Existência de empresas de tecnologias para reciclagem de materiais; Existência de empresas de produção de energias alternativas; Tecnologias para reciclagem patenteadas.	
	<b>Critério:</b> Uma cidade terá redução dos impactos antrópicos das práticas urbana, quanto mais tecnologias poupadoras e de reciclagem adotar.		

<b>Racionalidade ecoenergética</b>	Base social de apoio	<b>Descrição:</b> Constituição de uma base social de apoio através de projetos de mudança técnica urbana, visando estabelecer progressivamente a racionalidade ecoenergética.	Existência de incentivos fiscais para empresas com práticas sociais e ambientais; Percentual de comunidades atendidas com programas ou projetos de educação ambiental; Projetos comunitários de reciclagem; Empresas especializadas em serviços ambientais e Empresas de reciclagem.
		<b>Critério:</b> Uma cidade melhor constituirá sua base social de apoio, quanto mais projetos e ações ambientais envolvendo a população forem criados.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

Para complementar a análise da sustentabilidade da cidade em sua representação tecno-material, a dimensão 2 referente ao metabolismo urbano é composta pelos índices temáticos: Equilíbrio Ecológico, Certificações e Normas/incentivos e Fóruns. O Quadro 3, a seguir, mostra a dimensão 2 da sustentabilidade, com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 3:** Índices temáticos, critérios e indicadores urbanos da dimensão 2 (continua)

MATRIZ 1 - A CIDADE EM SUA REPRESENTAÇÃO TECNO-MATERIAL			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
<b>Metabolismo urbano</b>	Equilíbrio Ecológico	<b>Descrição:</b> Equilíbrio do ecossistema urbano no sentido de suportar as pressões do consumo e atividades urbanas para permitir o metabolismo urbano.	Déficit ecológico e Pegada ecológica do município,
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá mais equilíbrio ecológico quanto mais apresentar condições ecológicas para suportar as pressões do consumo e atividades urbanas.	

<b>Metabolismo urbano</b>	Legislação	<b>Descrição:</b> Existência de legislação que ofereça suporte ao equilíbrio metabólico.	Legislação urbanística e ambiental, Lei de parcelamento do solo, Lei de zoneamento ou equivalente, Legislação municipal de preservação do patrimônio histórico e cultural; Lei municipal que institui o programa de educação ambiental nas escolas; Legislação e fiscalização de indústria poluentes; Plano diretor do município; Legislação com incidência na qualidade da paisagem urbana; Legislação para preservação da vegetação nativa e de áreas verdes; Normas para construção e edificações.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhores condições legais para seu equilíbrio metabólico quanto mais abrangente e adequada for a legislação.	
	Normas/ incentivos e Fóruns	<b>Descrição:</b> Existência de normas e incentivos que ofereçam suporte ao equilíbrio metabólico.	Código de Postura do Município; Normas para construção e edificações; Normas para urbanização e regulamentação fundiária; ICMS ecológico e Fóruns previstos no Estatuto da Cidade.
		<b>Critério:</b> Uma cidade adotará mais normas/incentivos/fóruns quanto mais adequados e abrangentes forem os mesmos para um desenvolvimento urbano sustentável.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

A partir dos índices temáticos e os indicadores urbanos expostos é possível reunir um conjunto de informações consistentes sobre as cidades no que se refere aos fluxos de recursos e rejeitos gerados, bem como o equilíbrio metabólico do espaço urbano que permite a cidade manter um espaço urbano que reage positivamente aos impactos das atividades humanas de uma população que se encontra aglomerada em espaços geográficos densos e que exigem uma distribuição adequada do espaço para atender à diversidade de atividades urbanas.

Como forma de verificar aspectos das condições de vida da população urbana, a matriz 2 que aborda a cidade como espaço de qualidade de vida é composta pela dimensão 3 – Pureza, dimensão 4 – Cidadania e a 5 – Patrimônio.

A dimensão 3 – Pureza: é composta pelos índices temáticos qualidade do ar, qualidade das águas, implicações sanitárias e redução da contaminação das áreas urbanas. O Quadro 4, a seguir, mostra a dimensão 3 com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 4:** Índices temáticos, critérios e indicadores urbanos dimensão 3

MATRIZ 2 - A CIDADE COMO ESPAÇO DE QUALIDADE DE VIDA			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Pureza	Qualidade do ar	<b>Descrição:</b> Refere-se à presença de substâncias nocivas e tóxicas no ar, resultantes das práticas e tecnologias urbanas.	Concentração de poluentes na área urbana;
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor qualidade do ar, quanto menores forem as emissões de substâncias tóxicas e nocivas no ar.	
	Qualidade das águas	<b>Descrição:</b> Refere-se à qualidade das águas em relação à presença de cloro residual, turbidez e coliformes totais.	Aferição do cloro residual na água; amostras de cloro residual dentro do padrão de qualidade; aferição de turbidez na água; amostras de turbidez dentro do padrão de qualidade; aferição de coliformes totais na água; amostras de coliformes totais dentro do padrão de qualidade.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor qualidade das águas, quanto mais adequado for seu monitoramento.	

<b>Pureza</b>	Implicações sanitárias	<b>Descrição:</b> Constitui as implicações sanitárias das emissões de substâncias tóxicas e nocivas nas condições de vida e de saúde da população.	Óbito por doenças infecciosas e parasitárias, doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, doenças do aparelho respiratório, doença do aparelho digestivo, doenças da pele e do tecido subcutâneo e doenças por malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas para cada 1000 hab.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá menores implicações sanitárias quanto menores forem as emissões de substâncias tóxicas que causam doenças e provocam óbitos.	
	Redução da contaminação das áreas urbanas	<b>Descrição:</b> Constitui as medidas preventivas e mitigadoras para redução da contaminação das áreas urbanas.	Sistema de abastecimento de água; Água tratada em ETA(s) em relação à água produzida; Sistema de esgotamento sanitário; Esgoto tratado em relação ao coletado; Unidades de processamento dos resíduos sólidos - tipo aterro sanitário; Sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos; Serviços de limpeza urbana; Coleta diferenciada de pneus velhos, lâmpadas fluorescentes, resíduos de eletrônicos, pilhas e baterias; Monitoramento da qualidade do ar; e Infrações ambientais com multas.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhores condições de existência quando conseguir reduzir a contaminação das áreas urbanas.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

A dimensão 4 – Cidadania: é composta pelos índices temáticos Participação eleitoral, Envolvimento e a participação cívica, Organizações e Conselhos Municipais. O Quadro 5, a seguir, mostra a dimensão 4 com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 5:** Índices temáticos, critérios e indicadores urbanos dimensão 4

MATRIZ 2 - A CIDADE COMO ESPAÇO DE QUALIDADE DE VIDA			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Cidadania	Participação eleitoral	<b>Descrição:</b> Consiste na participação da população nas eleições municipais para escolher os representantes municipais, bem como na participação das mulheres em cargos políticos (ex. vereador e/ou prefeito).	Comparecimento na última eleição municipal e mulheres eleitas na última eleição municipal.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá participação eleitoral quanto maior for o comparecimento da população nas eleições.	
	Envolvimento e participação cívica	<b>Descrição:</b> Envolvimento e participação da sociedade para garantir o direito à cidadania.	Projeto envolvendo a comunidade e org. militares; Plano Diretor participativo; Movimentos comunitários atuantes; Projetos encaminhados ao órgão legislativo por iniciativa popular e Projetos ambientais nos bairros.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá envolvimento e participação cívica quanto melhor promover ações, projetos e movimentos envolvendo a população.	
Organizações	<b>Descrição:</b> Existência de organizações representativas para assegurar os direitos da coletividade.	Comissão de urbanização e legalização; Órgão ambiental (fiscalização e controle); Órgão ambiental (coordenadoria); ONG's ambientalistas; Centrais de denúncia; Cooperativas de catadores e Cooperativas de produtores e vendedores de produtos orgânicos.	
	<b>Critério:</b> Uma cidade será mais bem representada em sua coletividade quanto mais bem estruturadas e abrangentes forem suas organizações.		
Conselhos Municipais	<b>Descrição:</b> Existência de conselhos, visando assegurar os direitos da coletividade.	Conselho municipal de transporte, de política urbana, Desenvolvimento Urbano, da cidade ou similar, de habitação, de meio ambiente, de segurança pública e do Patrimônio Cultural.	
	<b>Critério:</b> Uma cidade será mais bem representada em sua coletividade quanto mais abrangente for a atuação dos Conselhos Municipais.		

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

A dimensão 5 – Patrimônio: é composta pelos índices temáticos Patrimônio natural, Patrimônio histórico e cultural e integridade do patrimônio. O Quadro 6, a seguir, mostra a dimensão 5, com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 6:** Índices temáticos, critérios e indicadores urbanos da dimensão 5

MATRIZ 2 - A CIDADE COMO ESPAÇO DE QUALIDADE DE VIDA			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Patrimônio	Patrimônio natural	<b>Descrição:</b> Aspectos naturais e ambientais mantidos ao longo da história, construção e desenvolvimento da cidade.	Quantidade de árvores centenárias tombadas; Reservas naturais preservadas;
		<b>Critério:</b> Uma cidade preservará seu patrimônio natural e ambiental quanto mais forem valorizados e conservados os aspectos do meio ambiente no espaço urbano.	
	Patrimônio histórico e cultural	<b>Descrição:</b> Aspectos da história que permitem a compreensão das origens e da identidade histórica da cidade em todo seu processo de desenvolvimento, além de aspectos que expressam a cultura do seu povo no processo civilizatório.	Parques e jardins catalogados como históricos; Tombamento do Patrimônio histórico e cultural e Museu histórico e cultural.
		<b>Critério:</b> Uma cidade preservará seu patrimônio histórico e cultural quanto mais forem valorizados os aspectos que fazem parte de sua identidade histórica e cultural.	
	Integridade do patrimônio	<b>Descrição:</b> Expressa a preocupação com a integração do patrimônio municipal.	Integridade do patrimônio histórico e cultural, Órgãos de fiscalização do patrimônio, Projetos para valorização do patrimônio e Recuperação da arquitetura histórica.
		<b>Critério:</b> Uma cidade preservará seu patrimônio quando mantém a integridade de seu patrimônio.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

A partir da análise das dimensões pureza, cidadania e patrimônio, a cidade passa a dispor de informações fundamentais referentes às condições adequadas de existência no espaço urbano, seja em relação aos aspectos naturais e ambientais que permitem qualidade ambiental que resulta em melhores condições de saúde à população; ao acesso à cidadania que permite o acesso da coletividade ao direito aos serviços urbanos; além da integridade do patrimônio local como forma de manter os laços de pertencimento da população à cidade que o acolheu. Essas informações são imprescindíveis para a definição das políticas públicas urbanas adequadas para um desenvolvimento urbano sustentável.

A matriz 3 que aborda **a cidade como espaço de legitimação das políticas urbanas** é composta pela dimensão 6 – Eficiência e a 7 – Equidade.

A dimensão 6 – Eficiência: é composta pelos índices temáticos: Desenvolvimento Municipal, Despesas e Receitas municipais, e Capacidade político-institucional. O Quadro 7, a seguir, mostra a dimensão 6 com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 7:** Dimensões, índices temáticos e indicadores urbanos da dimensão 6

MATRIZ 3- A CIDADE COMO ESPAÇO DE LEGITIMAÇÃO DAS POLÍTICAS URBANAS			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Eficiência	Desenvolvimento Municipal	<b>Descrição:</b> Consiste no desenvolvimento municipal no que se refere às questões educacionais, saúde, emprego e renda.	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM).
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor desenvolvimento municipal quanto melhor for seu desempenho em educação, saúde e emprego-renda.	

<b>Eficiência</b>	Despesas municipais	<b>Descrição:</b> Correspondem à distribuição dos recursos públicos destinados ao desenvolvimento do espaço urbano.	Despesas com planejamento e orçamento; segurança pública; urbanismo; Infraestrutura Urbana; Habitação Urbana; Saneamento
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor desenvolvimento urbano quanto melhor distribuir os recursos públicos para atender às prioridades urbanas locais.	Básico Urbano; Patrimônio cultural e difusão da cultura; Direito à cidadania; Melhoria e ampliação do sistema de transporte.
	Receitas municipais	<b>Descrição:</b> Consiste nos recursos públicos para a gestão municipal.	Receitas municipais per capita ao ano, Razão entre receitas próprias e por transferências e Instrumentos econômicos no gerenciamento dos Recursos Naturais.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor desenvolvimento urbano quanto melhor gerir os recursos públicos para a manutenção do espaço público urbano.	
	Capacidade político-institucional	<b>Descrição:</b> Consiste na capacidade política e institucional de intervenção local para distribuição adequada dos recursos de acordo com as prioridades locais.	Dependência do município em relação às transferências governamentais; Projetos urbanos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC); Fundo municipal de habitação; Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Órgão que gerencia o sistema viário e transporte coletivo.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá mais capacidade política e institucional quanto mais adequadas forem as formas de articulação local.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

A dimensão 7 – Equidade: é composta pelos índices temáticos: Condições habitacionais, Condições socioeconômicas, Condições educacionais e culturais, Acesso aos serviços básicos, Acesso a serviço de transporte, Acesso à justiça, Condições de segurança pública e acesso à justiça, Acesso ao serviço de saúde. O Quadro 8, a seguir, mostra a dimensão 7 com respectivos índices temáticos, descrição e critério de análise e indicadores urbanos.

**Quadro 8:** Dimensões, índices temáticos e indicadores urbanos da dimensão 7

MATRIZ 3- A CIDADE COMO ESPAÇO DE LEGITIMAÇÃO DAS POLÍTICAS URBANAS			
DIMENSÃO	ÍNDICES TEMÁTICOS	DESCRIÇÃO E CRITÉRIO	INDICADORES
Equidade	Condições habitacionais	<b>Descrição:</b> Condições de habitação da população urbana.	Domicílios com densidade adequada; Domicílios urbanos adequados; Crianças em domicílios com saneamento inadequados; Média de moradores nos domicílios; População em aglomerados subnormais e Domicílios em aglomerados subnormais.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhores condições habitacionais quanto mais adequadas forem as políticas urbanas para democratizar o acesso da população a esses serviços.	
	Condições socioeconômicas	<b>Descrição:</b> Condições sociais e econômicas da população urbana.	Produto Interno Bruto per capita e Pessoal ocupado por domicílio, população (urbana) com rendimento mensal domiciliar per capita nominal de até 1/4 salário mínimo; Rendimento mensal domiciliar per capita urbano; População com auxílio do governo federal; Razão entre a população considerada inativa e a população potencialmente ativa e População urbana em extrema pobreza.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhores condições sociais e econômicas quanto mais equitativas forem as políticas sociais e econômicas.	
	Condições educacionais e acesso à cultura	<b>Descrição:</b> Condições educacionais da população.	População alfabetizada urbana (idade acima de 6 anos); Pessoas consideradas potencialmente ativas (15-59 anos) que não sabem ler e escrever; Taxa de não resposta (TNR); Taxa de abandono; Taxa média de reprovação; Taxa média de aprovação e Taxa de distorção idade-série; Índice de ação cultural.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhores condições educacionais e culturais quanto mais equitativo for o acesso da população a esses serviços públicos.	

