

ANDRÉ LUIZ QUEIROGA REIS

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE APLICADO À BACIA DO RIO
CUIÁ - JOÃO PESSOA (PB)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Programa Regional de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente
PRODEMA

João Pessoa – PB

2010



UFPB



UEPB



UERN



UESC



UFAL



UFS



UFRN



UFS



UFPI

Universidade Federal da Paraíba

Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

ANDRÉ LUIZ QUEIROGA REIS

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE APLICADO À BACIA DO RIO
CUIÁ - JOÃO PESSOA (PB)**



João Pessoa – PB

2010

R375i Reis, André Luiz Queiroga.

Índice de sustentabilidade aplicado à Bacia do Rio Cuiá-João Pessoa(PB) / André Luiz Queiroga Reis.- - João Pessoa : [s.n.], 2010.

137 f.: il.

Orientador: Roberto Sassi e Maristela Oliveira de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN.

1.Meio ambiente. 2.Indicadores ambientais. 3.Bacia hidrográfica - Rio Cuiá/PB.
4.Índices de sustentabilidade. I. Reis, André Luiz Queiroga.

ANDRÉ LUIZ QUEIROGA REIS

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE APLICADO À BACIA DO RIO
CUIÁ – JOÃO PESSOA (PB)**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de MESTRE EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE.

Orientador (es):

Prof. Dr. Roberto Sassi

Prof^a Dra. Maristela Oliveira de Andrade

João Pessoa – PB

2010

ANDRÉ LUIZ QUEIROGA REIS

**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE APLICADO À BACIA DO RIO
CUIÁ – JOÃO PESSOA (PB)**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de MESTRE EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE.

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Sassi – UFPB

Orientador

Prof^a. Dra. Maristela Oliveira de Andrade – UFPB

Orientadora

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima– UFPB

Examinador Interno

Prof^a. Dra. Claudia Coutinho Nóbrega – UFPB

Examinadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e a meu pai **José Mainart Reis** (*in memoriam*) que por causa deles e do que me ensinaram, me tornei o homem que sou hoje e durante minha jornada neste trabalho pude aprender cada vez mais com eles, isso me incentivou e promoveu minha imagem de cientista. Alcanço esse estágio da vida deixando registrado o orgulho que tenho em ser filho, esposo e pai dessa família que tanto amo.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus e a meus pais (**Maria Gerúsia de Oliveira e José Mainart Reis**) por me guiarem e me orientarem nas escolhas pessoais e profissionais da minha vida.

A minha esposa **Christianne Maria Moura Reis** que sempre me incentivou e me motivou a atingir meus objetivos e serviu como exemplo de perseverança em estudar e pesquisar e nos momentos de dúvida foi uma fonte inspiradora para o meu trabalho.

A minha filha **Ana Beatriz Moura Reis**, que me deu motivos de sobra para realizar um trabalho que pudesse proporcionar um meio ambiente mais equilibrado e ensinasse a ela o valor da natureza.

Ao meu orientador **Roberto Sassi**, que me guiou com sua experiência e tranquilidade no caminho do conhecimento e ainda derrubou barreiras e paradigmas de um modo de pensar insustentável.

A minha orientadora **Maristela Andrade**, que acreditou em mim e na minha ideia em desenvolver essa dissertação, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do trabalho e me inserindo no contexto social da sustentabilidade.

Aos professores do PRODEMA, que contribuíram para minha formação, em especial os professores **Eduardo Viana, Gustavo Lima, Martin Lindsey e Loreley Garcia**, que em suas disciplinas me fizeram enxergar e a valorizar a diversidade de conhecimentos da área ambiental.

A secretária do PRODEMA, **Amélia Limeira**, que me conduziu no cumprimento dos procedimentos internos do programa, sempre estando disponível as minhas solicitações.

Ao departamento de Engenharia Civil da UFPB, em especial a professora **Carmem Gadelha**, que através de seu apoio, foi possível dar mais profundidade a pesquisa.

Aos componentes da banca de avaliação, em especial ao professor **Eduardo Viana** e a professora **Claudia Coutinho**, que aceitaram o convite para participar da avaliação do trabalho e contribuíram de maneira singular na conclusão desta dissertação.

E por fim e não menos importante, aos meus colegas de curso, que foram fundamentais para meu aprendizado. Em especial os amigos (em ordem alfabética) **Anderson, Catiana, Claudio, Eugênio, Ligia e Lúcia**, que nos momentos difíceis da jornada, dividimos alegrias e angústias de estar em um mestrado.

**Se vontades fossem sonhos,
os desejos voariam (Ana
Beatriz Moura Reis, 2009).**

RESUMO

Na atualidade existe a necessidade do desenvolvimento e aplicação de técnicas de monitoramento ambiental, que apresentem e forneçam dados confiáveis, práticos e de fácil obtenção às principais esferas do poder público e a população inserida em um determinado ecossistema. Uma dessas técnicas é a aplicação de Índices de Sustentabilidade, que aglutinam aspectos qualitativos e quantitativos das dimensões social, ambiental, econômica e institucional. Desta forma a qualidade da água e de outros recursos naturais de uma bacia hidrográfica se tornam os principais indicadores ambientais relacionados à sustentabilidade e podem ser influenciados por diversos fatores relacionados aos meios biótico, físico e social. As relações entre os meios biótico e abiótico fazem parte de um sensível equilíbrio, motivo pelo qual as alterações que interferem nessas relações presentes em uma bacia hidrográfica podem alterar a sua qualidade. Desenvolver um ou mais índices, que melhor representem a tendência de sustentabilidade ambiental, fornecendo informações de advertência à sociedade e ao poder público e, conseqüentemente, propor ações de conservação na bacia hidrográfica do rio Cuiá, segundo a Agenda 21 local, compõe a estrutura principal deste trabalho. Foram utilizados indicadores das quatro dimensões da sustentabilidade (social, ambiental, econômica e institucional), para compor o índice de sustentabilidade aplicado especificamente na bacia hidrográfica do rio Cuiá em João Pessoa. A metodologia utilizada para a avaliação da condição de sustentabilidade da bacia foi baseada no Painel da Sustentabilidade. Esse sistema ou método é proposto principalmente por 4 estágios: 1 - Levantar informações de referência e de relevância específicos da área em estudo, agrupando dessa forma os dados primários; 2 - Analisar cada dado primário e compor os parâmetros de análise; 3 - Avaliar o desempenho de cada parâmetro para compor o Indicador de Sustentabilidade de cada dimensão; 4 - Agregar o desempenho dos indicadores para compor o Índice de Tendência de Sustentabilidade da área estudada. Conclui – se que neste trabalho foi possível contextualizar e discutir os aspectos teóricos conceituais da sustentabilidade e propor o uso de uma metodologia de operacionalização destes conceitos a partir do Painel da Sustentabilidade e ainda propor ações que promovam a melhoria do índice de sustentabilidade. Os resultados obtidos pela pesquisa revelam a fragilidade de um socioecossistema urbano, a exemplo da bacia hidrográfica do Cuiá, onde o elevado grau de urbanização sem o devido planejamento deteriora as condições ambientais, bem como reflete a necessidade do poder público em trabalhar de maneira integrada na conservação do meio ambiente, equidade social e desenvolvimento econômico.

Palavras-Chave: 1. Sustentabilidade. 2. Indicadores. 3. Bacia hidrográfica 4. Índices

ABSTRACT

Currently there is a need for the development and application of techniques for environmental monitoring and provide data showing reliable, practical and easy to obtain the main spheres of public and population inserted in a given ecosystem. One such technique is the application of Sustainability Indexes, they combine qualitative and quantitative aspects of social, environmental, economic and institutional. This way quality of water and other natural resources in a watershed become the main environmental indicators related to sustainability and can be influenced by many factors relacioned by the biotic, physics and social environment. The relations between biotic and abiotic environment make up part of a sensible balance, which is why change in this relations in the hydrographic basin can alter its quality. Develop one or more indexes that better represent the trend of environmental sustainability, providing warning information to society and the government and therefore propose conservation actions in the Cuiá hydrographic basin, according to the Local Agenda 21, forms the main structure of this work. Were used as indicators of the four dimensions of sustainability (social, environmental, economic and institutional) to form the index of sustainability applied specifically in the hydrographic basin of Cuiá river in João Pessoa. The methodology for assessing the trend of sustainability of the basin was based on the Dashboard Sustainability. This system or method is proposed mainly by four stages: 1 - Identify reference information and specific relevance of the study area, thereby gathering the primary data, since each 2-Analyze primary and make the analysis parameters, 3 - Evaluate the performance of each parameter to compose the indicator of each dimension of sustainability, and 4 - Add performance indicators to compose the Tendency of Sustainability Index Trend in the study area. The conclusion in this work that was possible context and discuss the theoretical concepts of sustainability and propose the use of a methodology to operationalize these concepts from the Dashboard Sustainability and still propose actions that promote actions to improvement of the sustainability index. The results obtained by the research revealed the fragility of an urban socioecosystemic, like the Cuiá hydrographic basin, where the high degree of urbanization without proper planning continuously deteriorating environmental conditions, and reflects the greater need of government and society work in an integrated way in environmental conservation, social equity and economic development.

Key-words: 1. Sustainability, 2. Indicators, 3. Hidrographic basin, 4. Index

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	SIGNIFICADO
PSR	Pressure – State – Response
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PSIR	Pressure, State, Impact, Response
DSR	Driving force, State, Response
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
DS	Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
BBC	British Broadcasting Corporation
FAO	Food and Agriculture Organization
DLS	Desenvolvimento Local Sustentável
IDMC	Informações Descritivas de Monitoramento Contínuo
WWF	World Wildlife Fund
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
DSE	Diagnóstico Sócio-Econômico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
UTM	Universal Transverso de Mercator
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
SEMAM	Secretária Municipal de Meio Ambiente
DIEP	Divisão de Estudos e Projetos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
SUDEMA	Superintendência de Meio Ambiente
AESA	Agência Estadual de Águas
ETA	Estação de Tratamento de Água
DL	Desenvolvimento Local
DQO	Demanda Química de Oxigênio
BH	Bacia Hidrográfica

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	SIGNIFICADO
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
APP	Área de Preservação Permanente
OD	Oxigênio Dissolvido
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DFC	Diagnóstico Físico Conservacionista
AGP	Avaliação Global da Paisagem
VMP	Valor Máximo Permitido
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
ONG	Organização Não Governamental
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
IDSM	Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios
IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
COPAM	Conselho de Política Ambiental
ICMS	Impostos sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
ISS	Imposto Sobre Serviços

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Modelo de interação pressão – estado – resposta em sistemas ambientais	30
Figura 2	Modelo de Equilíbrio Sustentável	31
Figura 3	Modelo de Interação Eficiente do Estado	32
Figura 4	Esquema de Interação de Influências Dinâmicas entre Diferentes Escalas Territoriais	33
Figura 5	Diagrama esquemático para Avaliação Global da Paisagem	37
Figura 6	Esquema para Identificação de Áreas de Estudo – Limite Territorial	38
Figura 7	Esquema para Identificação de Áreas de Estudo – Raio de Ação	38
Figura 8	Esquema para Identificação de Áreas de Estudo – Corredor	38
Figura 9	Esquema para Identificação de Áreas de Estudo – Unidade Homogênea	39
Figura 10	Fluxograma Simplificado de Planejamento	43
Figura 11	Pirâmide de Dados	51
Figura 12	Apresentação de Dados pelo Painel da Sustentabilidade	52
Figura 13	Localização dos Pontos de Coleta da SUDEMA, CAGEPA/PMJP e da Pesquisa	61
Figura 14	Localização da Área de Estudo	71
Figura 15	bacia Hidrográfica do rio Cuiá – Apresentação da Malha Urbana dos Bairros e Sistema de Drenagem	72
Figura 16	Uso e Ocupação do Solo do Cuiá	74
Figura 17	bacia Hidrográfica do rio Cuiá – Apresentação dos Limites Territoriais dos Bairros e Sistema de Drenagem	80
Figura 18	Foto Mosaico de lançamento de efluentes no rio Cuiá	83

LISTA DE FIGURAS E ILUSTRAÇÕES

Figura 19	Ponto de Coleta Próximo a Nascente - Bairro Grotão	85
Figura 20	Ponto de Coleta Próximo a Confluência entre os rios Laranjeiras e Cuiá – Bairros: Mangabeira – Cuiá – José Américo	86
Figura 21	Ponto de Coleta Próximo a Ponte de divisa dos Bairros Valentina e Mangabeira	87
Figura 22	Ponto de Coleta à Aproximadamente a 50m a jusante do lançamento do efluente tratado pela ETE de Mangabeira – Bairros: Mangabeira - Valentina	88
Figura 23	Ponto de Coleta Próximo a confluência entre o riacho Buracão e rio Cuiá – Bairros: Costa do Sol – Paratibe – Barra de Gramame	89
Figura 24	Ponto de Coleta Próximo a principal desembocadura do rio Cuiá no Oceano Atlântico	90
Figura 25	Estimativa de Densidade Populacional	91
Figura 26	Avaliação de Desenvolvimento do Comércio	92
Figura 27	Avaliação dos Serviços Essenciais	93
Figura 28	Painel da Sustentabilidade da bacia Hidrográfica do Cuiá	95
Figura 29	Representação ilustrativa de “células” de sustentabilidade nos bairros	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise Comparativa do Conjunto dos Indicadores de Sustentabilidade	53
Tabela 2	Parâmetros de Monitoramento da Água e seus métodos	60
Tabela 3	Localização dos Pontos de Coleta na bacia do Cuiá da SUDEMA e CAGEPA	60
Tabela 4	Relação entre Pontuação e Gradiente de Cores	68
Tabela 5	Caracterização dos solos nos Baixos Planaltos Costeiros	76
Tabela 6	Caracterização dos solos na Superfície e encostas dos tabuleiros costeiros	77
Tabela 7	Caracterização dos solos as Planícies Aluviais	78
Tabela 8	Caracterização dos solos as Planícies Aluviais	79
Tabela 9	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta Próximo a Nascente - Bairro Grotão	84
Tabela 10	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta Próximo a Confluência entre os rios Laranjeiras e Cuiá – Bairros: Mangabeira – Cuiá – José Américo	85
Tabela 11	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta Próximo a Ponte de divisa dos Bairros Valentina e Mangabeira	86
Tabela 12	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta à Aproximadamente a 50m a jusante do lançamento do efluente tratado pela ETE de Mangabeira – Bairros: Mangabeira - Valentina	87
Tabela 13	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta Próximo a confluência entre o riacho Buracão e rio Cuiá – Bairros: Costa do Sol – Paratibe – Barra de Gramame	88
Tabela 14	Média dos Resultados das Análises no Ponto de Coleta Próximo a principal desembocadura do rio Cuiá no Oceano Atlântico	89
Tabela 15	Pontuação dos Indicadores da bacia do Cuiá	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Comparação entre o Novo Paradigma Ecológico e o Paradigma Social Predominante, proposta por Naess	23
Quadro 2	Relação de instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente	41
Quadro 3	Relação de instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos	42
Quadro 4	Distribuição de Classes	65
Quadro 5	Indicadores e Parâmetros de Sustentabilidade Aplicados a bacia do rio Cuiá	66
Quadro 6	Indicadores e Parâmetros de Sustentabilidade Aplicados a bacia do rio Cuiá	66
Quadro 7	Caracterização dos Tipos de Vegetação da bacia do Cuiá	73
Quadro 8	Uso e Ocupação do Solo da bacia do Cuiá	74
Quadro 9	Classes Sociais da bacia	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Considerações sobre a Sustentabilidade	22
2.2 O uso de Bacias Hidrográficas como Unidades de Planejamento para o Desenvolvimento Local Sustentável	35
2.3 Indicadores e o Índice de Sustentabilidade	44
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	56
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	70
5. RESULTADOS	81
5.1.1 Avaliação dos Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da Água do rio Cuiá	81
5.1.2 Avaliação Socioeconômica da bacia Hidrográfica do rio Cuiá	90
5.1.3 Indicadores de Sustentabilidade Encontrados na bacia do Cuiá	94
5.2. DISCUSSÃO	100
6. CONCLUSÕES	110
6.1 Recomendações	113
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
8. APÊNDICES	124
9. ANEXOS	129

1. INTRODUÇÃO

A reflexão sobre o tema desenvolvimento sustentável, juntamente com o aumento da pressão exercida pela antroposfera sobre a ecosfera, levou ao crescimento da consciência sobre os problemas ambientais gerados por padrões de vida incompatíveis com o processo de regeneração do meio ambiente (VAN BELLEN, 2006).

De acordo com Dias (2002), devido a escassez de estudos sistêmicos sobre os socioecossistemas urbanos, é necessário criar uma Rede de Informações e uma Estabilidade Ecológica que possibilite identificar ecossistemas estressados por impactos urbanos. Esses impactos são relacionados por Guerra et al. (2005) e são definidos como processos de mudanças sociais e ecológicas causados por perturbações no ambiente.

Na atualidade existe a necessidade do desenvolvimento e da aplicação de técnicas de monitoramento ambiental que apresentem e forneçam dados confiáveis, práticos e de fácil obtenção nas principais esferas do poder público e com a população, sobre os impactos sofridos em um determinado ecossistema. Uma dessas técnicas é a aplicação de Índices de Sustentabilidade, que aglutinam aspectos qualitativos e quantitativos das dimensões social, ambiental, econômica e institucional.

Alguns sistemas foram desenvolvidos para mensurar tensores antrópicos como o PSR (Pressure, State, Response), publicado pela OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, 1993) e suas derivações como o PSIR (Pressure, State, Impact, Response) e o DSR (Driving force, State, Response) que permitem avaliar as pressões das atividades humanas exercidas sobre o ecossistema, o estado ou a condição da qualidade ambiental e a intensidade das reações da sociedade em responder as mudanças em prevenir impactos negativos no meio ambiente e, dessa forma, identificar o grau de desenvolvimento sustentável do ecossistema.