<b>Equidade</b>	Acesso aos serviços básicos	<b>Descrição:</b> Expressa o acesso da população aos serviços básicos.	Domicílios com abastecimento de água – Rede geral, com banheiro – esgotamento sanitário – rede geral, com destino do lixo – coletado, com acesso à rede elétrica; População urbana atendida com serviço de coleta de resíduos; População atendida com frequência de 2 ou 3 vezes por semana pelo serviço de coleta de resíduos; Acesso à telefonia e internet.
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor acesso aos serviços básicos quanto mais equitativa for a distribuição dos mesmos para a população.	
	Acesso a serviço de transporte	<b>Descrição:</b> Expressa o acesso da população aos serviços de transporte.	Transporte público; Sistema Integrado de Transporte Coletivo; Média de ônibus por linhas; Ônibus para cada 1.000 habitantes; Abrangência do sistema de transporte coletivo e Qualidade da Frota de ônibus (limites de emissão de fumaça).
		<b>Critério:</b> Uma cidade terá melhor acesso aos serviços de transporte quanto mais equitativa for a distribuição dos mesmos para a população.	
	Condições de segurança pública e acesso à justiça	<b>Descrição:</b> expressa o acesso da população aos serviços de segurança pública e justiça.	Número de bombeiros por habitantes; Número de policiais por habitantes; Número de ambulâncias por habitantes; Número de delegacias por habitantes; Taxa de vítimas de acidentes de trânsito, de homicídios e de suicídios; Comissão de Defesa do Consumidor; Tribunal ou Juizado de Pequenas Causas.
		<b>Critério:</b> uma cidade terá melhor acesso aos serviços de segurança pública e justiça quanto mais equitativa e democrática for a distribuição dos mesmos à população.	

<b>Equidade</b>	Acesso ao serviço de saúde	<b>Descrição:</b> expressa o acesso da população aos serviços de saúde.	População atendida com o PSF; Médicos por estabelecimento de saúde; Leitos hospitalares por 100.000 hab.; Habitantes por estabelecimento de saúde.
		<b>Critério:</b> uma cidade terá melhor acesso aos serviços de saúde quando mais equitativa for a distribuição dos mesmos à população.	
		<b>Critério:</b> uma cidade terá melhor acesso à cultura quanto mais equitativa for a distribuição dos produtos culturais à população.	

**Fonte:** Elaboração própria, 2012.

As informações geradas com a análise das dimensões equidade e eficiência permitem que a cidade avalie os resultados das políticas públicas adotadas e a gestão dos recursos públicos. Como essas políticas permitem a disponibilização de serviços à população, bem como a distribuição equitativa de tais serviços, as informações geradas são fundamentais para que haja uma gestão adequada dos recursos que permitam o desenvolvimento urbano em bases sustentáveis, de modo que resulte em melhores condições para a população em meio aos processos de desenvolvimento adotados.

A partir do conjunto de índices temáticos e indicadores urbanos selecionados para a composição das três matrizes discursivas de Acselrad (2009), a análise da sustentabilidade urbana ganha maior abrangência por englobar a diversidade de problemas urbanos, de modo a não comprometer os resultados investigados sobre a sustentabilidade das cidades brasileiras. Assim, o modelo proposto serve como instrumento para análise e monitoramento da sustentabilidade urbana, podendo ser utilizado na análise de cidades, no entanto, sugere-se uma adaptação nos

indicadores, como forma de adequá-los à realidade e ao contexto urbano investigado.

Além disso, é importante ressaltar que a partir desta lista de indicadores propostos, em razão das características específicas e prioridades locais de cada cidade, sugere-se que seja realizada uma consulta aos atores locais e institucionais para identificar os problemas urbanos que afetam a sustentabilidade da cidade, bem como a definição das prioridades locais para seleção dos indicadores urbanos que mais retratem cada realidade investigada. Com essa consulta, o processo de seleção torna-se mais democrático e permite captar a problemática urbana de forma mais consistente, a partir da percepção dos diversos públicos interessados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os aspectos relacionados à problemática urbana e o desenvolvimento de cidades sustentáveis têm adquirido cada vez mais importância nos atuais debates sobre desenvolvimento sustentável. Apesar da diversidade de problemas presentes nas cidades e as múltiplas formas de percepções do espaço urbano e da sustentabilidade, há uma prevalência na percepção de que não se deve negar a existência da cidade, mas de buscar formas de intervenção que promovam cidades sustentáveis.

A sustentabilidade urbana é uma discussão que permeia as decisões referentes ao desenvolvimento das cidades, em que se buscam formas de desenvolvimento que não comprometam o espaço natural, ao mesmo tempo em que seja possível construir o espaço urbano para absorver a população e suas demandas por serviços que possibilitem as mínimas condições de vida urbana. Para entender a sustentabilidade de uma cidade, devem-se

utilizar indicadores que permitam uma análise adequada do espaço urbano investigado, permitindo um monitoramento que gere informações relevantes para orientar as decisões políticas ao longo dos anos, de modo que a cidade possa introduzir processos de desenvolvimento embasados em princípios e práticas sustentáveis.

Para análise da sustentabilidade, é necessário entender que o espaço urbano construído surge como uma extensão do espaço natural, no qual as limitações da capacidade de resiliência da própria natureza impõem os limites da sustentabilidade urbana, estabelecendo as relações de interdependência entre os indicadores, em que uma alteração em um pode influenciar na atuação dos demais, numa cadeia de múltiplas causas e efeitos, o que requer uma percepção sistêmica do processo de análise da sustentabilidade urbana para captar as sutilezas dos processos naturais e urbanos, a partir de formas sistêmicas de análises, incluindo as dimensões e um número adequado de indicadores que sejam os mais consistentes e fidedignos para retratar contextos específicos e gerar informações úteis para melhorar a realidade investigada e viabilizar mudanças na sociedade, a partir de critérios que irão conduzir as cidades para uma proposta sustentável construída ao longo de sua existência.

Além da diversidade dos problemas urbanos que faz surgir diversas percepções do espaço urbano, é relevante reconhecer que o conceito de sustentabilidade envolve valores e crenças que emergem do próprio processo de desenvolvimento e evolução da sociedade e que geram percepções e entendimentos diferentes sobre o tema e que influenciam as práticas locais. Isso mostra que a intervenção para a incorporação de práticas sustentáveis deve considerar a necessidade de mudanças nos valores que orientam a sociedade para um possível ajuste no

comportamento da sociedade para hábitos embasados em princípios sustentáveis.

Os estudos sobre o desenvolvimento do espaço urbano precisam ser viabilizados por mecanismos capazes de preverem os impactos e darem novos cursos de ação que ofereçam opções sustentáveis, através de evidências que revelem tendências ou perspectivas futuras. Pois, o próprio conceito deve considerar a complexidade dos sistemas ambientais e a necessidade da auto-organização como um processo natural para adaptar-se aos impactos já ocasionados, o que requer abordagens integradas e baseadas nas características próprias de cada sistema investigado, captando os valores e significados do processo de desenvolvimento adotado, fato que dificulta o alcance de resultados mais consistentes.

Visto a complexidade que envolve os problemas urbanos e a sustentabilidade, torna-se necessário encontrar formas de intervenção que proporcionem melhorias progressivas e duradouras. Para isso, é fundamental que se estabeleçam medidas de comparação, ao longo dos anos, através da avaliação contínua da sustentabilidade, como forma de gerar informações confiáveis sobre a realidade investigada que servirão de base para o processo de tomada de decisão sobre políticas, estratégias, programas, práticas, etc., que interfiram no processo de desenvolvimento sustentável da cidade.

Nessa perspectiva, para a operacionalização da sustentabilidade urbana, torna-se necessária a definição de indicadores que captem os aspectos explícitos e implícitos relevantes para a sustentabilidade da cidade, o que exige uma compreensão das características da localidade e do processo de desenvolvimento adotado, bem como um modelo conceitual adequado à realidade investigada, para que o mesmo sirva como marco

ordenador na definição dos indicadores para mensurar e analisar melhor a sustentabilidade das cidades, uma vez que indicadores urbanos são imprescindíveis para a gestão e desenvolvimento de cidades sustentáveis. É relevante ressaltar que, independente da abordagem adotada, é importante perceber que os aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentável são complexos e requerem formas sistêmicas de análises, a partir de dimensões, e um número adequado de indicadores que sejam os mais consistentes e fidedignos para retratar contextos específicos e gerar informações que sejam úteis para melhorar a realidade investigada.

Mediante as discussões levantadas em relação à problemática urbana, a busca pelo estabelecimento de um conceito de sustentabilidade urbana adequado, bem como das formas de operacionalizar tal conceito em busca de gerar informações relevantes para a definição de políticas públicas urbanas e do processo de desenvolvimento das cidades, pode-se afirmar que, antes de qualquer tentativa de mensurar ou investigar a sustentabilidade urbana, é imprescindível entender que a mesma é um conceito que está em (des)construção, não existindo, portanto, uma definição única e acabada, o que requer a necessidade de considerar a sustentabilidade em cada contexto geográfico específico, considerando seus aspectos mais relevantes para atender aos diversos interesses das partes envolvidas.

Diante da diversidade e características apresentadas pelas cidades brasileiras, seja em termos físicos, espaciais e de desenvolvimento econômico, social e ambiental, para atender o enfoque multidisciplinar da problemática urbana considerando a análise da sustentabilidade dessas regiões, há uma necessidade de observar tal realidade a partir de suas peculiaridades, vulnerabilidades e potencialidades, evidenciadas por todos os contextos distintos

que envolvem os espaços urbanos brasileiros, especialmente quando se estudam as questões da sustentabilidade urbana.

Nesse sentido, estabelecer um conceito que contemple a complexidade dos problemas urbanos e a amplitude das questões da sustentabilidade é um desafio que deve ser enfrentado, cuja escolha deve ocorrer em função de toda a problemática urbana instalada e das políticas públicas adotadas, como forma de gerar um conjunto de informações para embasar a construção do conceito mais adequado e que se aplica à realidade investigada. Dessa forma, o conceito de sustentabilidade urbana adotado na presente proposta toma como base as três matrizes discursivas de Acserald (2009) por contemplar as três principais representações da cidade e, assim, maior abrangência dos diversos problemas urbanos que influenciam a sustentabilidade das cidades brasileiras.

Diante dos resultados, conclui-se que o modelo permite analisar a sustentabilidade de cidades, além de consentir a construção de padrões de comparação, ao longo dos anos, que favorecem o monitoramento da sustentabilidade e a geração de informações relevantes para o processo de elaboração e implementação de políticas públicas que permitirão incorporar um processo de desenvolvimento embasado em princípios sustentáveis para dotar a cidade de condições favoráveis às práticas duráveis e um processo de desenvolvimento sustentável. Assim, o estudo contribui para os estudos da sustentabilidade urbana, uma vez que consegue trabalhar numa vertente teórica a partir da leitura das matrizes da sustentabilidade urbana, buscando uma relação com a realidade prática através dos indicadores urbanos, de modo a permitir uma orientação para o processo de desenvolvimento urbano das cidades.

Quanto à subjetividade que envolve o tema, emergindo a necessidade de torná-lo mais operacional e mensurável, a definição de um modelo operacional permitiu uma orientação para a definição das perspectivas, dimensões e indicadores de sustentabilidade e, principalmente, a definição de parâmetros para a análise da sustentabilidade urbana das cidades, a partir de uma uniformidade do conceito de sustentabilidade urbana, o que possibilita que a análise da sustentabilidade das cidades seja realizada de forma mais coerente e abrangente para contemplar a diversidade de problemas urbanos brasileiros.

Quanto ao conjunto de indicadores listados para atender à problemática das cidades brasileiras, é importante ressaltar que a proposição apresenta-se de forma genérica buscando contemplar a diversidade de problemas existentes, o que exige uma adaptação dos mesmos para cada espaço geográfico considerando, a partir de uma seleção daqueles que mais retratam a realidade investigada. Nesse processo, torna-se fundamental a participação e consulta aos atores locais, institucionais ou até mesmo à população na seleção dos indicadores mais adequados, como forma de melhor captar as vulnerabilidades que se instalaram ao longo do processo de desenvolvimento urbano adotado e que interferem na realidade local atual.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. **A duração das cidades:** sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009a, 256p.

ACSELRAD, H. Vigiar e unir: a agenda da sustentabilidade urbana? (Prefácio à segunda edição). In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades:** sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009b.

ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. In: **Revista de Estudos Urbanos e Regionais**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR. Publicação semestral da Anpur (maio/novembro), n.1, Campinas, 1999.

BEZERRA, M. C.; FERNANDES, M. A. **Cidades sustentáveis:** subsídios à Elaboração da Agenda 21 brasileira. (coordenadores). – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Consórcio Parceria 21 IBAM-ISER-REDEH, 2000.

BRAGA, T. M. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em regiões metropolitanas brasileiras. **Revista Eure**, v.XXXII, n.96, Santiago de Chile, ago. 2006. p.47-71, 2006. (ISSN 0240-7161).

BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G.; DUARTE, G. S. Índice de sustentabilidade urbana. I Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade - Anppas. Indaiatuba. **Anais...** São Paulo, 2002.

BREMER, U. F. **Por nossas cidades Sustentáveis**. CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. 5º CNP / 61ª SOEAA, 2004.

CASTRO BONAÑO, J. M.. **Desarrollo sostenible Urbano** - una aplicación para Andalucía. Instituto de Estadística de Andalucía. (Premios a Tesis doctorales. Andalucía, 2004.

CANEPA, C. **Cidades Sustentáveis**: o município como locus da sustentabilidade. São Paulo: RCS Editora, 2007.

COSTA, H. S. M. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Número 2. Recife: editora Norma Lacerda: A Associação, p.55-71, 1999. (ISSN 1517-4115).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007). **IBGE mostra a nova dinâmica da rede urbana brasileira**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1246&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1246&id_pagina=1)>. Acesso em: set. 2010.

NAHAS, M. I. P.; PEREIRA, M. A. M; ESTEVES, O. A. et al. **Metodologia de Construção do Índice de Qualidade de Vida Urbana dos Municípios Brasileiros (IQVU-BR)**. APEP 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Indicadores de la Calidad del Desarrollo Urbano**. Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, 1977.

RATTNER, H. Prefácio. In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.** 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

ROMERO, M. A. B.; GUIA, G.; ANDRADE, L. et al. **Indicadores de sustentabilidade dos espaços públicos urbanos: aspectos metodológicos e atributos das estruturas urbanas.** A questão ambiental urbana: experiências e perspectivas. (Seminário). Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

ROSETTO, A. M. **Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de Cidades.** (Tese) Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. 404 p.