Dessa forma, a qualidade da água de uma bacia hidrográfica torna - se os principais indicadores ambientais relacionados à sustentabilidade e podem ser influenciados por diversos fatores e pressões antrópicas: clima, cobertura vegetal, topografia, geologia e formas de uso e ocupação do solo. Esses processos fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem alterar a sua qualidade (DONADIO, 2005).

É possível identificar ao longo do litoral paraibano, sete grandes bacias hidrográficas (Guajú, Camaratuba, Miriri, Mamanguape, Paraíba, Gramame e Abiaí), além de inúmeras pequenas bacias que completam a rede de drenagem do litoral paraibano recortando a costa

em direção leste - oeste. A maioria dessas bacias apresenta em suas desembocaduras um sistema estuarino-lagunar usualmente barrado por um cordão arenoso e margeado por vegetação típica de mangue.

A área objeto de estudo deste trabalho, compreende uma dessas pequenas bacias, correspondendo a do rio Cuiá, localizada no litoral Sul de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, que possui aproximadamente 41km² de área e se encontra submetida a diferentes tipos de tensores antrópicos de distintos graus de magnitude e importância, como expansão imobiliária, lançamento clandestino de esgoto doméstico, acúmulo de resíduos sólidos, etc.

Por estar inserida totalmente em uma área urbana e ter alguns trechos classificados como área de preservação permanente, a bacia do Cuiá necessita que sejam utilizados métodos de monitoramento das condições ambientais que possibilitem identificar rapidamente e com precisão os níveis de degradação, bem como as condições sociais e econômicas das comunidades existentes na área.

Devido aos fatores de tensão na área em estudo não serem tão significativos e ainda existir um médio nível de urbanização, há a necessidade de fornecer subsídios técnicos para identificar e monitorar o nível de sustentabilidade dessa área, com elevado grau de legitimidade, favorecendo uma resposta adequada para a sociedade a partir da intervenção do poder público.

A pouca quantidade de estudos que promovam a integração entre as dimensões social, econômica e ambiental e que foquem os preceitos do desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas é considerado um problema deveras de repercussão muito mais ampla.

Contudo, na área delimitada por este trabalho (a bacia do rio Cuiá), o problema pode ser identificado como a necessidade de criar ou incrementar a metodologia de coleta e análise integrada de dados, que forneça suporte para ações de compensação ou preservação ambiental, evolução social e desenvolvimento econômico, sempre havendo referência à manutenção da sustentabilidade local.

A pesquisa tem como objetivo principal, aplicar o índice de sustentabilidade na bacia hidrográfica do rio Cuiá, com o intuito de gerar informações para a sociedade e para o poder público e subsídios para a definição de ações de conservação para a bacia, segundo a Agenda 21 local.

Como objetivos secundários, pretende-se:

1. Elaborar um diagnóstico geral e atual sobre as características da área de estudo.
2. Efetuar o levantamento de dados socioeconômicos da bacia hidrográfica através de entrevistas.

3. Obter dados sobre a qualidade da água do rio Cuiá.
4. Identificar indicadores de desenvolvimento sustentável e sua melhor aplicabilidade.
5. Identificar oportunidades de melhoria e recuperação da bacia hidrográfica do rio Cuiá.
6. Propor ações de melhoria a partir do índice de sustentabilidade utilizado na área de estudo.

O que este trabalho propõe é a utilização de um sistema de indicadores e índices que se fundamenta pela representação de características e propriedades quantitativas e qualitativas de uma dada realidade, mesmo que Van Bellen (2006) considere os indicadores como instrumentos imperfeitos e não universalmente aplicáveis, mas que fazem parte do processo de compreensão das relações entre o meio natural e a sociedade, para que possam ser estipuladas metas financeiramente viáveis, politicamente praticáveis, social e ambientalmente aceitáveis.

Esta dissertação está dividida basicamente em seis partes.

A primeira é Introdução.

A segunda é a fundamentação teórica que apresenta considerações sobre a evolução dos conceitos de sustentabilidade, o uso de bacias hidrográficas como unidades de planejamento para o desenvolvimento local sustentável e discussões acerca do Índice de Sustentabilidade empregado em socioecossistemas urbanos.

No terceiro capítulo são descritos os aspectos metodológicos utilizados na pesquisa.

O quarto capítulo trata da descrição da área de estudo, abordando as diferentes características da bacia hidrográfica, quanto aos aspectos gerais de cobertura vegetal, pedologia, geologia, malha urbana, manejo e uso dos solos e recursos hídricos.

O quinto e o sexto capítulo destacam a apresentação e discussão dos resultados do trabalho, caracterizado pela avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Cuiá e o levantamento das características socioeconômicas dos bairros que compõe a bacia hidrográfica em estudo. Neste último, também são discutidos os indicadores de sustentabilidade que foram identificados na bacia e a aplicação prática do sistema de índices e indicadores, as conclusões e descreve de maneira propositiva, algumas sugestões para a melhoria dos indicadores de sustentabilidade que foram visualizados na área de estudo e como posterior consequência a melhoria do índice de sustentabilidade da bacia hidrográfica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Considerações Sobre a Sustentabilidade

Em 1968 é criado o Clube de Roma, um grupo que reúne cientistas, economistas, políticos, chefes de Estado, etc. interessados em promover um crescimento econômico estável e sustentável da humanidade. Criava-se neste momento os termos Bioeconomia, Ecoeconomia ou Economia Ecológica de Georgescu-Roegen, que combinava conceitos econômicos e biológicos tornando imperativo a internalização dos custos ecológicos e sistemas regulatórios dos mecanismos de mercado.

Esse conceito de Economia Ecológica modela uma filosofia em que os sistemas ecológicos estão inseridos no sistema econômico e se comportam de maneira semelhante, sugerindo a possibilidade de reordenar o mercado introduzindo condições ecológicas no sistema econômico.

De acordo com Buarque (2008), o mercado é um mecanismo de racionalidade econômica, pois orienta com “eficiência” e “rapidez” a viabilidade de investimentos financeiros, mas o mercado possui um horizonte de curto prazo e restrito, características que o torna incapaz de estar integrado ao novo paradigma de desenvolvimento sustentável de longo prazo.

Contudo, os interesses de utilização e extração dos recursos oferecidos pela natureza são totalmente dominados pela lógica mecanicista do mercado, considerando a conservação e preservação do meio ambiente como custo adicional e a sustentabilidade como uma forma de perpetuação do conflito político gerado entre os interesses ambientais e econômicos, agravados ainda pela complexidade e diversificação dos agentes, atores, instituições e a necessidade de uma participação democrática, forçando ações de planejamento do Estado para tentar conter o mercado.

Em 1972 o Clube de Roma que publicou o documento *The Limits of Growth* (Limites do Crescimento), com o mesmo relatório que simulava como seria a evolução da humanidade, se esta continuasse seu ritmo de exploração dos recursos naturais até o ano de 2100.

Como consequência destes fatores, a conclusão do Clube de Roma basicamente era a que teria que haver “Crescimento Zero” ou uma “Economia de Estado Estacionária” que limitasse o desenvolvimento dos países de terceiro mundo.

Essa proposta se configurou ser verdadeiramente utópica, devido a natureza desestruturadora do paradigma econômico - político vigente e pela radicalização de seus

fundamentos, que não visualizavam a possibilidade de integração proposta por Roegen. Essa mesma proposta ganhou força quando no ano seguinte (1973) surge a Ecologia Profunda proposta por Arne Naess.

O Quadro 1 resume comparativamente a dicotomia identificada por Naess, entre as características da Novo Paradigma Ecológico e o Paradigma Social Predominante. Nessa comparação são destacados seus representantes, os *Cornucopians*¹, que apoiam a visão de mundo atual em que o desenvolvimento e uso dos recursos podem ser infinitos e o *Doomsayers*² que defendem a Ecologia Profunda como método para evitar a catástrofe inevitável da extinção humana.

Quadro 1: Comparação entre o Novo Paradigma Ecológico e o Paradigma Social Predominante, proposta por Naess

Paradigma Social Predominante	Novo Paradigma Ecológico
Domínio da Natureza	Harmonia com a Natureza
Ambiente natural como recurso para os seres humanos	Toda a Natureza tem valor intrínseco
Seres humanos são superiores aos demais seres vivos	Igualdade entre as diferentes espécies
Crescimento econômico e material como base para o crescimento humano	Objetivos materiais a serviço de objetivos maiores de auto realização
Crença em amplas reservas de recursos	Planeta tem recursos limitados
Progresso e soluções baseados em alta tecnologia	Tecnologia apropriada e ciência não dominante
Consumismo	Fazendo com o necessário e reciclando
Comunidade nacional centralizada	Biorregiões e reconhecimento de tradições das minorias

Fonte: Modificado de Naess, 1996.

Entretanto, recomendações do Clube de Roma, como a Ecoeconomia, e as teorias de Naess (Ecologia Profunda), por serem essencialmente ecocentristas, foram taxadas como teorias radicais em descompasso com a realidade, que desconsideravam os fatores econômicos e políticos que governam a sociedade.