STEINBERGER, M. **A (re)construção de mitos sobre a (in)sustentabilidade do(no) espaço urbano.** Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. Número 4. Recife: Editora Norma Lacerda: A Associação. p.9-32, 2001. (ISSN 1517-4115).

SWYNGEDOUW, E. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e urbanização-ciborgue. In: ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.** 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.



# CAPÍTULO 9



## **SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA “UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS”: A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO**

*Maria José dos Santos  
Bernardo Barbosa da Silva  
Lincoln Eloi de Araújo  
Ariosto Gravatar dos Santos  
Eudes de Oliveira Bomfim*

### **INTRODUÇÃO**

A água é uma necessidade universal enquanto elemento indispensável à alimentação, segurança e bem-estar e o principal fator limitante para a existência da vida. Nesse contexto, a captação da água da chuva é uma técnica primordial de abastecimento criada pelas antigas civilizações. Sem dúvida, por meio desta atividade, as comunidades humanas puderam assegurar, por muito tempo, o abastecimento de água para uso doméstico e agrícola. Além disso, a água é relevante para as três dimensões do desenvolvimento: social, econômico e ambiental, constituindo-se em ponto nodal ao se considerar que as dificuldades

de acesso à água estão entre os componentes da pobreza da população das regiões áridas e semiáridas que afetam os direitos básicos à saúde, à segurança alimentar e às atividades produtivas.

Considerando estas premissas, a escolha do Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido – “Um Milhão de Cisternas Rurais” como tema de estudo surgiu da importância de pesquisas com foco na região semiárida. O intuito foi contribuir para a discussão do modelo conceitual das políticas de combate aos efeitos das secas historicamente desenvolvidas nessa região, em busca de alternativas de desenvolvimento. Considera-se a proposição do modelo conceitual de convivência com o Semiárido para produção de políticas públicas mais adequadas à realidade sociocultural, político-econômica e ambiental do Nordeste do Brasil. Esta região tem, entre as suas características ambientais, o difícil acesso à água cuja ocorrência das secas e a irregularidade das chuvas estão entre os fatores ambientais determinantes do seu desenvolvimento socioeconômico. Desse modo, muitos dos problemas dessa região são atribuídos a sua realidade climática. Porém, os fenômenos naturais ocorrem independentemente da vontade do ser humano, mas, por si sós, não justificam todo o peso a eles atribuído quando a ineficiência e a descontinuidade das políticas de governo estão entre as principais causas da crise socioambiental sempre presente no Semiárido brasileiro.

Nesse cenário, o Brasil, dentro da complexidade de ações de gestão pública, tem suas responsabilidades ampliadas no que concerne ao desenvolvimento e à execução de políticas orientadas para promover uma intervenção coordenada nos planos nacional, regional e local. Estas ações devem ser função da sua realidade ambiental, educacional e socioeconômica de modo a possibilitar uma convivência digna com o Semiárido brasileiro,

para que o mesmo deixe de apresentar os piores indicadores sociais do País, mediante instrumentos legais, metodológicos, tecnológicos e de monitoramento efetivamente sustentáveis.

Aos modelos comumente utilizados para monitorar programas governamentais ou executados por instituições não governamentais, têm sido exigidas modificações. Estas devem proporcionar o entendimento e o alcance das transformações provocadas, que ressaltem a relevância e utilidade das ações executadas, do conhecimento e conclusões geradas, que apresentem informações além de custos, eficiência, eficácia, insumos e custos de execução. A avaliação deve constituir-se em importante instrumento de análise e monitoração de programas que verifique e apreenda a ação dentro de uma concepção totalizante embutida em uma perspectiva dinâmica e evolutiva.

Nessa concepção, o desenvolvimento do trabalho consiste na avaliação da proposta da Articulação do Semiárido - um fórum de organizações da sociedade civil composto por mais de 700 entidades dos mais diversos segmentos. Tem como base de análise os princípios, objetivos e metas estabelecidos para o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais, analisando-os por meio de indicadores de sustentabilidade. Parte-se da premissa de sua multidimensionalidade exigindo, assim, análise dentro de uma concepção global que busque apreender a ação desde a sua formulação, execução, resultados e mudanças provocadas e propor uma metodologia de avaliação sistemática e contínua para orientar o processo de tomada de decisão e aperfeiçoamento do programa.

Sob a ótica da sustentabilidade, optou-se por entender o processo a partir da interação entre o sistema natureza e o subsistema ambiente humano, adotando-se as dimensões social, econômica, ambiental e institucional, conforme sistema

postulado pelo *World Resources Institute* que organiza informações ambientais na forma de framework, sob a forma de Pressão - Estado - Resposta (PSR-Pressure-State-Response) adotado como modelo pela *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OECD, 2000) que tem por objetivo estabelecer indicadores ambientais de forma a complementar os indicadores econômicos existentes, a nortear e impulsionar a cooperação, coordenação e estratégias entre indivíduos e instituições-chave que trabalham no desenvolvimento e aplicação de indicadores de desenvolvimento sustentável. Baseia-se, também, no capítulo 40 da Agenda 21 (1997) que coloca a necessidade da elaboração de indicadores que contemplem as especificidades nacionais, regionais e locais, valendo-se, também, dos indicadores adotados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para acompanhamento do modelo de desenvolvimento brasileiro.

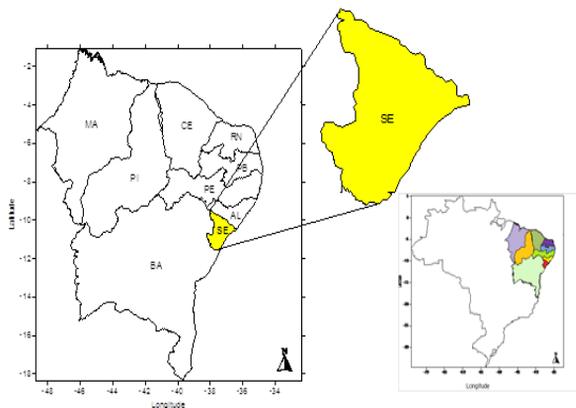
Dessa forma, o estudo propôs-se a elaborar um quadro de indicadores e determinar o índice de sustentabilidade do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido (**SIAVS-P1MC**). Para tanto, faz-se necessário avaliar o nível de contribuição do programa para o alcance do princípio constitucional da garantia do direito à água; adequar os indicadores de sustentabilidade do modelo proposto pela OECD (pressão - estado - resposta), pelo IBGE e Agenda 21 para avaliação do P1MC; elaborar metodologia para o Sistema de Avaliação da Sustentabilidade do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais - (SIAVS-P1MC); aplicar a sequência metodológica elaborada ao P1MC e, por fim, determinar o Índice Sintético de Sustentabilidade do P1MC - **ISS-P1MC** usando o Assentamento Cajueiro no município de Poço Redondo e o Povoado Mocambo em Tobias Barreto no Estado de Sergipe como área de estudo.

## **TOBIAS BARRETO E POÇO REDONDO EM SERGIPE, O LÓCUS DO ESTUDO**

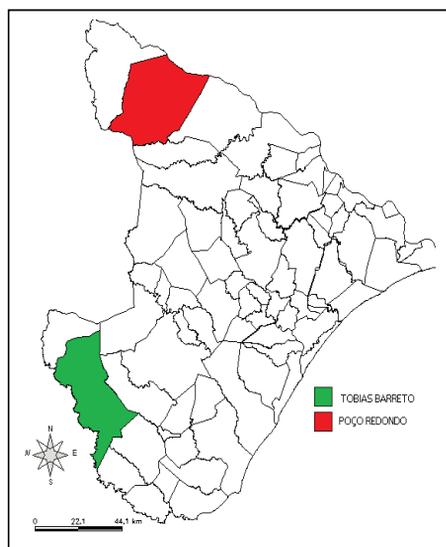
### O Estado de Sergipe

O Estado de Sergipe está localizado na região Nordeste do Brasil (Figura 1). Possui 21.994 km<sup>2</sup> de extensão, o equivalente a 0,26% do território nacional e 1,4% do território nordestino. É composto por 75 municípios e sua população totaliza 1.784.475 habitantes sendo 1.273.226 habitantes na zona urbana - 71,35% e 511.249 habitantes na zona rural - 28,65% (IBGE, 2009). Destes municípios, dois serão alvos do nosso estudo, Tobias Barreto, especificamente o Povoado Mocambo e Poço Redondo, aplicando o método proposto no Assentamento Cajueiro (Figura 2).

A totalidade de sua área espacial encontra-se nos domínios tropicais; sendo assim, é caracterizado por médias térmicas anuais relativamente altas (27°C), sem nenhuma estação fria. O período chuvoso estende-se de abril a agosto apresentando maior precipitação nos meses de maio a julho. A umidade relativa varia de 25% a 75%. A reduzida oscilação térmica contrasta com a acentuada irregularidade pluviométrica, constituindo-se, então, a chuva como elemento determinante do mecanismo natural (PINTO, 1999).



**Figura 1** - Localização Geográfica do Estado de Sergipe  
**Fonte:** Elaborado por ARAÚJO; SANTOS (2009).



**Figura 2** - Área de Estudo: municípios de Poço Redondo e Tobias Barreto  
**Fonte:** SEPLANTEC/DACRH (2004).

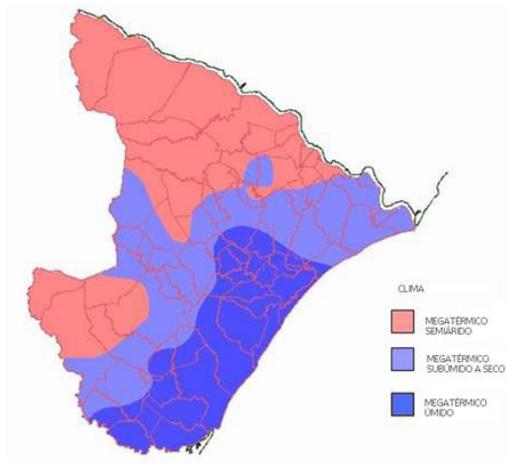
Em razão da irregularidade pluviométrica e por ser um fenômeno recorrente, a previsibilidade da seca desafia a investigação científica, pois as graves consequências poderiam ser minimizadas se dispuséssemos de metodologia capaz de fazer soar o alarme preventivo da sua ocorrência com adequada antecedência. Torna-se importante entender de que maneira estariam se comportando as chuvas no Estado de Sergipe no decorrer do tempo. A pluviometria representa um dado importante para o dimensionamento do sistema de captação, cujos cálculos são feitos com base na intensidade pluviométrica em função do tempo de retorno e do local conforme estabelecido na NBR 10884/89.

O Estado de Sergipe apresenta precipitação pluviométrica decrescente do Litoral para o Alto Sertão. As chuvas são mais abundantes no Litoral e vão escasseando até o Sertão onde chove menos. O Litoral apresenta isoietas superiores a 1600 mm; no Agreste, o índice varia entre 1000 mm e 1200 mm ao passo que, no Sertão Semiárido, a precipitação pluviométrica anual é inferior a 800 mm podendo decrescer até para menos de 500 mm (COSTA; CAVALCANTI, 2005). Os períodos de estiagens podem se prolongar por 7 a 8 meses, aproximadamente, com altas taxas de evaporação condicionada pela irregularidade de distribuição das chuvas e pelo sistema de circulação atmosférica. Aplicando o método Thornthwait; Mather (1955), o Estado de Sergipe apresenta três zonas climáticas diferenciadas pelos índices de umidade e temperatura, conforme apresentam a Tabela 1e a Figura 3 seguintes:

**Tabela 1** - Zonas Climáticas no Estado de Sergipe

REGIÃO	CLIMA
Litoral	Megatérmico Úmido
Agreste	Megatérmico Subúmido a Seco
Semiárido	Megatérmico Semiárido com acentuado déficit hídrico

**Fonte:** Thornthwait; Mather (1955).



**Figura 3** - Variações Climáticas em Sergipe

**Fonte:** SEPLANTEC/DACRH (2004).

A Figura 3 evidencia três variações de clima, no Litoral ocorre o clima Megatérmico Úmido, desde o sul do Estado até as proximidades do Litoral Norte; no Agreste, ocorre o clima Megatérmico Subúmido a Seco, o qual ocupa o Litoral Norte e a parte central do Estado e, no Semiárido, ocorre o clima Megatérmico Semiárido em toda parte noroeste e sudoeste do Estado.

Após a descrição do macroespaço em estudo, apresentam-se os pontos focais específicos do trabalho, Tobias Barreto e Poço Redondo, em que o clima destes municípios exerce influência direta sobre o balanço hídrico local. A irregularidade da precipitação espacial é a principal característica a ser estudada devido a sua importância para planejamento das atividades socioeconômicas, principalmente em se tratando de regiões onde ocorrem secas periódicas a exemplo do Semiárido do Nordeste brasileiro.

### Tobias Barreto

A cidade de Tobias Barreto ascende à categoria de município em 7 de dezembro de 1943, e, pelo Decreto-Lei Estadual nº 377 passa a ser assim denominada em homenagem a **Tobias Barreto de Meneses**, filósofo, poeta, crítico, jurista brasileiro e integrante da Escola do Recife (movimento filosófico de grande força calcado no monismo e evolucionismo europeu). Foi o fundador do Condoreirismo brasileiro e patrono da cadeira 38 da Academia Brasileira de Letras (GÓES et al., 2002). Este município está localizado a 180 m de altitude na região centro sul do Estado de Sergipe, dista 127 km de Aracaju e ocupa a área de 1.021 km<sup>2</sup> de extensão e população de 48.040 mil habitantes. As coordenadas geográficas da sua sede são 11°10'46" de latitude sul e 38°00'00" de longitude oeste (IBGE, 2012).

O potencial hídrico de Tobias Barreto é de 722 milhões de m<sup>3</sup>/ano, sendo que 645 milhões de m<sup>3</sup>/ano correspondem à contribuição de águas superficiais e 77 milhões de m<sup>3</sup>/ano de águas subterrâneas. O uso das águas disponíveis é restrito por estar localizado em uma região de poucos rios perenes. Além do rio Real como principal fonte de água doce, existem pequenos rios como o Itamirim, o Jabiberi e o Buri, riachos, tanques

públicos e privados que minimizam as dificuldades para o abastecimento rural, para a dessedentação de animais, para a irrigação de pequenas áreas e algumas práticas agrícolas. Observa-se o intenso assoreamento da pequena malha hídrica pela ocorrência de erosão das suas margens, desmatamento da mata ciliar e extração de argila praticada nos taludes às margens do rio Jabiberi. O trecho urbano do rio Real, nas épocas de estiagem, apresenta-se seco e quando há fluxo revela carga poluidora resultante de despejos industriais e domésticos no seu leito (SILVA, 2003).