Seria necessário reformular os fundamentos dessas propostas, considerando-se as relações capitalistas dominantes do mercado sobre os recursos naturais.

¹ Classe de pensadores que defende a capacidade infinita dos recursos naturais e da sabedoria humana em administrar tais recursos de forma a utilizá-los “ad infinitum”.

² Corrente filosófica catastrofista, que apoia a mudança do paradigma social dominante por uma visão contundentemente ecocentrista.

Surge então, em junho 1973, em uma reunião do Conselho Administrativo do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em Genebra, o termo ECODESENVOLVIMENTO, criado por Maurice Strong e reestruturado por Ignacy Sachs, formulou-se como uma proposta que intermediava o conflito gerado em 1972 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente em Estocolmo, onde a crise entre os países pobres que queriam o crescimento a qualquer custo e os países ricos que defendiam a idéia do crescimento reduzido para preservar os recursos naturais teve início.

De acordo com Sachs o Ecodesenvolvimento é a forma de desenvolvimento que engloba além das questões ambientais, agrega fatores sociais, de gestão participativa, ética e cultura. Sachs ainda elaborou seis aspectos fundamentais que devem nortear o Ecodesenvolvimento:

1. A satisfação das necessidades básicas.
2. A solidariedade com as gerações futuras.
3. A participação da população envolvida.
4. A preservação dos recursos naturais e do meio ambiente em geral.
5. A elaboração de um sistema social garantindo emprego, segurança social e respeito a outras culturas.
6. Programas de educação.

A partir dessas propostas, o desenvolvimento começou a ser analisado mediante uma ótica diferenciada do que estava sendo discutido anteriormente, ou seja, havia sido lançada a fundamentação política que iria se preocupar não somente com os índices de crescimento econômico, mas também os impactos sócio-ambientais gerados pelas ações do homem, mudando o significado da forma de pensar a relação entre o homem e a natureza.

Sachs escreveu em 1986, em seu livro (página 257), *Ecodesenvolvimento : crescer sem destruir*:

[...] Promover o ecodesenvolvimento é no essencial, ajudar as populações envolvidas a organizar-se, a educar-se, para que elas repensem seus problemas, identifiquem as suas necessidades e os recursos potenciais para conceber e realizar um futuro digno de ser vivido, conforme os postulados de Justiça social e prudência ecológica [...]

Desta forma é possível visualizar que a crise não é somente ecológico-ambiental, é uma crise de percepção dos problemas que envolvem a relação entre os seres humanos e o meio ambiente, e assim criando a necessidade de fundar novos modos de produção e estilos

de vida, adaptados as potencialidades ecológicas locais e a diversidade cultural das populações (Sachs, 1986).

Entretanto, para que seja possível alcançar esse estágio de modos de produção considerados sustentáveis, a civilização precisa passar por uma crise, uma crise que leve a humanidade aos limites de sua existência, esta por sua vez se manifesta, segundo Leff (2009), na elevada degradação ambiental, regida pelo predomínio do desenvolvimento tecnológico sobre a organização da natureza.

De acordo com Leff (2009), os fatores que tornam a crise mais grave, dificultando a implementação de medidas que tornem factível o equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação ambiental, são as ações e interpretações tomadas pelos atores sociais no tratamento das dívidas ambiental, financeira e da razão. Cada uma delas representa os pilares das principais mudanças que a civilização precisa entender para alcançar o equilíbrio.

A dívida financeira está associada ao modelo econômico vigente, enquanto a mentalidade capitalista e consumista estiver norteando os valores da sociedade, sempre haverá um dominante e um dominado, ocorrerão conflitos que sempre serão resolvidos pelo uso do poder econômico.

Ou seja, sempre que os interesses econômicos estiverem presentes, os demais interesses (sociais e ambientais) estarão em segundo plano, pois dívida financeira em qualquer nível pode ser paga, ajustada, refinanciada.

A dívida ambiental pode ser caracterizada pela forma de valoração dos serviços oferecidos pela natureza³. Essa dívida não pode ser paga, pois não é possível dar valor para certos aspectos da natureza, mas ela pode ser redistribuída de forma mais equitativa entre os países, evitando o desequilíbrio entre países que extraem e utilizam todos os seus recursos para subvencionar países mais industrializados.

³ CONSTANZA, 1980. O método da análise de energia propõe que, uma vez que os seres humanos avaliam os objetos de acordo com o custo de produção, então os valores ecológicos devem ser definidos de acordo com custos de energia para ser organizados com relação a seu meio ambiente. Essa quantidade de energia é assumida como sendo a capacidade de um ecossistema em desempenhar as funções úteis para um sistema socioeconômico. CONSTANZA, 1997. Os serviços dos ecossistemas e do estoque de capital natural são produzidos essencialmente para o funcionamento do sistema terrestre de apoio à vida. Eles contribuem para o bem-estar humano, direta ou indiretamente, portanto, representam parte do valor econômico total do planeta. Foi estimado o valor econômico atual de 17 serviços do ecossistema para 16 biomas, com base em estudos publicados e alguns cálculos originais. Para toda a biosfera, o valor é estimado na faixa de US\$ 16-54 (10¹²) por ano, com uma média de US\$ 33 trilhões dólares por ano. Devido à natureza das incertezas, é necessário considerar uma estimativa mínima global total do produto nacional bruto que é de cerca de US\$18 trilhões dólares por ano.

A outra dívida é a da razão, as posições tomadas diante desta, podem fomentar a manutenção do círculo vicioso da dominação e opressão do sistema econômico, ou, libertar os mecanismos de submissão utilizados para manter a perpetuação da dívida financeira dos países em desenvolvimento, quebrando o elo da dependência da ordem mundial.

Avaliando a evolução da preocupação mundial em manter o equilíbrio das relações entre desenvolvimento econômico, preservação dos recursos naturais e introduzir fatores de equidade social, um novo termo foi criado para que fosse possível unificar de forma mais abrangente as diversas e complexas interações dos sistemas ecossocioambientais e político-econômicos, pois as propostas anteriores tiveram dificuldade em se adaptar as rápidas mudanças tecnológicas, que por sua vez influenciam diretamente em cada um desses sistemas. Desta vez o termo proposto foi de DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

A expressão foi usada oficialmente pela primeira vez na Assembleia Geral das Nações Unidas em 1979, mas a definição oficial somente foi aceita e adotada pela academia depois de descrita e elaborada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Relatório Brundtland, também conhecido como *Nosso Futuro Comum (Our Common Future)*, publicado em 1987. O foco principal desse documento traduz a Sustentabilidade como “*o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades*”.

Esse conceito foi muito bem aceito por parte da sociedade da década de 80, que sempre usufruiu dos recursos naturais de forma desmedida e através deste conceito configurava-se uma forma de compensar séculos de extração predatória e agressiva dos recursos, pois a escassez destes levaria a humanidade a um futuro pouco promissor e de destruição.

A ideologia política deste documento é revolucionária, os documentos e tratados posteriores, elaborados utilizando como base as informações do relatório Brundtland, apresentavam a verdadeira dimensão do problema que a humanidade iria enfrentar, caso não fossem tomadas medidas efetivas para conter o consumismo, a degradação ambiental e a redução das desigualdades sociais. Ou seja, segundo a Comissão, o desenvolvimento deveria ser um direito equitativo inter e intrageracional, independente de como ou a que custo isso ocorreria.

Nessa época, as recomendações do relatório eram revolucionárias, era a saída para a humanidade desviar - se do abismo para o qual estava se dirigindo. O documento traçava metas para que a humanidade continuasse a consumir indefinidamente, buscando alternativas tecnológicas que melhorassem o rendimento da utilização de seus recursos, objetivando

garantir a permanência do homem na Terra, mas não deixava claro qual o caminho a ser seguido para se alcançar tais objetivos.

Entretanto, o relatório não descreve nenhum mecanismo global de inclusão das pessoas (de quaisquer gerações) atual e futuramente excluídas deste sistema de desenvolvimento para que se reduzam as desigualdades sociais.

Desta forma a sustentabilidade do desenvolvimento seria aplicada globalizadamente apenas para aqueles que já estão inseridos no sistema econômico vigente. De acordo com Sachs (2008), é proposto avançar a um grau de pós – desenvolvimento acompanhando a lógica do mercado, mas sem explicar qualquer conteúdo operacional concreto.

Então, é possível inferir que o desenvolvimento sustentável (DS) descrito pela comissão Brundtland indica a direção política que deve ser tomada, mas não exige que mudanças cruciais sejam feitas para que os preceitos da sustentabilidade mantenham - se em equilíbrio, fragilizando a ideia de justiça social e fortalecendo o pressuposto de que o DS é apenas mais uma forma de garantir que recursos naturais estejam disponíveis ao mercado por muito mais tempo.

Muitos consideram que este conceito de DS tem uma natureza muito ampla, multifacetada que não exige mudanças realmente importantes, capazes de alcançar o equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica, e ainda que elas sejam mutuamente excludentes, ou seja, admitem que não é possível compatibilizar crescimento econômico com a conservação ambiental e equidade social.