A formação geológica da área é constituída por rochas cristalinas e sedimentares que têm potencial hídrico muito baixo. Os poços cadastrados na área apresentam potencial hídrico que varia de muito fraco: vazão inferior a  $3\text{m}^3/\text{h}$  a médio: vazão de até  $20\text{m}^3/\text{h}$ . Em termos climatológicos, Tobias Barreto possui clima Megatérmico Semiárido à Subúmido Seco, com temperatura média anual de  $24,2^\circ\text{C}$  e precipitação total anual de  $704,0\text{mm}$ . O período chuvoso da região é de março a julho com valores acima da média mensal de  $58,70\text{mm}$  e período seco de agosto a fevereiro com valores abaixo da média mensal climatológica (SILVA, 2003).

Para avaliar as alterações no microclima deste município, foram utilizados dados da precipitação pluviométrica obtidos da série histórica do Setor de Meteorologia da Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – (SEPLANTEC/SE). Foram geradas tabelas a partir das médias mensais e anuais do período de 1914 a 2008, conforme apresenta a Tabela 2, a seguir.

**Tabela 2** - Série Histórica das Médias Hídricas da Precipitação Pluviométrica em Tobias Barreto para o Período de 1914 a 2008

Meses	Dias	T °C	P mm	Horas	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG- AC	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	30	25,7	26,0	12,6	130,88	-104,9	-619,7	26,5	104,3	0,0
Fev	28	25,5	47,0	12,5	117,85	-70,8	-690,5	47,2	70,7	0,0
Mar	31	25,6	58,0	12,2	129,44	-71,4	-761,9	58,1	71,4	0,0
Abr	30	25,1	100,0	11,9	114,93	-14,9	-776,9	100,0	14,9	0,0
Mai	31	24,1	117,0	11,6	102,41	14,6	-212,6	102,4	0,0	0,0
Jun	30	22,8	79,0	11,4	82,22	-3,2	-215,9	79,4	2,8	0,0
Jul	31	22,1	79,0	11,4	77,01	2,0	-201,8	77,0	0,0	0,0
Ago	31	22,2	45,0	11,5	79,08	-34,1	-235,9	49,4	29,7	0,0
Set	30	22,9	27,0	11,8	86,09	-59,1	-295,0	32,0	54,1	0,0
Out	31	24,2	23,0	12,1	107,96	-85,0	-380,0	26,7	81,2	0,0
Nov	30	25,1	49,0	12,4	119,61	-70,6	-450,6	50,5	69,1	0,0
Dez	31	25,4	54,0	12,6	130,17	-76,2	-526,8	54,8	75,4	0,0
<b>Totais</b>		<b>290,7</b>	<b>704,0</b>	<b>144,0</b>	<b>1277,65</b>	<b>-573,6</b>	<b>?</b>	<b>704,1</b>	<b>573,6</b>	<b>-</b>
<b>Médias</b>		<b>24,2</b>	<b>58,6</b>	<b>12,0</b>	<b>106,47</b>	<b>-47,8</b>	<b>?</b>	<b>58,7</b>	<b>47,8</b>	<b>-</b>

**Fonte:** SEPLANTEC/DACRH (2004).

Com base nos totais anuais de precipitação média, observa-se grande variação da precipitação em toda série de dados, com média de 704 mm, variando entre períodos úmidos e de pouca precipitação no decorrer do tempo.

### Poço Redondo

A cidade de Poço Redondo surgiu em 1902, nome que lhe veio do fato de situar-se em local semicirculado pelo “Riacho Jacaré”. Este município foi criado pela Lei estadual nº 525-A, de 23 de novembro de 1953, quando foi elevado à categoria de cidade, porém a instalação do município deu-se em 6 de fevereiro de 1956. Está localizado na região noroeste do Estado de Sergipe, insere-se na área do Semiárido sergipano e na

Mesorregião do Alto Sertão sergipano, dista 186 km da capital, tem 1.232 km<sup>2</sup> de extensão e população de 30.880 habitantes. A sede municipal tem 210 metros de altitude e coordenadas geográficas de 09°48'17" de latitude sul e 37°41'06" de longitude oeste (IBGE, 2012). O nível de pobreza e miséria da sua população é bastante acentuado e as limitações ao seu desenvolvimento têm como um dos fatores a ocorrência de períodos de baixa precipitação, sendo considerada a cidade mais problemática do Estado, estando entre os municípios com baixos índices de qualidade de vida (PNUD, 2003).

Poço Redondo fica à margem direita do rio São Francisco, o clima é semiárido, temperatura média anual de 25,2°C, precipitação pluviométrica com total anual de 574,0 mm e período chuvoso que vai de março a julho. Possui uma malha hidroviária composta por riachos intermitentes, entre os quais se encontra o rio Jacaré. Seu maior curso d'água é o rio Marroquinho que passa a maior parte do ano seco. A distribuição das fontes de água subterrânea deste município, a presença de fendas e fraturas que caracterizam a rocha definem a existência de reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão, resultando em um baixo potencial hidrológico de água subterrânea que limita o abastecimento de água doce para a população (MME, 2002a; ANA, 2005).

A geomorfologia de Poço Redondo é composta por Superfície Pediplanada, com relevo dissecado dos tipos colina e tabular com aprofundamento de drenagem variando de muito fraca a fraca. Os solos são do tipo Planossolo, Regossolo Distrófico, Bruno não Cálcico e Litólico Eutróficos, com uma cobertura vegetal composta de capoeira, caatinga, campos limpos e campos sujos (MME, 2002a). Para avaliar as alterações no microclima de Poço Redondo, foram utilizados dados da

precipitação pluviométrica obtidos da série histórica do Setor de Meteorologia da Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – (SEPLANTEC/SE), conforme apresenta a Tabela 3, a seguir.

**Tabela 3** - Série Histórica da Precipitação Pluviométrica em Poço Redondo

Meses	Dias	T° C	P mm	Horas	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG-AC	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	30	26,7	47,0	12,6	146,05	-99,0	-1849,0	47,0	99,0	0,0
Fev	28	26,4	32,0	12,4	129,84	-97,8	-1946,9	32,0	97,8	0,0
Mar	31	26,4	58,0	12,2	141,16	-83,2	-2030,0	58,0	83,2	0,0
Abr	30	25,9	75,0	11,9	125,19	-50,2	-2080,2	75,0	50,2	0,0
Mai	31	24,5	77,0	11,7	105,20	-28,2	-2108,4	77,0	28,2	0,0
Jun	30	23,7	72,0	11,5	89,71	-17,7	-2126,1	72,0	17,7	0,0
Jul	31	22,6	74,0	11,4	78,92	-4,9	-2131,0	74,0	4,9	0,0
Ago	31	23,0	34,0	11,6	84,63	-50,6	-2181,7	34,0	50,6	0,0
Set	30	24,2	32,0	11,8	99,04	-67,0	-2248,7	32,0	67,0	0,0
Out	31	25,4	18,0	12,1	123,02	-105,0	-2353,7	18,0	105,0	0,0
Nov	30	26,8	17,0	12,4	145,43	-128,4	-2482,2	17,0	128,4	0,0
Dez	31	26,8	38,0	12,5	152,45	-114,5	-2596,6	38,0	114,5	0,0
<b>Totais</b>		<b>302,4</b>	<b>574,0</b>	<b>144,0</b>	<b>1420,65</b>	<b>-846,6</b>		<b>574,0</b>	<b>846,6</b>	
<b>Médias</b>		<b>25,2</b>	<b>47,8</b>	<b>12,0</b>	<b>118,39</b>	<b>-70,6</b>		<b>47,8</b>	<b>70,6</b>	

**Fonte:** SEPLANTEC/DACRH (2004).

Foi elaborada a tabela a partir das médias mensais e anuais dos períodos de 1963 a 2008. O período chuvoso da região é de janeiro a julho com valores acima de 40 mm e período seco (estiagem) de agosto a dezembro com valores abaixo da média mensal climatológica.

Vale ressaltar que apesar do período chuvoso neste município ser mais extenso do que em Tobias Barreto, sua média pluviométrica é significativamente menor e representa menor aporte hídrico na região e maiores dificuldades estruturais para a população. Este cenário dificulta os setores sociais e econômicos, exigindo um melhor planejamento e gestão das suas atividades.

As análises sobre a climatologia de Poço Redondo e Tobias Barreto e a compreensão dos seus fatores fazem-se indispensáveis no processo de planejamento e gestão integrada e desenvolvimento local.

Nesse contexto, insere-se o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais, cuja análise baseia-se nos seus princípios, objetivos e modelo de gestão.

## **O PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS**

A Articulação do Semiárido – (ASA), um colegiado de aproximadamente 700 organizações brasileiras formou um espaço de articulação e parceria entre instituições, comunidades e famílias com o intuito de recriar a interação população-Semiárido. Esta articulação culmina com a formação da Organização da Sociedade Civil de Interesse Público – (OSCIP), denominada Associação do Semiárido – (AP1MC), a entidade jurídica responsável pelo P1MC.

Sob o ponto de vista operacional, a Diretoria Executiva da AP1MC assina contratos com órgãos financiadores estatais nacionais – Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Social, PETROBRAS, Fundação Banco do Brasil, entre outros, e instituições internacionais – (OXFAM), o Comitato Italiano (CeVi), BLF, DED – Serviço de Cooperação Alemã (ASA 2003; ASA, 2009).

O modelo institucional adotado pela ASA foi construído dentro do conceito de arranjo multi-institucional com o objetivo de estabelecer parcerias e ações articuladas com a população visando ao estabelecimento da **convivência com a seca**. Esta articulação, por sua vez, apresenta a captação de água de chuva como uma tecnologia que se adéqua às condições

socioeconômicas, ambientais e de gerenciamento da população rural da região semiárida para proporcionar aos pequenos produtores acesso a uma agropecuária sustentável indispensável ao estabelecimento do desenvolvimento local e regional.

As Unidades Gestoras Microrregionais (UGM), instituições selecionadas por editais públicos nos Estados, assumem a responsabilidade de executar o P1MC nos municípios. A administração é realizada pelas Unidades Gestoras (UGs), uma central e mais sessenta e quatro microrregionais (ASA, 2006).

A execução do projeto se inicia nas instituições municipais e segue toda a cadeia até chegar ao núcleo central para nova sistematização. Este processo tem ponto de partida na escolha das comunidades e famílias a serem contempladas, conforme os critérios de elegibilidade definidos pelo programa.

Os princípios e ações foram concebidos com base nos seguintes pilares: gestão compartilhada - o programa é concebido, executado e gerido pela sociedade civil organizada na ASA - parceria, descentralização e participação, mobilização social e educação-cidadã, direito social, desenvolvimento sustentável e transitoriedade porque buscam a construção de uma nova cultura política rompendo com a dominação secular das elites sobre o povo a partir do controle da água (ASA, 2006).

O P1MC abrange os Estados da região Nordeste onde o clima semiárido produz efeitos mais danosos à população sertaneja: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Piauí, e mais, o Norte do Estado de Minas Gerais e Nordeste do Espírito Santo. A área de abrangência desse projeto compreende 1.012 municípios e uma população rural de 8.300.000 habitantes (ASA, 2006).

Após consolidação da proposta de construção de cisternas criada em 1999, encampada pela Agência Nacional das Águas

em 2001, a parceria entre o Governo Federal e a ASA firmada em 2003 passa a ser conduzida pelo Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate à Fome (MESA), sucedido pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), por meio da assinatura do termo de parceria com AP1MC. Nestes termos, a ação de construção de cisternas fica oficialmente instituída enquanto alternativa para provimento de água potável para a população como parte da política pública de segurança alimentar e nutricional (ASA, 2006).

### O modelo tecnológico adotado

A cisterna cilíndrica de placas de cimento pré-moldadas com capacidade máxima de 16 mil litros foi o modelo escolhido pelo P1MC (Figuras 4 e 5).



**Figuras 4 e 5** – Cisterna cilíndrica de placas pré-moldadas de cimento acoplada ao sistema de captação de água de chuva no Assentamento Cajueiro e Mocambo, respectivamente  
**Fonte:** Pesquisa de Campo (2008/2009).

De acordo com cálculos efetuados pela ASA, este volume é suficiente para fornecer uma média de 13 litros/pessoa/dia de água, para uma família composta por cinco membros beber, cozinhar, lavar as mãos e utensílios domésticos de uso imediato

durante oito meses, considerado período médio de duração da estiagem no Semiárido brasileiro.

As especificações do modelo de cisternas usado pelo programa fazem parte do conteúdo da capacitação de modo a manter o padrão e evitar possíveis erros de dimensionamento e problemas futuros na construção (Quadro1). Nestes termos, um dos requisitos para que uma família seja selecionada para instalação dos sistemas de captação é o tipo e o tamanho do telhado. A cobertura das casas deve ter área mínima de 40 m<sup>2</sup>, as famílias devem ser proprietárias dos imóveis que habitam, apesar desta exigência não constar oficialmente nos termos de acordo, o fato foi citado em entrevistas dos usuários. Estas exigências provocam a exclusão da população mais carente de assistência e soluções que deveriam ser buscadas e executadas para que o P1MC cumpra o papel que justifica sua existência.

**Quadro 1** - Especificações do Modelo de Cisternas Adotado pelo P1MC

<b>Modelo - Cisterna de placas de argamassa de cimento pré-moldadas</b>		
<b>Medidas para uma Cisterna de 16.000 litros</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>	
Raio	1,73 m	
Profundidade do buraco	1,20 m	
Altura do solo	1,20 m	
Altura total	2,40 m	
<b>Tipo de Peça</b>	<b>Nº de Peças</b>	<b>Medidas</b>
Placas de parede (3 fileiras)	63	Curva 1,60cm / Espessura: 5 cm / Largura: 0,5 m / Altura: 0,60m
Placas de cobertura (conjunto)	19	Comprimento: 1,63m / Largura na borda: 0,50m / Largura na ponta 0,08m
Vigas (caibros)	21	Comprimento: 1,66m / Largura: 6cm / Ferro 1,71m
Consumo diário/pessoa	13 litros de água	Para beber, lavar as mãos e utensílios domésticos de uso imediato
Consumo mensal/pessoa	390 litros de água	08 meses de estiagem
Consumo/pessoa	3.120 litros de água	
Consumo/família de 5 pessoas	15.600 litros de água	

**Fonte:** ASA (2006).

Entre os fundamentos estabelecidos pelo programa, está o desenvolvimento de um processo educativo e de mobilização social para ampliar a compreensão e a prática de convivência sustentável com o Semiárido. Perante este contexto, a capacitação dos beneficiários é parte indispensável para o êxito do projeto. A experiência indica que somente o envolvimento das famílias, com a devida orientação, garante o adequado uso da cisterna e a maximização dos benefícios dela decorrentes.

### Os resultados quantitativos alcançados pelo P1MC

A articulação do Semiárido em consonância com as instituições parceiras e com base na estimativa de demanda por cisternas estabeleceram metas e cronograma de execução (Tabela 4).