O uso da expressão Desenvolvimento Sustentável ou Sustentabilidade tornou - se tão comum na atual sociedade e nas diversas discussões de nível acadêmico que hoje existe certa dificuldade em entender seu real conceito. Por esse motivo, grande parte das opiniões, que circulam nos meios científicos, são antagônicas. Consideram a sustentabilidade como algo utópico, um engodo, uma forma de conservar os recursos naturais, preservando as relações de dominação e consumo da sociedade, mantendo o crescimento econômico e lucrativo das empresas.

Segundo Leonardo Boff (2002):

[...] Atrás da expressão desenvolvimentos sustentável se escondem oportunidades e também equívocos perigosos. Não podemos falhar com respeito ao tema, pois suas consequências podem ser desastrosas para o futuro da Terra e da Humanidade [...]

Em suas produções literárias, Leonardo Boff defende veementemente a idéia de que o desenvolvimento dificilmente será sustentável, pois está representado por uma contradição conceitual. Ele explica que o termo desenvolvimento provém do sistema econômico

dominante que é capitalista, obedecendo à regra de otimização produtiva e aumento da eficiência na obtenção de lucros.

Já o termo sustentabilidade é a tradução da tendência dos ecossistemas em manter o equilíbrio dinâmico cooperativo de todos os seres, do mais forte ao mais fraco. Boff ainda dicotomiza o termo, identificando o desenvolvimento como uma forma de privilegiar o indivíduo, a competição, a evolução do mais apto, o outro destaca a coletividade, a cooperação e a co-evolução. Mas em um de seus artigos ele descreve a sustentabilidade ideal como (Boff, 2006):

[...] Por fim, o ideal é chegarmos a um modo sustentável de vida, bom para nós e para toda a cadeia da vida, desde os microorganismos passando pelos vegetais e animais até os mais complexos que somos nós mesmos [...]

E diversas autoridades científicas concordam com ele. Pesquisadores como David Pearce (1993), Philippe Sands (2003) e Wilson Luiz Bonalume (2006), que justificam suas posições mediante fatos mundiais que corroboram com a versão insustentável do desenvolvimento.

Bonalume (2006), faz uso da expressão UTILIZAÇÃO PROGRAMADA em substituição ao termo SUSTENTABILIDADE, em virtude de sua imprecisão e ambiguidade, tendo em vista o uso incorreto e tendencioso do adjetivo, sustentabilidade.

Muitas empresas (públicas ou privadas) utilizam o termo sustentável de maneira a confundir a população, transformando qualquer programa de distribuição e plantio de mudas, racionalização de recursos, redução de resíduos em DS.

Esse tipo de comportamento coloca em cheque a integridade do verdadeiro foco da sustentabilidade que é o equilíbrio dinâmico entre as dimensões ambiental, social e econômica. Nesse caso sim, o que essas empresas fazem é a utilização programada, visando não a sustentabilidade, mas a manutenção corporativa de acesso aos recursos naturais, minimizando os custos e maximizando os lucros.

A outra opinião está fundamentada na possibilidade da unificação equilibrada dos interesses político-econômicos e socioambientais, buscando a integração ativa do fator humano com a natureza e ainda modificar a percepção que a humanidade tem do meio ambiente, desta forma é possível constituir uma base para discussão e reorientação das políticas de desenvolvimento relacionando-as com os fatores ambientais.

É assim que a geóloga Suzi Huff Theodoro (2002) vê o desafio do desenvolvimento sustentável, ela percebe que são necessárias mudanças estruturais nas diversas áreas de conhecimento e na prática social, pois a grande amplitude do termo aglutina e converge as

dimensões que antes eram vistas fragmentadamente, repensando “... a conexão entre a ecologia e a economia, entre o público e o privado, entre a natureza, a comunidade e a dimensão intersubjetiva.”

Outros pesquisadores compartilham da mesma opinião de Suzi Theodoro, como Enrique Leff (2009), Ignacy Sachs (1993), Michael Hans van Bellen (2006), Sergio C. Buarque (2004), pois entendem que o desenvolvimento e a conservação dos recursos naturais não são excludentes, são na maioria das vezes conflitantes, mas podem ser compatibilizadas.

Esses autores percebem que a sustentabilidade é uma forma dinâmica de equilibrar as distorções das dimensões econômica, ambiental e social. Entretanto, existe um impasse para sua consolidação, esse impasse é originado a partir do conflito dessas dimensões e assim inviabiliza ou dificulta o entendimento do que realmente é o desenvolvimento sustentável.

Então se não é possível conceituar de forma correta o DS, devido à ineficácia em dirimir os conflitos gerados a partir dos diferentes interesses das esferas ambiental, social e econômica, dificilmente será possível que sua operacionalização seja a mais adequada. Ou seja, o conceito de sustentabilidade é simples, o complexo é entender o seu mecanismo operacional para que os resultados sejam sustentáveis. Qualquer ação que não resulte em um equilíbrio entre as dimensões não é sustentabilidade.

Buarque (2008, página 58) diz que:

[...] O conceito desenvolvimento sustentável resulta do amadurecimento das consciências e do conhecimento dos problemas sociais e ambientais e das disputas diplomáticas, mas também de várias formulações acadêmicas e técnicas que surgem durante as três últimas décadas com críticas ao economicismo e defesa do respeito ao meio ambiente e às culturas [...]

Mas, uma dificuldade de ordem técnica, observada no método de operacionalizar o DS é o tamanho da escala utilizada.

Quanto maior a área de influência das metas e ações relativas à sustentabilidade, maior será o número de interações entre as diretrizes sociais, ambientais e econômicas e quanto mais interações, maior será a necessidade de ajustar e compatibilizar as distorções e interesses das dimensões da sustentabilidade.

Essas interações podem ser verificadas, por exemplo, na relação entre o plano diretor de uma cidade, disponibilidade dos recursos ambientais e *status* social da população e no uso do modelo pressão – estado – resposta (Figura 1), onde a complexidade das relações especificam os indicadores de pressão das atividades humanas sobre o meio ambiente. Os indicadores de estado, fornecem a visão da situação do ambiente e sua evolução temporal e os

indicadores de resposta social mostram o “*feedback*” ou a resposta da sociedade às alterações e mudanças ambientais.

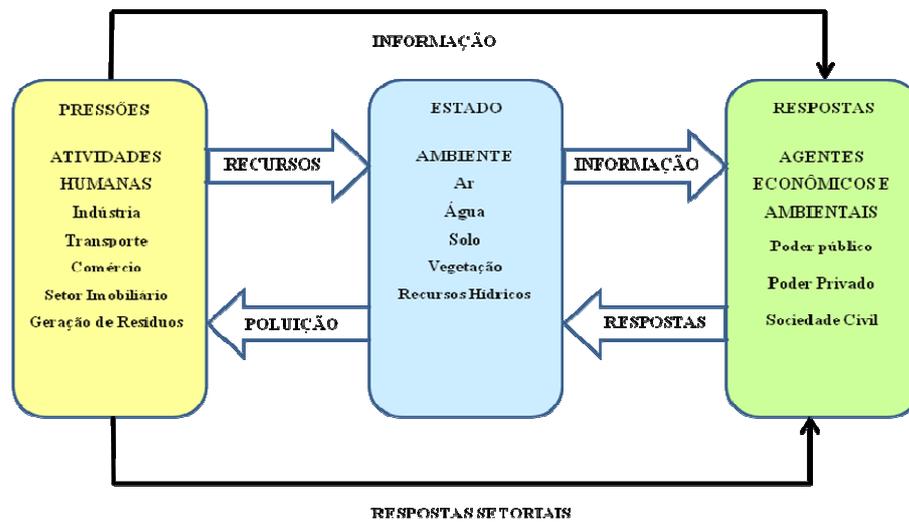


Figura 1. Modelo de interação Pressão – Estado – Resposta em sistemas ambientais.

Fonte: Adaptado de Lira (2008).

Em resumo, as metas traçadas no relatório Brundtland envolviam parâmetros de preservação ambiental, redução das desigualdades sociais e estabilidade econômica, mas não descreviam a metodologia para sua implementação, contudo reforçam a teoria *Malthusiana*, indicando que a escassez dos recursos naturais é a principal causa do desequilíbrio da balança da sustentabilidade.

Mas será que o real problema ou empecilho para se alcançar a sustentabilidade é a quantidade dos recursos que são extraídos do meio ambiente sem que haja reposição? Na obsolescência programada? No uso dos recursos para fins fúteis? No cosumismo desnecessário? Ou será a forma como estes são utilizados e distribuídos? Ou o problema ocorre no horizonte de mudanças políticas mundiais, que desvirtuou a sustentabilidade para interesses dos países economicamente dominantes?

Em seu livro *Ecologia do Absurdo*, Tom Thomas (1994) critica contundentemente a percepção distorcida dos ecologistas, que apontam as razões para a crise ambiental, como sendo a escassez de alimentos, o crescimento demográfico elevado, etc.

O autor justifica sua posição, pelo fato comprovado de haver superavit na produção de alimentos, mas esses alimentos não estão chegando democraticamente a todas as pessoas, pois o poder econômico domina e dita as diretrizes sócio-políticas do planeta.