**Tabela 4 - Metas e Cronograma de Implantação de Cisternas**

Ano	Total de cisternas	Nº de UGs	AL	BA	CE	ES	MG	PB	PE	PI	RN	SE
1º	45.000	47	1.100	9.500	6.600	600	1.200	7.800	6.700	4.000	6.400	1.100
2º	138.500	54	6.000	30.000	18.000	1.500	3.000	24.000	24.000	10.000	16.000	6.000
3º	275.400	64	9.700	83.800	53.000	1.500	6.000	38.700	38.700	15.000	24.000	5.000
4º	299.100	64	9.700	109.200	53.000	2.000	6.700	39.700	39.700	19.000	15.400	4.700
5º	242.000	64	13.400	104.500	44.400	2.000	5.300	4.800	36.900	14.000	12.000	4.700
<b>TOTAL</b>	<b>1.000.000</b>	<b>293</b>	<b>39.900</b>	<b>337.000</b>	<b>75.000</b>	<b>7.600</b>	<b>22.200</b>	<b>115.000</b>	<b>146.000</b>	<b>62.000</b>	<b>73.800</b>	<b>21.500</b>

**Fonte:** FEBRABAN (2007).

Os indicadores estabelecidos para o Estado de Sergipe foram a construção de um número de cisternas que variou de 1.100, no primeiro ano, a 4.700 no quinto ano, totalizando 21.500 cisternas que é a demanda total bruta estimada para o Estado (ASA, 2006).

Conforme informações da ASA até o mês de junho de 2009, haviam sido construídas 8.461 cisternas representando 39,35% da demanda local.

Os dados atualizados e consolidados sobre as principais ações do P1MC estão apresentados no quadro 2, a seguir.

**Quadro 2** - Resultados Consolidados do P1MC até 10/2009

INDICADOR	VALOR INVESTIDO
Cisternas construídas	281.574
Famílias mobilizadas	293.792
Famílias capacitadas em Gerenciamento de Recursos Hídricos	271.874
Comissões municipais capacitadas	6.353
Pedreiros capacitados	5.499

**Fonte:** ASA (2009).

Os resultados alcançados pelo P1MC, após 9 anos de execução, demonstram as dificuldades para cumprimento da meta de construir um milhão de cisternas. Os sistemas de captação instalados somam 281.574 que representam 28,16% do total planejado para o Semiárido brasileiro no período de 2000 a 2009.

### Construindo o modelo de avaliação de sustentabilidade

A questão socioambiental como foco central deste estudo exige o diálogo entre as ciências naturais, exatas e humanas para avaliar a correlação sociedade/natureza e, especificamente, a interação nordestino - Semiárido - seca - chuva e políticas de desenvolvimento. Ressalta-se, então, a importância e a necessidade da interlocução entre Ciência e Política, abordando a Política como Aristóteles a entendia, isto é, como a *arte de definir os limites do bem viver* (GONÇALVES, 2003).

Estes limites são delineados por um exercício intelectual e sistemático na busca de encontrar respostas para as indagações existentes, mas exigem que as próprias questões sejam válidas e as soluções verdadeiras e estejam relacionadas entre si, formem um bloco coerente de ideias e significações, sejam comprovadas e demonstradas racionalmente. As afirmações da ciência são denominadas de juízos de realidade, já que de uma forma ou de outra pretendem mostrar como os fenômenos ocorrem, quais são as suas relações e, conseqüentemente, como prevêê-los e estabelecer uma consonância.

De acordo com Leff (2001), a metodologia interdisciplinar de pesquisa hierarquizada e articula diferentes subsistemas que interagem dentro de um sistema complexo, não linear, com diferentes níveis de espacialidade, temporalidade e interdependência, donde emergem novos processos que estabelecem variadas sinergias e retroalimentações, tanto positivas como negativas.

Diante do exposto, a metodologia a ser adotada deve ser capaz de apreender se houve apropriação subjetiva, coletiva, institucional e organizacional, capaz de induzir um processo participativo de tomada de decisões que permitam um processo de reapropriação da realidade, autogestão e gestão participativa.

Nesse contexto, o presente estudo enquadra-se tipologicamente em pesquisa exploratória considerando o caráter recente e pouco pesquisado do tema abordado. O recorte que o delimita adequa-se ao método de observação e análise de natureza e verificação analítica qualitativa, quantitativa, descritiva e interdisciplinar. Esta abordagem permite apreender e avaliar a dialética entre realidade edafoclimática do espaço estudado, disponibilidade e acesso à água, qualidade de vida, planejamento e gestão, confrontados com o alcance das metas estabelecidas, dos objetivos

propostos e dos princípios adotados pelo Programa Um Milhão de Cisternas Rurais, o P1MC.

A pesquisa exploratória tem por objetivo elucidar uma posição com vistas à conscientização sobre determinado tema, podendo ocupar cinco níveis diferenciados e sucessivos (CHIZZOTTI, 1995). Recomenda-se seu uso quando o fenômeno foi pouco explorado e o estudo tem como finalidade precípua desenvolver e explicitar conceitos, produzir informações, formular conclusões que auxiliem a modificação ou afirmação de ideias.

Considerando essas premissas, apresenta-se, nesta seção, com base nos estudos de Gomes et al. (2000); Cândido (2004); Silva (2007) e Lira (2008) uma sequência metodológica para a avaliação da sustentabilidade e aplicação desta ao P1MC, a qual foi distribuída nas seguintes etapas:

1. Referenciar o conceito de sustentabilidade adotado;
2. Adaptar o sistema de indicadores de sustentabilidade ao tema estudado;
3. Avaliar o P1MC aplicando a metodologia proposta, para tanto se faz necessário;
4. Normalizar os indicadores;
5. Calcular os índices de sustentabilidade das matrizes dimensionais adotadas;
6. Determinar o índice de sustentabilidade sintético;
7. Identificar o grau de sustentabilidade do P1MC.

## CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE ADOTADO

A discussão sobre sustentabilidade representa um embate tanto teórico quanto metodológico e contém desafios tanto aos propositores de políticas, aos movimentos sociais, à comunidade científica para produzir conceitos que oportunistem sobrelevar os pontos vulneráveis dos modelos de desenvolvimento, que são: a enorme desigualdade social e a destruição dos pilares materiais do desenvolvimento. Sustentabilidade trata, fundamentalmente, das formas sociais de apropriação e usos dos recursos ambientais. Desse modo, significa refletir sobre a luta social, isto é, sobre diversos modos de apropriação e significação da natureza, fazer ouvir a voz da sociedade e criar condições para que esta possa desenvolver sua capacidade de afirmação política (ACSERALD; LEROY, 2001).

Para fins de análise, adota-se e complementa-se o conceito elaborado por Krause (1997) que diz: “sustentabilidade é um projeto de sociedade alicerçado na consciência crítica do que existe e um *propósito estratégico* como processo de construção do futuro” no qual se estabelece um fluxo contínuo de mobilização social, fortalecimento institucional, uso racional, eficiente e adaptação à base natural, respeito aos princípios éticos, culturais e históricos possibilitando a construção de autossuficiência econômica e autonomia política do estrato populacional considerado para o presente e para o futuro.

Complementando a conceituação adotada, mesmo diante das diversificadas interpretações, o termo sustentabilidade pode ser visto como um processo para construção de um novo presente e de um melhor futuro. Este conceito pode ser acrescido de elementos chave da teoria de desenvolvimento humano elaborado por Sen (2003) que tem entre as suas preocupações a

melhoria das vidas humanas como objetivo explícito do desenvolvimento e com a compreensão da forma como esse desenvolvimento será efetuado. Os autores, neste artigo, definem desenvolvimento como a ampliação das escolhas das pessoas e sua contribuição que foram determinantes para a conceituação e elaboração dos indicadores de desenvolvimento e mensuração dos índices de desenvolvimento humano, os IDHs.

Nesse contexto, os indicadores e as variáveis que sustentam e determinam o modelo proposto foram agrupados em diversas categorias de dados, como ambientais, tecnológicos, institucionais e socioeconômicos. A espacialização desses dados permitirá uma visualização ampla e a percepção de possíveis relações e efeitos de uns sobre os outros, dando uma ideia da complexidade das correlações.

O estabelecimento de metas e objetivos a serem atingidos pelo P1MC servem de base para definição do sistema de indicadores de sustentabilidade elaborados, considerando fundamentalmente quatro escopos: social, ambiental, econômico e institucional, elementos que interatuam e cuja estrutura organizacional depende das diversas relações existentes entre si que passaremos a definir no próximo item.

## **DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES PARA O P1MC**

A construção do Sistema de Avaliação e Monitoramento do P1MC constitui-se no objetivo mais amplo de melhorar seu desempenho. Significa uma inovação em dois sentidos: primeiro na perspectiva da institucionalização da função avaliação e monitoramento como parte do processo de gestão dos programas junto às comunidades e famílias beneficiadas. Segundo, na perspectiva da *accountability* (LAMOUNIER, 1997), que significa

ir além da prestação de contas pura e simples, pelos gestores da coisa pública, por meio da publicização de resultados de estudos de avaliação e pesquisa. Este termo diz respeito à sensibilidade das autoridades públicas em relação ao que os cidadãos pensam da existência de mecanismos institucionais efetivos, que permitam chamá-los à responsabilidade, quando não cumprirem o seu papel a contento.

Considerando os modelos de avaliação de sustentabilidade desenvolvidos pela OECD, Pressão-Estado-Resposta, a Agenda 21 e o Sistema de Indicadores do IBGE, estabelecem-se quatro dimensões: institucional – que engloba a estrutura e funcionamento das instituições quer sejam governamentais ou não; econômica – nas escalas micro e macro; social – considerando as desigualdades/equidades e a ambiental – atentando para as especificidades da região semiárida.

Da integralização e ponderação destas coordenadas e suas respectivas categorias, resultaram indicadores de sustentabilidade, elaborados com base em diversificadas fontes de dados. Nesse sentido, compreende-se uma análise da gestão descentralizada do P1MC desde a sua implantação, usando um sistema de indicadores de avaliação e monitoramento – SIAVIS-P1MC permitindo mensurar se os objetivos e as metas estão sendo alcançados.

Realizar análises nas seguintes categorias: qualitativa para classificar, compreender e elucidar processos dinâmicos vivenciados por estratos sociais, quais os mecanismos e estratégias adotadas em dadas situações; quantitativa por relacionar diretamente, através de dados estatísticos, as variáveis com o objeto de estudo, permitindo o esclarecimento entre causa e efeito de um determinado fenômeno. Os indicadores e as variáveis que sustentam e determinam o modelo proposto foram agrupados

em diversas categorias de dados, como ambientais, tecnológicos, institucionais e socioeconômicos. A espacialização desses dados permitirá uma visualização ampla e a percepção de possíveis relações e efeitos de uns sobre os outros, dando uma ideia da complexidade das correlações com base nos elementos essenciais adotados para avaliação do programa, assim como algumas referências teóricas utilizadas para construção do sistema de monitoramento, do sistema conforme apresenta o Quadro 3, a seguir.

**Quadro 3** - Resumo dos Elementos Básicos para o Sistema de Avaliação

<b>ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO</b>	<b>ASPECTOS A AVALIAR</b>	<b>ALGUNS RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>
Conceito de sustentabilidade	Conceito de desenvolvimento sustentável Estabelecimento de princípios, metas e objetivos	Visão e definição de conceitos norteadores Dimensões da sustentabilidade	Princípio de Bellagio1; OECD (2004); Agenda 21(1997); Hardi (1997); IISD (1999); IBGE (2004); Bellen (2005)
Estrutura do sistema	Hierarquia do sistema	Detalhamento para visualização do resultado do sistema - o todo e suas partes	Princípio de Bellagio2; Gallopín (1997); Hardi e Semple (2000); OECD (2004)
Conteúdo do sistema	Integrantes de cada nível do sistema	Equidade social, equilíbrio ambiental/ econômico e desempenho institucional	Princípio de Bellagio2; Gallopín (1997); Bellen (2005); OECD (2004)
Escopo do sistema	Horizonte de tempo da mensuração Espaço de estudo	Mensurar efeitos de curto prazo Estimar efeitos de longo prazo Impactos locais e estimativa de efeitos regionais	Princípio de Bellagio4; Hardi (1997b); Bellen (2002)

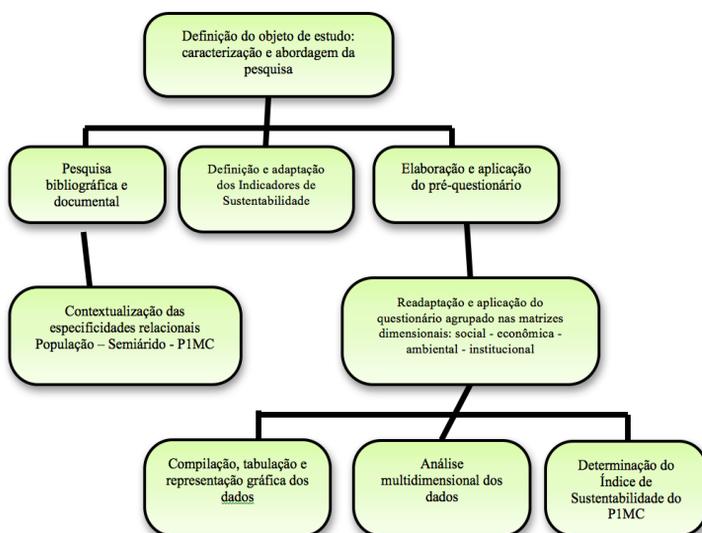
Dados	Tipos de dados – primários, secundários, qualitativos, quantitativos Nível de agregação e sintetização	Quantitativos Analíticos Qualitativos Agregados Inter-relacionados	Parris e Kates (2003); Veiga (2005)
Interface do sistema	Complexidade do sistema Grau de transparência Apresentação Potencial pedagógico	Linguagem e estrutura dos cálculos claros, simples e compreensíveis a não especialista Utilização de cores e recursos visuais para facilitar o entendimento e apreensão Ter significação junto ao público	Princípio de Bellagio 7; Bellen (2002); Gallopin (1997); CSD (2005b) Princípio de Bellagio 6; Gallopin (1997); Hardi (1997); Bellen (2005) Gallopin (1997); Bellen (2005)
Participação do público	Forma e intensidade de envolvimento dos atores sociais	Ampla participação do público envolvido	Princípio de Bellagio 8; Bellen (2005); Gallopin (1997); Hardi e Semple (2000)
Possibilidade de melhoria contínua	Flexibilidade para adaptações Monitoramento de suporte ao processo de avaliação e mensuração	Interatividade, adaptação a mudanças, ajustes de metas, objetivos e indicadores Rotina de levantamento de dados, alimentação e documentação do sistema	Princípio de Bellagio 9; CSD (2005b) Princípio de Bellagio 10; Hardi (1997)

**Fonte:** Adaptado de Delai; Takarashi (2008).

Apresenta-se, a seguir, a sistematização metodológica sequencial para execução do trabalho (Figura 6) e a composição do Índice Sintético do P1MC (Figura 7).