É possível acreditar que as políticas governamentais globalizadas almejam alcançar o DS integralmente, incluindo o interesse na redução das desigualdades sociais e inclusão dos que vivem à margem do sistema?

Devido ao capitalismo, um sistema que reduza as desigualdades sociais globalizadamente, não parece ser viável, entretanto a viabilidade da criação de uma sociedade sustentável⁴ se configura uma alternativa política e ambientalmente operacional para o cotidiano das sociedades.

Para a atual sociedade, essa definição de sustentabilidade (descrita no Relatório Brundtland) necessita de diretrizes políticas concretas e adaptações técnicas que tornem viável sua implementação, pois o conceito oficial já não atende as expectativas socioambientais da população, devido às acentuadas distorções de percepção da crise ambiental. Ou seja, já não é suficiente garantir quali e quantitativamente os recursos na atual e nas futuras gerações. Para se alcançar a sustentabilidade é necessário, além de preservar o meio ambiente e seus recursos, promover o equilíbrio econômico e subsidiar populações socialmente equilibradas.

É a partir dessa necessidade de ajustes, que é possível apresentar a sustentabilidade, não como mecanismo de controle ou regulatório e sim como uma condição de equilíbrio dinâmico entre as dimensões ambiental, social e econômica.

Independente das pressões sofridas em qualquer uma das esferas, a sustentabilidade é o foco central e qualquer resultado fora dessa intersecção não pode ser considerado desenvolvimento sustentável (Figura 2).



Figura 2. Modelo de equilíbrio sustentável.

Fonte: Adaptado de Buarque (2008)

⁴ "Uma sociedade sustentável é aquela que satisfaz as suas necessidades sem diminuir as possibilidades das gerações futuras de satisfazer as delas". (Fritjof Capra e Ernest Callenbach), 2008.

Baseiam-se principalmente na eficiência, economicidade e aproveitamento dos processos produtivos da sociedade e na utilização de matrizes energéticas de reduzido impacto ambiental.

Sugere a reflexão e a mudança do paradigma comportamental das pessoas de modo a compatibilizar os limites ambientais e as necessidades humanas.

É a percepção interpretativa deste modelo associada ao dimensionamento da escala de aplicação do DS que é possível configurar o tamanho do desafio para sua implementação.

Por esse motivo, entender a sustentabilidade como uma condição a ser alcançada, exige o desenvolvimento de mecanismos de planejamento, gerenciamento e execução de planos e ações, direcionadas a atingir e manter o dinamismo do equilíbrio sustentável, servindo como forma de monitoramento contínuo e ainda fornecendo, através da aplicação de sistemas de indicadores, dados confiáveis, práticos e de fácil obtenção junto as principais esferas do poder público e a população inserida em uma determinada unidade de planejamento, como por exemplo, um bioma, uma bacia hidrográfica, um município, um estado, etc.

Em Buarque (2008) e Santos (2004) a proposição de um planejamento multi e interdisciplinar para alcançar o desenvolvimento sustentável setorizado, localizado e pontual é muito produtiva e com resultados esperados satisfatórios, pois desta forma é possível minimizar o efeito das distorções das escalas de trabalho, sem haver isolamento das áreas de influência direta e indireta da área planejada.

Ainda segundo Buarque (2008), é possível atingir o equilíbrio sustentável através do Desenvolvimento Local (DL), que em suas palavras, é um processo *endógeno de mudança*, que mobiliza e aproveita as potencialidades locais, torna mais competitiva a economia local e aumenta a expectativa de conservação dos recursos naturais em pequenas unidades territoriais.

Entretanto, para que esse desenvolvimento local seja consolidado, é preciso uma forte intervenção do Estado para regular de forma eficiente e equitativa os resultados obtidos com a sustentabilidade através de políticas públicas e uma gestão eficiente, como no esquema apresentado na Figura 3.

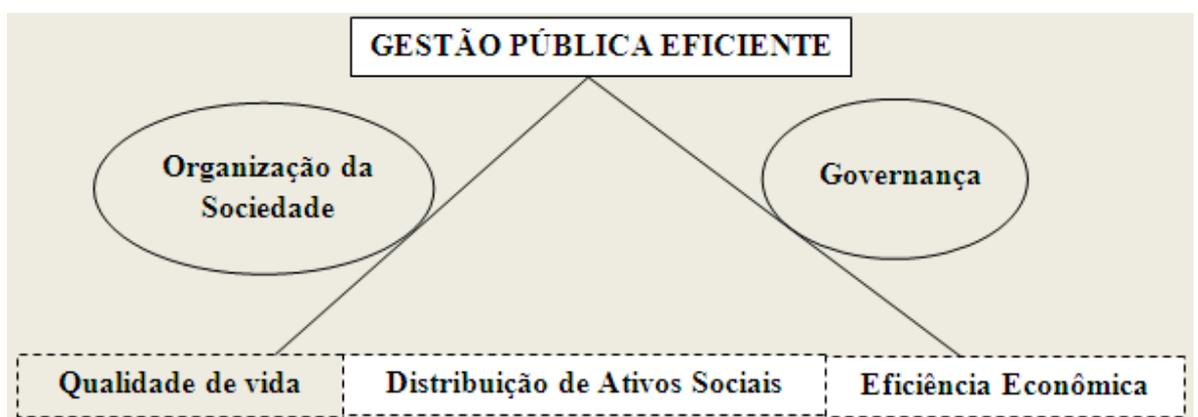


Figura 3. Modelo de interação eficiente do Estado

Fonte: Adaptado de Buarque (2008).

Contudo, é relevante destacar a necessidade dos aspectos de Governança⁵ estarem associados ao planejamento e integração dos processos de desenvolvimento local com as diretrizes de maior amplitude e maior complexidade (diretrizes regionais ou nacionais). Tendo em vista sua inserção nas demais escalas, é claramente perceptível às influências positivas e negativas, onde o DL está suscetível e desta forma aproveitar os fatores de dinamicidade presentes nas relações entre cada esfera de planejamento, como apresentado de forma esquemática na Figura 4.

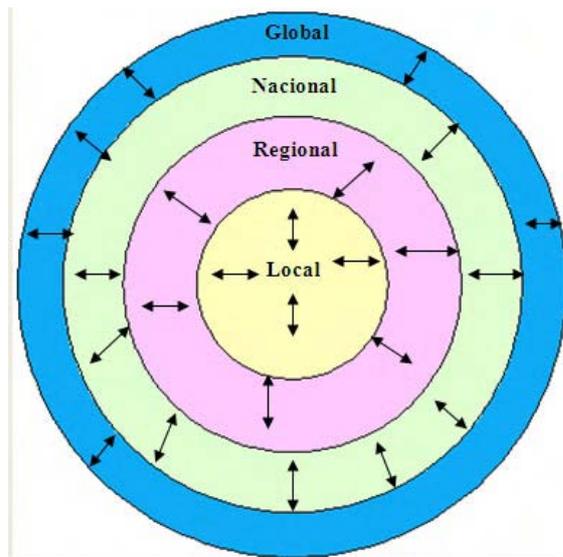


Figura 4. Esquema de interação de influências dinâmicas entre diferentes escalas territoriais.

Fonte: Autor

Portanto, o planejamento ambiental associado à ideia de escala do Desenvolvimento Local Sustentável configura-se como uma ferramenta útil para alcançar a sustentabilidade, pois ao se determinar espacialmente a área de abrangência do planejamento e levar em consideração os fatores externos intrínsecos às áreas de influência direta e indireta, será possível estipular metas voltadas à sustentabilidade com maior precisão.

Entretanto, ainda nessa fase é necessário um grande número de dados que garantam subsídios para a tomada de decisões, sobre quais metas e ações são relevantes para o planejamento, esses dados podem ser caracterizados por Informações Descritivas de Monitoramento Contínuo (IDMC) que representam a verdadeira situação local e em tempo real, favorecendo a rapidez nas respostas às situações indesejáveis pelos tomadores de decisão, representados pelo Estado, sociedade civil organizada e outros atores sociais.

⁵ A governança está relacionada ao respeito, atendimento de múltiplas expectativas, transparência, compromisso e responsabilidade e assim associa-lá a cidadania e vice-versa.

Contudo, há o questionamento sobre como operacionalizar o monitoramento contínuo para que seja possível utilizá-lo como ferramenta de ajuste aos objetivos traçados pela sociedade, que procura uma relação e interação dinâmica e equilibrada com o meio ambiente.

Essa discussão vem ocorrendo desde 1960, formulando-se tratados políticos e parâmetros de regulação econômica completamente inúteis, pois foram implementadas parcialmente de acordo, principalmente, com os interesses dos países do primeiro mundo. O dito desenvolvimento sustentável tem se apresentado tecnicamente possível, mas politicamente inviável.

É suficiente apenas citar os artigos 5, 9 e 10 da Declaração Universal dos Direitos da Água (1992) e contrapor com os relatórios da ONU:

Art. 5º - A água não é somente uma herança dos nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

Art. 9º - A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.