- Primeiro passo - Definição e caracterização do objeto de estudo.
- Segundo passo - Pesquisa bibliográfica e documental.

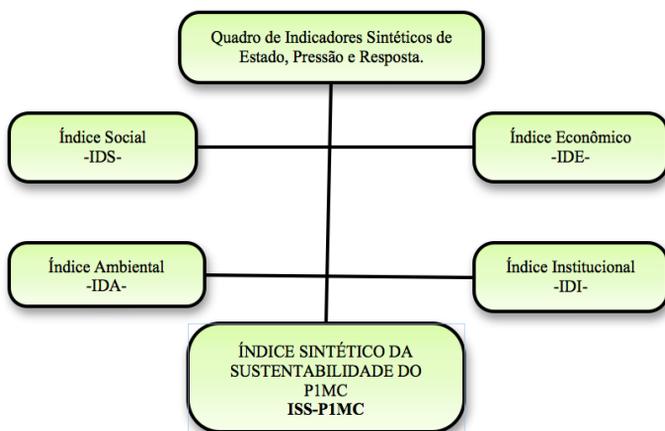
- Terceiro passo - Compreensão da interação sociedade-natureza - reconhecimento das especificidades espaciais, naturais e da analogia entre população - Semiárido e identificação dos fatores específicos essenciais para o estabelecimento da sustentabilidade do programa P1MC.
- Quarto passo - Definição dos indicadores de sustentabilidade adaptados ao tema em estudo, segundo o escopo social, econômico, ambiental e institucional, utilizando os critérios de representatividade, confiabilidade, qualificação, quantificação, baixa complexidade, valor científico e proximidade com a realidade local, usando dados primários obtidos pelo pesquisador. Os indicadores são transformados em índices cuja valoração varia de zero a um, de forma que os valores mais elevados indiquem maior sustentabilidade.
- Quinto passo - Elaboração e aplicação do pré-questionário para levantamento dos dados primários. Atribuem-se índices às variáveis para possibilitar a quantificação.
- Sexto passo - Elaboração do questionário agrupando as questões nas matrizes multidimensionais adotadas e construídas de forma a permitir e avaliar a sustentabilidade da matéria em estudo.
- Sétimo passo - Opção dos pesos atribuídos a cada indicador. Dentro de cada dimensão, escolhe-se um peso para cada um dos indicadores que a compõem. Na sequência, escolhe-se um peso para cada índice sintético de cada dimensão e, com base nesses pesos e nos valores dos índices sintéticos, compõe-se o Índice Sintético da Sustentabilidade do Programa: ISS - P1MC.



**Figura 6** - Sistematização Metodológica Sequencial para Execução da Pesquisa

**Fonte:** Santos (2010).

Após a definição da sequência metodológica da pesquisa, o passo a seguir refere-se à elaboração do esquema de composição do Índice Sintético da Sustentabilidade do Programa: ISS – P1MC. Este será composto pelos índices nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional, conforme apresenta a Figura 7, a seguir.



**Figura 7** - Diagrama de Composição Índice Sintético de Sustentabilidade do P1MC ISS – P1MC  
**Fonte:** Santos (2010).

Para concretizar a estruturação e obtenção dos dados necessários à determinação da sustentabilidade do P1MC e do índice sintético, foi realizada pesquisa de campo para levantamento dos dados primários e secundários conforme descrito a seguir.

## OS DADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

O levantamento de dados foi iniciando pelo reconhecimento da área em estudo e elaboração do plano de amostragem, em seguida obtiveram-se as informações sobre os aspectos socioeconômicos, ambientais e institucionais em consonância com os objetivos do estudo, indispensáveis à avaliação da realidade local.

As informações e dados secundários das dimensões social, econômica, ambiental foram coletados nas seguintes fontes: IBGE, IDH/PNUD, Banco do Nordeste do Brasil, INEP,

SEPLANTEC-SRH-SE e nos documentos da Articulação do Semiárido (ASA), dos centros de pesquisa, universidades e complementados por pesquisas de trabalhos, teses e dissertações publicados sobre o tema na internet.

Os recursos operacionais utilizados para aquisição dos dados primários foram entrevistas semiestruturadas, questionários, observação direta, pesquisa bibliográfica, documental e acessos por meio eletrônico, contatos técnicos junto às organizações executoras e Unidade Gestora do P1MC em Sergipe para a tese do diagnóstico das fragilidades, acertos e potencialidades socioeconômicas, tecnológicas, ambientais e institucionais.

Os critérios de definição da amostra seguiram as categorias ou público-alvo eleitos: os/as chefes de famílias dos povoados atendidos pelo P1MC; representantes das instituições executoras locais – Centro D. José Brandão de Castro – (CDJBC) e Associação Mãos no Arado de Sergipe (AMASE); Gestor Estadual do P1MC e Articulação do Semiárido – (ASA) nacional.

O horizonte temporal adotado pela pesquisa para verificação do cumprimento das demandas estabelecidas pela própria ASA foi o período de 2003 a 2006. Antes deste período, foram firmados convênios entre a ASA, MMA, ANA e FEBRABAN para execução do plano piloto e ajustes da matriz conceitual do Programa, além disso, existem relatórios apresentados pela AP1MC e auditorias realizadas pelo TCU com análise dos resultados alcançados e cumprimento das metas estabelecidas referentes ao intervalo adotado.

Do mesmo modo, a partir de 2003, a ASA firmou parceria com o Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate à Fome – MESA, e, em 2004, com o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS. Estes

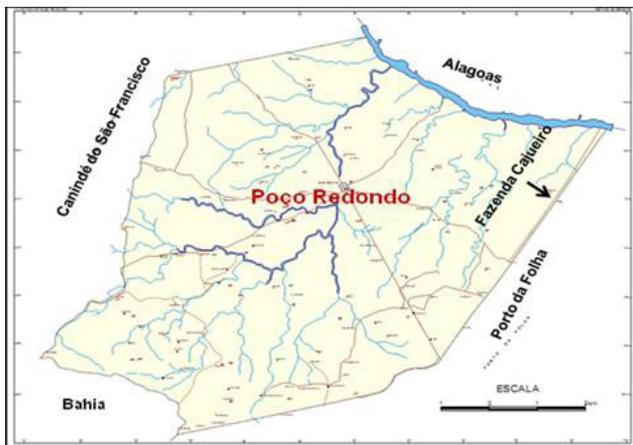
convênios instituíram, de forma irrefutável, o P1MC como estratégia de capacitação para gestão dos recursos hídricos e para a convivência com o Semiárido e ficam estabelecidas como público alvo as famílias rurais, com perfil de elegibilidade adotado pelo programa Bolsa Família (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME, 2008).

As microrregiões eleitas para a realização da pesquisa foram: o Assentamento Cajueiro, na cidade de Poço Redondo (Figura 8) e o Povoado Mocambo, no município de Tobias Barreto (Figura 9). Foi utilizado o critério de amostragem probabilística aleatória simples com base no total de famílias atendidas pelo programa. Foram aplicados 71 questionários significando que foi entrevistada uma média de 44% dos chefes ou das chefes das famílias beneficiárias (Tabela 5).

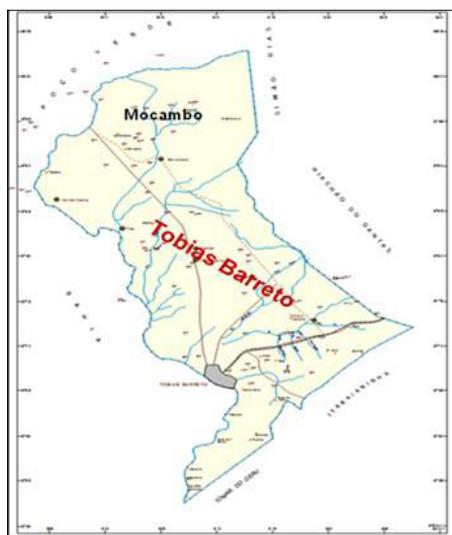
**Tabela 5** - Questionários aplicados por povoado

Município	Povoado	Cisternas Construídas	Nº de Questionários aplicados	Percentual
Tobias Barreto	Mocambo	64	31	48,44%
Poço Redondo	Cajueiro	97	40	41,24%

**Fonte:** Pesquisa de campo, 2008/2009.



**Figura 8** - Localização do Assentamento Cajueiro no município de Poço Redondo/SE  
**Fonte:** MME (2002a).



**Figura 9** - Localização do Povoado Mocambo no município de Tobias Barreto/SE  
**Fonte:** MME (2002b).

Buscou-se a utilização de indicadores quantitativos objetivando estabelecer relações diretas de causas, efeitos relativos às intervenções implantadas. Os indicadores qualitativos servirão para análise dos fatores subjetivos, baseados na opinião dos atores envolvidos.

O esquema para definição das questões, variáveis e parâmetros do questionário foi elaborado para facilitar a sistematização dos dados e informações coletadas. Os formulários foram compostos em seções de acordo com as dimensões subdivididas por temas e estes por variáveis. O processo investigativo desse sistema requer a elaboração de categorias conceituais, que são as dimensões em análise, assim como a definição de temas e variáveis específicas, capazes de apreenderem processos concretos. Nessa perspectiva, os parâmetros eleitos para selecionar as informações necessárias à imersão do pesquisador no tema para análise profunda ampliando a relevância dos conhecimentos produzidos serviram de base para elaboração do quadro específico de indicadores da sustentabilidade do P1MC.

Após execução de toda a estruturação e tabulação das informações, o processamento dos dados foi feito usando o programa Excel para construção de planilhas, figuras e gráficos; o Surfer versão 8.0 (2002) para geração de mapas cuja metodologia baseou-se na utilização do sistema de informações geográficas e indicadores climatológicos estruturados com base nos dados do INMET, INPE e SEPLANTEC/SRH-SE.

Após o detalhamento da sequência metodológica para a avaliação da sustentabilidade e aplicação desta ao P1MC, procede-se à análise do Programa com base no que sinalizam os indicadores e de acordo com as respostas dadas pela população entrevistada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de avaliação da sustentabilidade compõe-se dos indicadores classificados nas dimensões social, econômica, ambiental e institucional, detalhados por temas e tipologicamente identificados nos estratos: pressão, estado e resposta. A **dimensão social** é formada pelos indicadores **população, saúde, educação e habitação** que estão relacionados ao nível de desenvolvimento do subsistema humano (Quadro 4).

### Sustentabilidade Social

**Quadro 4** – Indicadores para avaliação da dimensão social do P1MC

CÓDIGO	ÍNDICE/TEMA	INDICADOR	TIPO
IDS-01 IDS-02 IDS-03 IDS-04 IDS-05 IDS-06 IDS-07	POPULAÇÃO	<b>Densidade populacional</b> Densidade por domicílio Taxa de natalidade <b>Expectativa de vida ao nascer</b> Taxa de mortalidade infantil Taxa de mortalidade geral Migração	Estado Estado Estado Estado Estado Estado Pressão
IDS-08 IDS-09 IDS-10 IDS-11 IDS-12 IDS-13 IDS-14 IDS-15 IDS-16	SAÚDE	<b>Serviços básicos de saúde</b> Existência de Posto de saúde Visita de profissional de saúde (médico/dentista) Visita de agente de saúde local Trabalho sobre saúde Imunização contra doenças infecciosas infantis Prevalência de desnutrição <b>Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado</b> Incidência de diarreia	Resposta Resposta Resposta Resposta Resposta Pressão Pressão Pressão
IDS-17 IDS-18 IDS-19 IDS-20	EDUCAÇÃO	<b>Escolaridade</b> Escolaridade do chefe de família Taxa de alfabetização Taxa de analfabetismo	Estado Estado Estado Estado

IDS-21	HABITAÇÃO	<b>Adequação de moradia</b>	Estado
IDS-22		Propriedade (condição)	Estado
IDS-23		Tipo de habitação	Estado
IDS-24		Área da habitação	Estado
IDS-25		Número de cômodos	Estado
IDS-26		Existência de banheiro	Estado
IDS-27		Tipo de energia	Estado
IDS-28		Equipamentos eletroeletrônicos	Estado
IDS-29		Acesso à telefonia	Estado

**Fonte:** Pesquisa de campo (2008).

A **dimensão econômica** abrange os temas Trabalho, Produção e Renda que servem para indicar o desenvolvimento econômico sintetizando variáveis relativas a **emprego, rendimento familiar, acesso a crédito e planejamento da produção** (Quadro 5).

### Sustentabilidade Econômica

**Quadro 5** - Indicadores para Avaliação da Dimensão Econômica do P1MC

CÓDIGO	ÍNDICE/TEMA	INDICADOR	TIPO
IDE-01	RENDA PRODUÇÃO CRÉDITO ASSISTÊNCIA TÉCNICA	<b>Rendimento médio bruto familiar</b>	Estado
IDE-02		Atividade laboral	Estado
IDE-03		Renda per capita	Estado
IDE-04		<b>Índice de Gini da distribuição do rendimento</b>	Estado
IDE-05		Benefícios sociais (programas do Governo)	Estado
IDE-06		Unidade de produção (propriedade)	Estado
IDE-07		Acesso a crédito	Resposta
IDE-08		Assistência técnica	Resposta
IDE-09		Produção	Resposta
IDE-10		Mercado	Estado
IDE-11		Uso de insumos e perfil tecnológico	Resposta
IDE-12		Estoque para alimentação humana	Resposta
IDE-13		Estoque para alimentação animal	Resposta
IDE-14		Condições de acesso	Estado
IDE-15		Qualidade da rede viária	Estado

**Fonte:** Pesquisa de campo (2008).

A **componente ambiental** revela a pressão antrópica ao meio ambiente, nível de **acesso à água doce, a percepção da importância da captação de água de chuva**, abrangendo aspectos tecnológicos de **manutenção, saneamento, uso do**

**solo e vegetação.** Aborda, também, a capacidade do P1MC influenciar na redução das desigualdades sociais e contribuir para prover a população das condições básicas de vida (Quadro 6).

## Sustentabilidade Ambiental

**Quadro 6** - Indicadores para Avaliação da Dimensão Ambiental do P1MC

CÓDIGO	ÍNDICE/TEMA	INDICADOR	TIPO
IDA-01	ÁGUA DOCE E ÁGUA DE CHUVA	<b>Disponibilidades hídricas</b>	Estado
IDA-02		Cumprimento da lei/Constituição	Estado
IDA-03		Previsão de chuva	Estado
IDA-04		Pluviometria média	Estado
IDA-05		Previsão de seca	Estado
IDA-06		Acesso a sistema de abastecimento	Pressão
IDA-07		Consumo de água médio per capta	Estado
IDA-08		Demanda por sistema de captação	Pressão
IDA-09		<b>Água de chuva/P1MC (importância e expectativa)</b>	Estado
IDA-10		<b>Índice de cobertura do P1MC</b>	Resposta
IDA-11		Eficiência da captação de água de chuva	Resposta
IDA-12		Suficiência do volume armazenado nas cisternas	Resposta
IDA-13		Manutenção do sistema de captação	Resposta
IDA-14		<b>Qualidade da água para consumo humano</b>	Estado
IDA-15		Tratamento químico da água armazenada	Resposta
IDA-16		Filtração da água	Resposta
IDA-17		Índice de perda da água armazenada	Resposta
IDA-18		Idade da cisterna	Estado
IDA-19		Tipo de uso (familiar ou coletivo)	Estado
IDA-20		Uso racional e racionamento da água	Resposta
IDA-21		Uso de carro pipa	Resposta
IDA-22	SANEAMENTO	Coleta de lixo	Estado
IDA-23		Destino final do lixo	Pressão
IDA-24		Esgotamento sanitário	Estado
IDA-25		Tratamento de esgoto	Resposta
IDA-26		Produção de águas residuais	Pressão
IDA-27	SOLO	Uso de defensivo agrícola	Pressão
IDA-28		Uso de fertilizante	Pressão
IDA-29		Prática de conservação do solo	Resposta
IDA-30		Prática de queimada	Pressão
IDA-31	VEGETAÇÃO	Tipo de vegetação	Estado
IDA-32		Manejo da caatinga	Resposta
IDA-33		Extração de lenha	Pressão
IDA-34		Extração de madeira	Pressão

**Fonte:** Pesquisa de campo (2008).

O conjunto das variáveis englobadas pela **dimensão institucional** mensura a capacidade de o programa estimular a **participação** na gestão institucional e dos recursos naturais e oferecer ferramentas, por meio da capacitação, para a população suplantar as principais dificuldades e apresentar respostas aos desafios da sustentabilidade (Quadro 7).

## Sustentabilidade Institucional

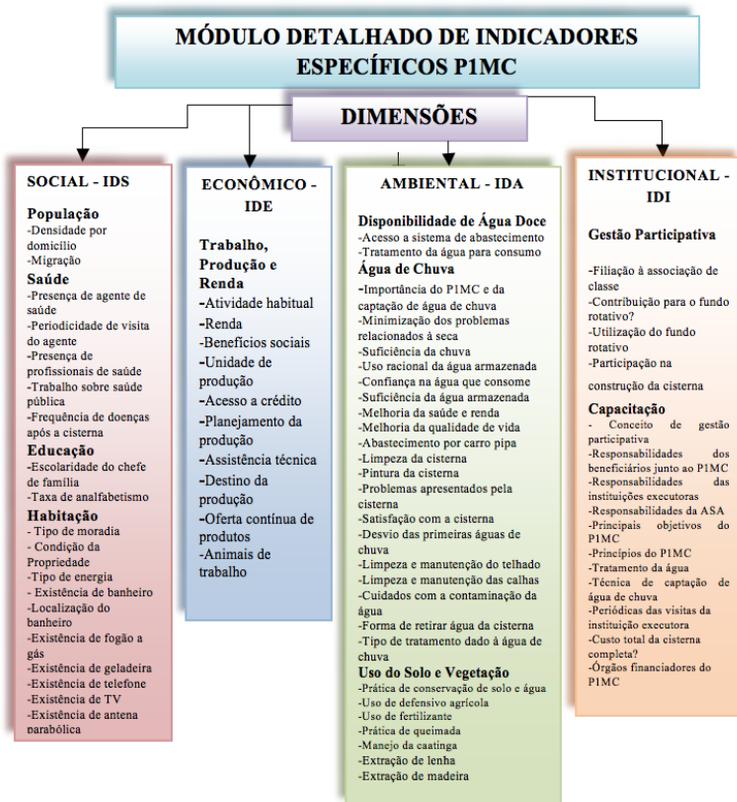
**Quadro 7** - Indicadores para Avaliação da Dimensão Institucional do P1MC

CÓDIGO	ÍNDICE/TEMA	INDICADOR	TIPO
IDI-01	PARTICIPAÇÃO	<b>P1MC</b>	Estado
IDI-02		Existência de instituição	Estado
IDI-03		Participação em instituição (cooperativa, associação, sindicato...)	Resposta
IDI-04		<b>Agenda 21 local</b>	Resposta
IDI-05		Assistência financeira	Estado
IDI-06		Assistência técnica	Resposta
IDI-07		Capacitação/treinamento	Resposta
IDI-08		Participação feminina	Resposta
IDI-09		Monitoramento	Resposta

**Fonte:** Pesquisa de campo (2008).

Propõem-se, assim, 87 indicadores, entre os quais 12 são indicadores síntese por serem abrangentes e possuírem ampla inter-relação com outros e 35 específicos por estarem diretamente relacionados ao P1MC. Este escopo simplificado servirá de matriz inicial para a aplicação do sistema ora proposto. Diante da escolha de levantar os dados no âmbito comunitário, há a necessidade de se trabalhar no microuniverso da ação, de determinar a variação local para posterior avaliação do desempenho estadual e regional. Dos Quadros 3, 4, 5 e 6, foram extraídos os indicadores e variáveis específicos em consonância com os dados primários encontrados, na pesquisa de campo, gerando

um módulo detalhado de indicadores específicos do programa (Figura 10) por especificar as variáveis adotadas.



**Figura 10** - Módulo Detalhado de Indicadores Específicos do P1MC  
**Fonte:** Santos (2010).

Após a definição dos indicadores, a etapa seguinte consiste em transformá-los em índices cujos valores variam de zero a um, de maneira que os índices mais elevados indicam maior sustentabilidade, quando a variável apresenta relação positiva, ocorrendo o contrário caso seja considerada a relação negativa.

Para calcular o Índice Sintético de Sustentabilidade do P1MC – ISS-P1MC e ajustar os valores das unidades específicas, adota-se uma escala cujo valor mínimo é zero e máximo é um, possibilitando a mensuração do Índice Sintético de Sustentabilidade do P1MC, assim como a sua representação gráfica de acordo com o código de cores (Quadro 8).

**Quadro 8** - Índices, Níveis de Sustentabilidade e Respectivo Código de Cores

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO	CÓDIGO DE CORES
0,0000 a 0,2500	Crítica	VERMELHO
0,2501 a 0,5000	Boa/Alerta	AMARELO
0,5001 a 0,7500	Aceitável/Boa	VERDE-CLARO
0,7501 a 1,0000	Boa/Ideal	VERDE

**Fonte:** Adaptado de Martins; Cândido (2008).

Calculou-se o Índice Sintético de Sustentabilidade do P1MC usando as seguintes fórmulas:

$$\text{Se a relação é positiva: } IS = \frac{(x - m)}{(M - m)} \quad (1)$$

$$\text{Se a relação é negativa: } IS = \frac{(M - x)}{(M - m)} \quad (2)$$

Onde: IS = Índice de Sustentabilidade; x = valor (escore) observado de cada variável no local estudado; m = valor (escore) mínimo identificado para cada localidade;

M = valor (escore) máximo identificado para cada localidade.

Considerando o quadro de indicadores específicos da sustentabilidade do P1MC, os escores atribuídos e a fórmula adotada para o cálculo do índice, foram encontrados os resultados dispostos a seguir.

O índice de sustentabilidade social das comunidades Mocambo e Cajueiro encontrado, após a média aritmética dos índices de cada família entrevistada, foi 0,4418 e 0,4697, respectivamente, que se situa na faixa que varia de 0,25 a 0,5 significando estado de alerta em termos de sustentabilidade social nas duas comunidades.

O índice de sustentabilidade econômica do Mocambo e Cajueiro encontrado, após a média aritmética dos índices de cada família entrevistada, foi 0,7157 e 0,6685, respectivamente, que se encontra na faixa que varia de 0,5 a 0,75 que significa estar em um bom nível socioeconômico.

O índice de sustentabilidade ambiental encontrado foi 0,6048 para o Povoado Mocambo e 0,6105 para o Assentamento Cajueiro. Estes valores se encontram na faixa de sustentabilidade que varia de 0,5 a 0,75 significando que a população adota comportamento com nível médio de preocupação com o seu bem-estar e com o meio ambiente.

O índice de sustentabilidade institucional do Povoado Mocambo encontrado, após o cálculo da média aritmética dos índices de cada família entrevistada, foi 0,2278, que se situa na faixa que varia de 0,0 a 0,25, classificado como nível crítico para a sustentabilidade na dimensão institucional. O valor deste mesmo índice para o Assentamento Cajueiro foi de **0,4078**, que está inserido no intervalo de 0,2501 a 0,5000 cuja sustentabilidade tem classificação que varia de estado de alerta a boa. O baixo valor destes índices deve-se, principalmente, ao desempenho na variável capacitação revelando que a unidade gestora deve investir mais nesse item, pois, segundo declaração dos entrevistados, a duração do curso de Gestão de Recursos Humanos - GRH é muito pequena diante da complexidade dos conteúdos a serem repassados.

Após o cálculo dos índices de sustentabilidade por dimensão, obteve-se o Índice Sintético da Sustentabilidade Geral do P1MC que deu resultado de 0,4975 para o Povoado Mocambo e 0,5391 para o Assentamento Cajueiro. O índice do Mocambo está na faixa que varia de 0,25 a 0,50 com classificação de estado de alerta em termos de sustentabilidade enquanto que o índice do Cajueiro inclui-se na faixa que varia de 0,5001 a 0,7500, cujo nível de sustentabilidade classifica-se como aceitável a bom (Quadros 9 e 10 e Figuras 11 e 12).

**Quadro 9** - Nível de Sustentabilidade Sintética do P1MC no Povoado Mocambo/Tobias Barreto/SE

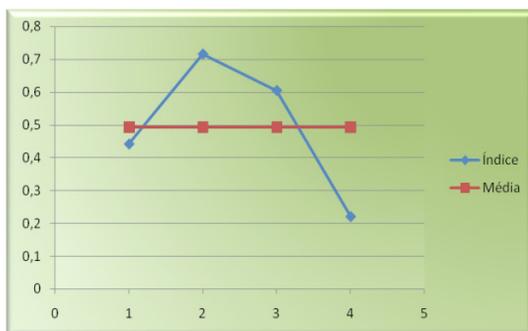
Dimensão	Índice de Sustentabilidade Mocambo	Nível	Código de Cores
Social	0,4418	Sust. Alerta/Aceitável	
Econômica	0,7157	Sust. Aceitável/Boa	
Ambiental	0,6048	Sust. Aceitável/Boa	
Institucional	0,2278	Sust. Crítica	
Sustentabilidade Sintética do P1MC	<b>0,4975</b>	Sust. Alerta/Boa	

**Fonte:** Pesquisa de campo, 2008/2009.

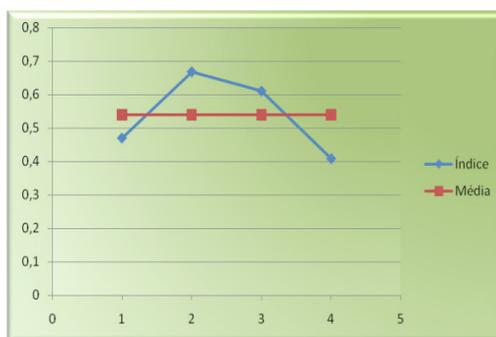
**Quadro 10** - Nível de Sustentabilidade Sintética do P1MC no Assentamento Cajueiro/Poço Redondo/SE

Dimensão	Índice de Sustentabilidade Cajueiro	Nível	Código de Cores
Social	0,4697	Sust. Alerta/Aceitável	
Econômica	0,6685	Sust. Aceitável/Boa	
Ambiental	0,6105	Sust. Aceitável/Boa	
Institucional	0,4078	Sust. Alerta/Aceitável	
Sustentabilidade Sintética do P1MC	<b>0,5391</b>	Sust. Aceitável/Boa	

**Fonte:** Pesquisa de campo, 2008/2009.



**Figura 11-** Índice da Sustentabilidade Sintética do P1MC no Povoado Mocambo  
**Fonte:** Santos (2010).



**Figura 12 -** Índice da Sustentabilidade Sintética do P1MC no Assentamento Cajueiro  
**Fonte:** Santos (2010).

Estes resultados permitem as seguintes conclusões analíticas para a sustentabilidade do P1MC conforme apresentadas no item a seguir.

## CONCLUSÕES

A proposição de um quadro de indicadores de sustentabilidade para o Programa Cisternas Rurais exige o enfrentamento de grandes desafios desde os conceituais, a partir da definição de sustentabilidade, das subjetividades inerentes à concepção do programa e à avaliação das suas atividades no contexto do Semiárido.

Com base na fundamentação teórica, conclui-se que o desenvolvimento do Semiárido do Brasil e naturalmente a porção semiárida do Estado de Sergipe dependem da precipitação pluviométrica e, conseqüentemente, as suas variações provocam prejuízos econômicos e sociais à população da área. A natureza e a magnitude das secas resultam da associação entre a ausência ou irregularidade das chuvas com a falta de políticas eficientes somadas à carência de organização da produção agrícola. Assim, o impacto da seca só pode ser compreendido dentro de um contexto mais amplo da sociedade e de seus processos associados, em que as vulnerabilidades espaciais estão intimamente relacionadas com as características das pessoas e suas organizações, em termos de sua capacidade para prever, enfrentar, resistir e se recuperar dos efeitos resultantes dos fenômenos naturais. Assim, a situação cultural, a infraestrutura socioeconômica e a insuficiência das ações de políticas públicas potencializam, significativamente, a intensidade e magnitude da capacidade de recuperação das populações da área.

Neste contexto, a identificação entre o Sertão e o sertanejo é um dos eixos fundamentais da interação ser humano e ambiente, representado, neste artigo, pelo inevitável fenômeno da seca, pela espera e chegada da chuva e pelo direito constitucional à água. Para tanto, a viabilidade de se programar alternativas estratégicas

que atinjam este fim passa pela adoção de tecnologias sociais alternativas adequadas ao Semiárido que possibilitem a maximização do aproveitamento das águas pluviais. Estas devem ser encaradas como políticas públicas complementares sem, contudo, deixar de priorizar a instalação de sistema de abastecimento convencional indispensável ao cumprimento legal das ações de saneamento e às atividades produtivas.

Diante de exposto, foram cumpridos os objetivos estabelecidos pelo estudo de construção e adequação do quadro de indicadores e elaboração de uma metodologia para avaliação da sustentabilidade do P1MC, cuja sequência foi montada, aplicada e executada sobre os princípios e objetivos construídos pelas instituições que compõem a ASA. Conclui-se que os pilares da proposta do programa assentam-se na busca essencial da superação do estigma da inviabilidade do Semiárido e da afirmação das suas potencialidades naturais e organizacionais.

Porém, surgem questionamentos decorrentes de variações percebidas durante a pesquisa de campo. Sobre as dificuldades surgiram três eixos interrogativos: o primeiro de natureza conceitual, o segundo de ordem institucional e o terceiro que apresenta problemas operacionais.