Art. 10º - O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

Relatório da ONU estima que 3 bilhões de pessoas, sofrerão com escassez de água no planeta em 2025 (George Vidor, 2009)

Mais da metade da população mundial - cerca de três bilhões de pessoas - sofrerá escassez de água em 2025, revela relatório divulgado pela Unesco, a agência da ONU para Educação, Ciência e Cultura. Se as atuais tendências continuarem, incluindo as secas, o aumento populacional, a crescente urbanização, a mudança climática, a proliferação indiscriminada do lixo e a má administração dos recursos, o mundo se dirigirá para uma catástrofe.

Com recursos cada vez mais escassos, o gerenciamento correto e o consumo sustentável se tornam essenciais para que se mantenha o acesso às fontes de água, evitando o agravamento da fome no planeta - diz diretor-geral da Unesco, Koichiro Matura.

Crescimento populacional significa também mais pressão na agricultura, setor que mais consome água no planeta (cerca de 70%). Caso os atuais métodos de irrigação do solo não sejam aprimorados, a demanda do setor agrícola por água vai aumentar entre 70 e 90% até 2050.

Fonte: Vidor, 2009.

Nesse panorama, as perspectivas não são promissoras, pois a elevação da demanda de água e o descuido com o acesso às fontes de água irão apresentar conflitos sociais graves, como o aumento do número de doenças de transmissão e veiculação hídrica, por exemplo.

Está bem clara a relevância da relação entre os recursos hídricos e a sustentabilidade no que diz respeito à proteção deste recurso e as necessidades de ordem econômica e social.

Isso reforça a necessidade de gerenciar os recursos nas bacias hidrográficas e que levem em consideração não somente os aspectos técnicos do meio ambiente, mas também contemplem as diretrizes sociais e econômicas que também fazem parte do conceito de bacia ambiental urbana.

2.2 O Uso de bacias Hidrográficas como Unidades de Planejamento para o Desenvolvimento Local Sustentável

A unidade espacial utilizada neste trabalho é uma bacia hidrográfica, pois metodologicamente esta área está inserida em um contexto de compreensão, onde se apresentam de forma unificada as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem. Mas definir os limites dinâmicos de um ecossistema terrestre era considerado difícil, até Bormann & Likens proporem a bacia hidrográfica como a unidade básica de trabalho (Golley, 1993).

De acordo com Santos (2004), conforme já reconhecido por muitos autores, a adoção da bacia hidrográfica⁶ (BH) como unidade de planejamento é de aceitação universal. Esse critério é muito usado porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações são integradas e melhor interpretadas e caracterizadas.

Mas para Odum (1988), um sistema somente é considerado ecológico quando constitui uma unidade funcional que *“abrange todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas.”*

Desta forma é possível considerar os recursos hídricos como um bem natural renovável, circulando ciclicamente entre a atmosfera e o subsolo, organizadas em bacias

⁶ Conceito clássico de bacia hidrográfica para identificação de limites territoriais.

hidrográficas (ANEXO 1), entretanto esse ecossistema se fragiliza perante a complexidade das funções urbanas.

Ao se tornar um território que inserido nas diversas atividades urbanas, a bacia hidrográfica, tem elevado o grau de complexidade entre as interrelações dos usuários que a compõem, assim são definidos novos desenhos hidrográficos com novas paisagens ecossistêmicas. Se a localização das cidades às margens de cursos d'água permitiu, em um primeiro momento, que o meio natural bacia hidrográfica fosse satisfatório como unidade de planejamento, a diversidade de variáveis, que conduzem à expansão urbana, obriga a visualização de novas conformações do meio físico. (Rutkowski & dos Santos, 1998).

Ou seja, conceitualmente, a definição clássica de BH considera apenas os aspectos hidrológicos e hidrográficos pertinentes a área de estudo e estabelece prioritariamente que esse é seu limite físico de análise.

Já o conceito de bacia ambiental é caracterizado por um espaço territorial de propriedades dinâmicas, cujos limites são estabelecidos pelas relações ambientais de sustentabilidade entre as dimensões envolvidas (econômica, ambiental e social) – (ANEXO 2).

É com base nesse conceito que o planejamento voltado para a sustentabilidade local se concretiza, pois segue o mesmo direcionamento na realização das interconexões dinâmicas entre as escalas de gestão ambiental.

Mas é relevante destacar que Santos (2004, página 43), propõe o conceito de Bacia Ambiental⁷ como área de estudo voltada ao ambiente urbano. Nas palavras da própria autora, por ser diferente do conceito clássico de bacia hidrográfica, a Bacia Ambiental é caracterizada pelo:

[...] Somatório de unidades territoriais definidas pelas drenagens naturais de águas superficiais, drenagens antrópicas (águas estocadas, de interesse dos principais grupos sociais). É um espaço de conformação dinâmica que valoriza as modificações feitas pelo homem no desenho natural da paisagem e as relações ambientais de sustentabilidade de ordens ecológica, econômica e social. [...]

⁷ RUTKOWSKI (1998) e SANTOS (2004) O conceito de bacia hidrográfica não considera em seus limites todas as relações existentes entre as necessidades e anseios dos grupos sociais que atuam diretamente no espaço urbano e a disponibilidade de recursos hídricos. Em muitos casos não respeita limites políticos territoriais definidos pela sociedade, ocasionado interpretações parciais da real situação presente na área, assim, este conceito se apresenta de forma ineficiente na identificação da área real de influência dos objetivos propostos. O conceito de bacia ambiental ao relativizar o espaço físico, flexibiliza seus limites, privilegia as inter-relações nos diversos níveis e permite uma análise dinâmica da situação de uma área urbana.

A mesma autora indica o grave erro de utilizar nos trabalhos de planejamento ambiental os espaços territoriais de maneira isolada com técnicos de diferentes áreas de conhecimento, pois esses tendem a considerar como produto final integrado a soma dos dados espacialmente sobrepostos.

Mas as áreas que são exceções a esta regra são avaliadas considerando apenas a temática original do início do planejamento. Ela afirma que essa técnica em muitos casos retrata uma equipe desestruturada e com resultados poucos consistentes.

Por isso a proposta do estudo de uma Bacia Ambiental, trata todos os dados de forma unificada por toda a equipe, sem haver priorização de focos ou objetivos.

O diagrama esquemático apresentado na Figura 5 demonstra o procedimento básico para a definição da área de estudo dentro do conceito de bacia ambiental, este método representa a soma das áreas que retratam as ações humanas atuais e do passado, bem como engloba os efeitos ambientais de suas atividades, descrevendo dessa forma o interesse dos grupos sociais e os interesses ambientais para constituir a bacia ambiental.

A definição da área de estudo como uma bacia ambiental corrobora e reafirma a necessidade do uso de uma ferramenta que utilize as mesmas prerrogativas, como nesse caso em específico a metodologia do Painel da Sustentabilidade, que será descrita detalhadamente mais adiante neste trabalho.



Figura 5: Diagrama esquemático para Avaliação Global da Paisagem.

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

Contudo é possível fazer uso diferentes estratégias para a definição das áreas de estudo dentro de uma bacia hidrográfica ou ambiental. Em Santos (2004) são sugeridas quatro formas de delimitação de áreas de estudo.

A primeira delas é a de Limites Territoriais, muito utilizada por planos diretores, pois restringem os cenários de atuação do plano aos limites territoriais legais, ou seja, divisão política dos municípios ou estados (Figura 6).

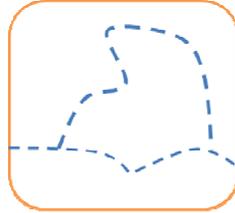


Figura 6: Esquema para definição de área de estudo – Limite Territorial.

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

A segunda estratégia é chamada de Raio de Ação, pois são delimitadas áreas concêntricas de interferência de diversos graus de magnitude. Esse método pode ser utilizado no planejamento de atividades humanas de forma concentrada ou dispersa em uma determinada área (Figura 7).

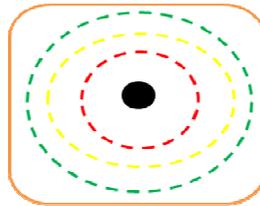


Figura 7: Esquema para definição de área de estudo – Raio de Ação.

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

A terceira estratégia é chamada de Corredor, sendo bastante utilizada no planejamento que visa a conservação de territórios onde os padrões de paisagem possuem um padrão linear, como por exemplo, rodovias, linhas de transmissão e assim é possível abranger um corredor que margeia as atividades ou a paisagem que se planeja estudar (Figura 8).

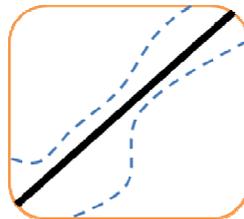


Figura 8: Esquema para definição de área de estudo – Corredor.

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

A quarta e última estratégia é chamada de Unidade Homogênea, onde as regiões apresentam territórios bem definidos em função de uma dinâmica própria de relação entre os fatores de uso do solo. Nesse caso, o planejador deve delimitar a própria área, utilizando características marcantes do local, como os limites um ecossistema ou somar áreas de

diferentes escalas, como unir as áreas de uma bacia, os limites legais, corredores, etc. de forma que uma complemente a outra (Figura 9).