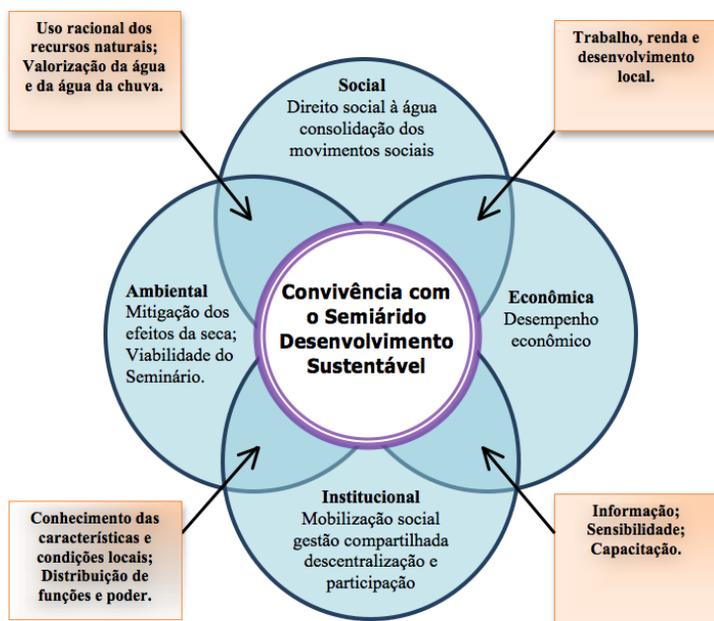
Para uma grande parcela dos atores participantes dos cursos de GRH, falta conhecimento dos conceitos na sua essência e entendimento dos princípios norteadores e objetivos do programa. Há pouca certeza da definição dos papéis quando significativa parcela dos usuários declara não saber quais são as responsabilidades dos diversos atores que compõem a rede de articulação. Estes fatores têm causado significativos entraves à efetivação da gestão participativa.

Os problemas relacionados à operacionalização do programa residem na fragilidade da garantia e efetivação dos mecanismos

de controle social, monitoramento do processo, enquanto função estendida aos beneficiários, assim como a carência em lhes propiciar o acompanhamento técnico indispensável à manutenção dos sistemas de captação.

Sendo assim, emergem os entraves percebidos após análise dos resultados obtidos no cálculo dos índices dimensionais e da mensuração no nível de sustentabilidades sintética do P1MC. Conclui-se que, nas comunidades pesquisadas, este indicador aponta para a premência da otimização dos índices de sustentabilidade, principalmente quanto à dimensão institucional e social, sem, contudo, deixar de empreender esforços para a melhoria das demais dimensões. Esta conclusão assinala que o P1MC ainda se encontra bastante distante do alcance da tão almejada sustentabilidade na execução e alcance das suas metas e propósitos estabelecidos.

Diante do exposto e das constatações supracitadas, considerando, ainda, os princípios específicos adotados pelo P1MC, percebe-se a interação destes com as dimensões de sustentabilidade, conforme proposta na Figura 13. Esta figura ilustra o processo de intercalação das ações nas diferentes dimensões que interagem em um espaço natural, por meio do cruzamento dos fatores ambientais, econômicos, sociais e institucionais, em suas diversas variáveis, considerando os princípios e diretrizes previamente elaborados pelo P1MC. Nesse sentido, o programa pretende obter como resultado dessa dinâmica a nucleação representada pelo foco de atenção instituído, a convivência com o Semiárido e o desenvolvimento sustentável, como prioridades estabelecidas.



**Figura 13** - Interseção entre dimensões, princípios do P1MC e objetivos a alcançar  
**Fonte:** Santos (2010).

A convivência, enquanto perspectiva de sustentabilidade, pressupõe a percepção da complexidade do Semiárido por meio do resgate possível das relações de convivência entre sociedade e natureza, incentivo às atividades socioeconômicas apropriadas que proporcionem melhoria da qualidade de vida da população e o alcance da sustentabilidade em todos os seus aspectos.

Nesse contexto, a conceituação de convivência sustentável, enquanto proposta alternativa de compreensão do espaço geográfico no qual se vive e sua utilização de forma equilibrada, fortalecimento da sociedade civil, conquista da plena cidadania

e garantia do direito à boa qualidade de vida, converge para o significado de sustentabilidade adotado pela pesquisa.

Os resultados obtidos permitem concluir que, diante das práticas adotadas pela maior parte da população, a maioria não empreende ações de proteção e conservação ambiental e exerce pressão sobre o meio natural que resulta em pressão à sociedade num processo de retroalimentação. Isto significa que o estado da base natural encontra-se em progressivo processo de comprometimento devido aos sinais de desmatamento e de ausência de ações de saneamento, principalmente a falta de tratamento das águas residuais e disposição inadequada do lixo produzindo contaminação do solo. Em contraponto, o armazenamento de água da chuva diminui a pressão da estiagem sobre a população e o reconhecimento da importância do P1MC estimula modificações na interação população com o Semiárido enquanto prática alternativa de convivência e instrumento de transformação da realidade local.

Apesar das fragilidades apontadas, conclui-se que essa estratégia representa uma experiência em gestão cidadã, uma tentativa de usar as potencialidades locais e superar as carências em um espaço geográfico, cuja proposta pretende, ainda que não alcance plenamente, o estabelecimento do processo relacional harmonioso entre indivíduo/espço/sociedade, que parte do individual para o coletivo, do núcleo familiar para a comunidade, do micro para o macro, do local para o regional, processo que corrobora com a afirmativa explícita da viabilidade do Nordeste semiárido de que é perfeitamente factível e sustentável a convivência da população com esta singular região do Estado brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ACSERALD, H.; LEROY, Jean Pierre. **A duração das cidades**. Sustentabilidade e risco nas políticas públicas. DP& Editora. Rio de Janeiro, 2001.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Consórcio ENGECORPS/PROJECT/GEOAMBIENTE/RIVERSIDE. Rp 04 – **Diagnóstico da Oferta de Água Bruta e Avaliação Preliminar de Alternativas Técnicas No Estado de Sergipe – Parte B. Projeto Pró-Água Semiárido**: Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semi-Árida. Brasília, 2005.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO/ASA. (2003). **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido**: Um Milhão de Cisternas Rurais. Anexo II do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira FEBRABAN e AP1MC. Recife- PE.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO/ASA. FEBRABAN. Disponível em <[www.asabrasil.org.br](http://www.asabrasil.org.br)>. Acessado em jun/2006.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO/ASA. **Cisternas construídas**. Disponível em: <<http://www.asa.com.br>>. Acessado em julho de 2009.

BANCO DO NORDESTE. **Mapa da área de atuação operacional**. Fortaleza, 2005.

CÂNDIDO, G. A. **A aplicação das dimensões do desenvolvimento sustentável e os níveis da competitividade sistêmica**: um estudo comparativo entre regiões produtoras de calçados no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande. 210p. Campina Grande, 2004.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. São Paulo: Cortez, 1995.

COSTA, O. A.; CAVALCANTI, I. F. A. **Casos extremos de precipitação no Estado de Sergipe em 1999 e 2000**. Secretaria de Planejamento da Ciência e Tecnologia de Sergipe/CPTEC/INPE. Aracaju, 2005.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S. **Elementos fundamentais para escolha dos Sistemas de Mensuração do Desenvolvimento Sustentável**. Seminários em Administração FEA-USP, 2006, São Paulo. SEM EAD, 2006.

FEDERAÇÃO DOS BANCOS BRASILEIRO. Programa P1MC: participação da FEBRABAN no Projeto Cisternas Rurais. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/destaques/apresentação\\_cisternas.pdf](http://www.febraban.org.br/destaques/apresentação_cisternas.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2007.

GÓES, C.; FREIRE, E.; PASSOS, C.; MANGUEIRA, V. História dos municípios. **Jornal Cinform**. Aracaju, 2002.

GOMES, M. L.; MARCELINO, M. M.; ESPADA, M. da G. **Proposta para um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. Ed: Direção Geral do Ambiente. Amadora/Portugal, 2000.

GONÇALVES, C. W. P. **Geografando, nos varadouros do mundo**. Brasília: Ibama, 2003.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E. et al. **Environmental indicators**: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington: WRI, 1995. 53p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico brasileiro do ano de 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>. Acesso em: 10 out. 2009.

\_\_\_\_\_. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Canais temáticos: Brasil em síntese. Disponível em: < [www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php) >. Acesso em: abril de 2012.

KRAUSE, G. A. A natureza revolucionária da sustentabilidade. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997, p.15-19.

LAMOUNIER, B. Accountability: forma de responsabilização dos agentes políticos. São Paulo: **Revista Exame**, 1997.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Mércia Mathilde Endhilde Endilch Orth (trad). Rio de Janeiro:Vozes, 2001.

LIRA, W. S. **Gestão do conhecimento para indicadores de sustentabilidade SIGESIS**: proposta de uma metodologia. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. (2008). **Índice de desenvolvimento sustentável para municípios IDSM**: metodologia para cálculo e análise do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade para espaços geográficos. João Pessoa- PB, 292p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Programa Cisternas**: um estudo sobre a demanda, cobertura e focalização. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação, 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste**: Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Poço Redondo. Aracaju: Governo do Estado de Sergipe/CPRM/SEPLANTEC/SRH/CPRM, 2002a.

NBR 10844. **Instalações prediais de águas pluviais**. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dez. 1989.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Draft Synthesis Report Group on State of Environment workshop on Indicators**

**for Use in Enviromental Performance reviews.** Doc. ENV/EPOC/SE, Paris, 2000.

\_\_\_\_\_. **Projeto Cadastro da Infra-Estrutura Hídrica do Nordeste:** Estado de Sergipe. Diagnóstico do Município de Tobias Barreto. Aracaju: Governo do Estado de Sergipe/CPRM/SEPLANTEC/SRH/CPRM, 2002b.

PINTO, J. E. S. de S. **Os reflexos da seca no Estado de Sergipe.** São Cristóvão: NPGeo/UFS, 1999.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Relatório do Desenvolvimento Humano-RDH 2006. Disponível em: [www.pnud.org.br/rdh](http://www.pnud.org.br/rdh). Acesso em: 5 jun. 2009.

**SANTOS, Maria José dos. Programa Um Milhão de Cisternas Rurais:** proposição de um sistema de indicadores de avaliação de sustentabilidade. SIAVS-P1MC. 242 f. Tese de Doutorado. Doutorado em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Campina Grande, 2010.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos.** SEPLANTEC/DACRH, 2004. Disponível em: <http://www.seplantec-srh.se.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2009.

SILVA, L. F. da. **A construção de um índice de sustentabilidade agrícola (ISA):** uma proposta metodológica. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

SILVA, T. E. M. Irrigação, desenvolvimento rural e meio ambiente: ação da CODEVASF no Baixo São Francisco Sergipano. In: SILVA, T. E. M.; LOPES, E. S. A. (Orgs.). **Múltiplos olhares sobre o Semiárido nordestino**: sociedade, desenvolvimento e políticas públicas. Aracaju: FAPESSE, 2003.

SEN, A. **O desenvolvimento como liberdade**. Gradiva, Trajectos, Lisboa, 2003.

THORNTHWAIT, C. W., MATHER, J. R. **The water balance. Publications in Climatology**. New Jersey, Drexel Institute of technology, 1955. 104p.



## **SOBRE OS AUTORES**

### **Allan Sarmiento Vieira**

*Doutor em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

### **Ângela Maria Cavalcanti Ramalho**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professora da Universidade Estadual da Paraíba*

\* \* \*

### **Ariosto Gravatar dos Santos**

*Engenheiro Civil da Empresa Baiana  
de Saneamento Ambiental*

\* \* \*

### **Bernardo Barbosa da Silva**

*Doutor em Engenharia Civil pela  
Universidade Federal da Paraíba  
Professor Visitante pela Universidade Federal de Pernambuco*

\* \* \*

### **Celênia de Souto Macedo**

*Mestra em Ciências Sociais*

**Clênia Rodrigues Alcântara**

*Doutora em Meteorologia pela  
Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Enyedja Kerlly Martins de Araújo Carvalho**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Erivaldo Moreira Barbosa**

*Doutor em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Eudes de Oliveira Bomfim**

*Doutor em Geociências Aplicadas pela  
Universidade de Brasília  
Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela  
Universidade Federal da Paraíba*

\*\*\*

**Francisco de Assis Salviano de Sousa**

*Doutor em Hidráulica e Saneamento pela  
Universidade de São Paulo  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Gesinaldo Ataíde Cândido**

*Doutor em Engenharia de Produção pela  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**João Miguel de Morais Neto**

*Doutor da Universidade Federal de Campina Grande*

**Josandra Araújo Barreto de Melo**  
*Doutora em Recursos Naturais pela*  
*Universidade Federal de Campina Grande*  
*Professora da Universidade Estadual da Paraíba*

\*\*\*

**José Dantas Neto**  
*Doutor em Agronomia pela*  
*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita*  
*Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**José Ribamar Marques de Carvalho**  
*Doutor em Recursos Naturais pela*  
*Universidade Federal de Campina Grande*  
*Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Karina Guedes Correia**  
*Doutora em Recursos Naturais pela*  
*Universidade Federal de Campina Grande*

\*\*\*

**Lílian Gabriele de Freitas Araújo**  
*Bacharela em Direito pela*  
*Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

\*\*\*

**Lincoln Eloi de Araújo**  
*Doutor em Recursos Naturais pela*  
*Universidade Federal de Campina Grande*  
*Professor da Universidade Federal da Paraíba*

\*\*\*

**Luiz Gustavo Bezerra de Lima Morais**  
*Geógrafo pela Universidade Estadual da Paraíba*

**Maria José dos Santos**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Maria de Fátima Martins**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professora da Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Maria de Fátima Nóbrega Barbosa**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professora da Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Maria do Carmo Élide Dantas Pereira**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande  
Professora da Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Patrícia Borba Vilar Guimarães**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Rosires Catão Curi**

*Doutora pela University of Waterloo no Canadá  
Professora da Universidade Federal de Campina Grande*

\* \* \*

**Sandra Sereide Ferreira da Silva**

*Doutora em Recursos Naturais pela  
Universidade Federal de Campina Grande*

**Silvana Eloisa da Silva Ribeiro**

*Doutora em Sociologia pela  
Universidade Federal de Pernambuco*

\* \* \*

**Zélia Maria de Arruda Santiago**

*Doutora em Educação pela  
Universidade Federal da Paraíba  
Professora da Universidade Estadual da Paraíba*

\* \* \*

**Wilson Fadlo Curi**

*Doutor pela University of Waterloo no Canadá  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande*

### **Sobre o livro**

<b>Projeto Gráfico e Editoração</b>	Leonardo Araujo
<b>Design da Capa</b>	Erick Ferreira cabral
<b>Normalização e Revisão Linguística</b>	Elizete Amaral de Medeiros
<b>Formato</b>	15 x 21 cm
<b>Mancha Gráfica</b>	10,5 x 16,5 cm
<b>Tipologia utilizada</b>	Bembo Std 12 pt