Este tipo de estratégia favorece ao planejador o uso do método de indicadores, pois é possível visualizar as potencialidades e fraquezas do território.



Figura 9: Esquema para definição de área de estudo – Unidade Homogênea.

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

Independente da estratégia escolhida para a definição da área de estudo, a ação antrópica, a implantação progressiva de atividades econômicas e o adensamento populacional de forma desordenada ao longo das bacias hidrográficas são fatores que têm promovido a degradação da qualidade da água. Esses fatores, associados ao seu mau uso, torna esse recurso um dos bens naturais de uso mais conflitante, haja vista, principalmente, o interesse mútuo dos usuários (MESQUITA, 2005).

Dessa forma, a qualidade da água de uma bacia torna-se o principal indicador ambiental relacionado à sustentabilidade e pode ser influenciado por diversos fatores e pressões antrópicas: clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, formas de uso e ocupação do solo e crescimento da malha urbana.

Esses processos fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia podem alterar a sua qualidade (DONADIO, 2005).

Segundo Filho et al. (2005) os usos e atividades rurais insustentáveis provocam alterações no ambiente natural, com reflexos sobre os recursos hídricos. Os desmatamentos, os movimentos de terra e a poluição resultante do uso de pesticidas e fertilizantes são exemplos de alterações ambientais que podem ocorrer no meio rural.

Assim, o controle qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos depende do disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, os quais devem ser feitos de modo a provocarem alterações compatíveis com os mananciais, em função dos seus usos.

Um dos mais importantes instrumentos para a gestão ambiental e de seus recursos é o gerenciamento dos recursos hídricos, que pode ser traduzido como sendo uma ferramenta que orienta o poder público e a sociedade, em longo prazo, na utilização e monitoramento dos

recursos ambientais, econômicos e sócio-culturais, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável (FARIAS, 2006).

A sustentabilidade está, portanto, intimamente ligada aos recursos hídricos, já que a água vem se tornando um recurso esgotável (MIRANDA, 1999).

Contudo, o gerenciamento ambiental é composto por diversos mecanismos que subsidiam os objetivos e ações das atividades do gerenciamento, bem como é formado por parâmetros reguladores do Estado, que caracterizam o ambiente a ser transformado ou conservado.

Por exemplo, segundo Braga (2009), o uso de ferramentas de ordenamento territorial, como Plano Diretor de Bacias e Microbacias Hidrográficas⁸, Plano Diretor Municipal e Florestal, Zoneamento Ambiental Regional e Municipal e a implementação de áreas legalmente protegidas, são os principais mecanismos para formulação de diretrizes institucionais para manejo e conservação de áreas consideradas estratégicas para o Estado.

Assim, o disciplinamento das políticas públicas para conservação de recursos hídricos (Lei nº 9433/97) prevê que “... a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (art. Iº, IV) e apresenta como objetivos assegurar à atual e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável (art. 2º, I e II).”

E para institucionalizar as regras de utilização dos recursos naturais, o Estado cria o Comitê Gestor de Bacias com o objetivo de criar, implementar e avaliar as políticas públicas necessárias para a efetiva gestão ambiental tendo como foco a sustentabilidade e desta forma possibilitar a integração política, econômica e cultural.

Entretanto para que as regras sejam seguidas, o comitê gestor necessita de parâmetros, valores mensuráveis, que analisados criticamente, fornecem dados aos tomadores de decisão, e como dito em Yoshida (2007), é a partir desses dados que o comitê poderá iniciar uma sólida e frutífera discussão visando a elaboração de um plano de bacia factível e significativo.

Então, para que ocorra o planejamento em qualquer unidade ambiental, faz-se necessário gerar dados relevantes, que monitorem e direcionem as decisões relativas ao uso dos recursos.

Existem várias metodologias de geração e análise de dados, contudo, todas elas devem obedecer ao marco regulador das leis. As duas principais leis federais são a de número 6.938

⁸ Previsto na Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

(BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e a de número 9.433, que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

Na primeira lei citada, são identificados doze instrumentos que visam a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia para a vida, assegurando, no país, condições ao desenvolvimento sócio – econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da vida humana (BRAGA, 2009).

Já na segunda lei citada, os objetivos são de assegurar inter e intrageracionalmente, qualitativamente e quantitativamente o acesso aos recursos hídricos, sua utilização racional e integrada, com vistas ao desenvolvimento sustentável, a preservação e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRAGA, 2009).

Esses instrumentos identificados nas duas leis Quadros 2 e 3, também são apresentados no artigo 225 da Constituição Federal de 1988. Essas diretrizes legais são os principais fundamentos básicos para uma gestão ambiental sólida e constituem os mais importantes subsídios para as tomadas de decisão na gestão ambiental, desde que plenamente implementados.

Essas leis utilizam mecanismos diferentes para atingir seus objetivos e para que se obtenham os efeitos esperados, é necessário aplicá-las de forma integralizada através do planejamento dos comitês de bacia e de seus planos diretores, elaborados e executados de acordo com as escalas temáticas e o planejamento do uso e conservação do recurso natural.

Instrumentos PNMA Lei nº 6.938
Estabelecimento de padrões de qualidade ambiental
Zoneamento Ambiental
Avaliação de impactos ambientais
Licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras
Incentivo à produção e instalação e produção de equipamentos e à criação de tecnologias voltadas para a melhoria da qualidade ambiental
Estabelecimento de espaços territoriais especialmente protegidos, como UC, federais, estaduais, municipais e privadas
Sistema nacional de informações sobre meio ambiente
Cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental
Penalidades disciplinares ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção de degradação ambiental
Instituição do relatório de qualidade ambiental
Garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente, obrigando ao Poder Público a produzi-las, quando inexistentes
Cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais

Quadro 2: Relação de instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente

Fonte: Adaptado de BRAGA, 2009.

Instrumentos PNRH Lei nº 9.433
Planos de recursos hídricos
Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água
Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos
Cobrança pelo uso de recursos hídricos
Sistema de informações sobre recursos hídricos

Quadro 3: Relação de instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

Fonte: Adaptado de BRAGA, 2009.

Entretanto, é necessário salientar e destacar que os mecanismos e objetivos descritos pelas leis são e estão intimamente ligados ao conceito de sustentabilidade criado na década de 60 pelo Clube de Roma, onde é necessário analisar e conservar apenas os parâmetros ambientais e conseqüentemente as demais diretrizes da sustentabilidade não são contempladas, nos planos de gerenciamento de bacias, descartando dessa forma as reais influências antrópicas a que uma bacia hidrográfica está submetida.

Braga (2009) destaca que os planos diretores de uma bacia de médio e longo prazo devem conter no mínimo:

- Diagnóstico do status atual dos recursos hídricos.
- Análise dos padrões de ocupação do solo.
- Alternativas de controle demográfico.
- Balanço entre demandas futuras a atuais dos recursos naturais (quantitativo e qualitativo).
- Identificação potencial de conflitos.
- Metas para o uso racional dos recursos hídricos.
- Plano de melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.
- Ações preventivas e corretivas para implementação das metas traçadas.
- Cobrança financeira para uso ou poluição dos recursos hídricos e criação de áreas com restrições de uso.

Não somente Braga (2009), mas também Silva (2002) e Santos (2004), consideram o uso dos parâmetros qualitativos e quantitativos dos recursos naturais como informações prioritárias para o desenvolvimento sustentável.

Mas para atender às verdadeiras prerrogativas da sustentabilidade, faz-se necessário a unificação de outras informações de natureza sócio-política e econômico-institucional, no plano diretor e não somente utilizar parâmetros técnicos de medições ambientais e dessa forma compor uma Avaliação Global da Paisagem (AGP).

Sendo assim, para que haja um plano diretor ou um planejamento ambiental adequado e efetivamente as políticas públicas (a exemplo da PNMA) sejam efetivamente implementadas com vistas a sustentabilidade, é necessário fazer uso de métodos que agreguem informações das quatro dimensões do desenvolvimento sustentável, criando e analisando, não somente os indicadores de qualidade ambiental, mas utilizando os indicadores sociais, econômicos e institucionais em conjunto.

Somente nessas condições, será possível atingir as metas de sustentabilidade, propor um planejamento executável, sem que haja priorização de exigências antrópicas ou naturais. Ou seja, o planejamento ambiental que subsidia o plano diretor de uma bacia, precisa ser formulado ou reformulado utilizando dados confiáveis, de fácil obtenção, financeiramente viáveis, socialmente relevantes, facilmente absorvidos pela comunidade em geral e seu resumo apresente o desempenho ou performance da sustentabilidade, segundo as diretrizes traçadas pelo poder público e as condições específicas de cada local e escala de aplicação, no caso deste trabalho, uma bacia hidrográfica.

Santos (2004) expõe essa preocupação do planejamento customizado⁹ para cada área de trabalho, apresentando diversos fluxogramas para o planejamento ambiental, que se adaptado, podem ser utilizados como estrutura simplificada para a elaboração de planos diretores. Por exemplo, o fluxograma mostrado na Figura 10:

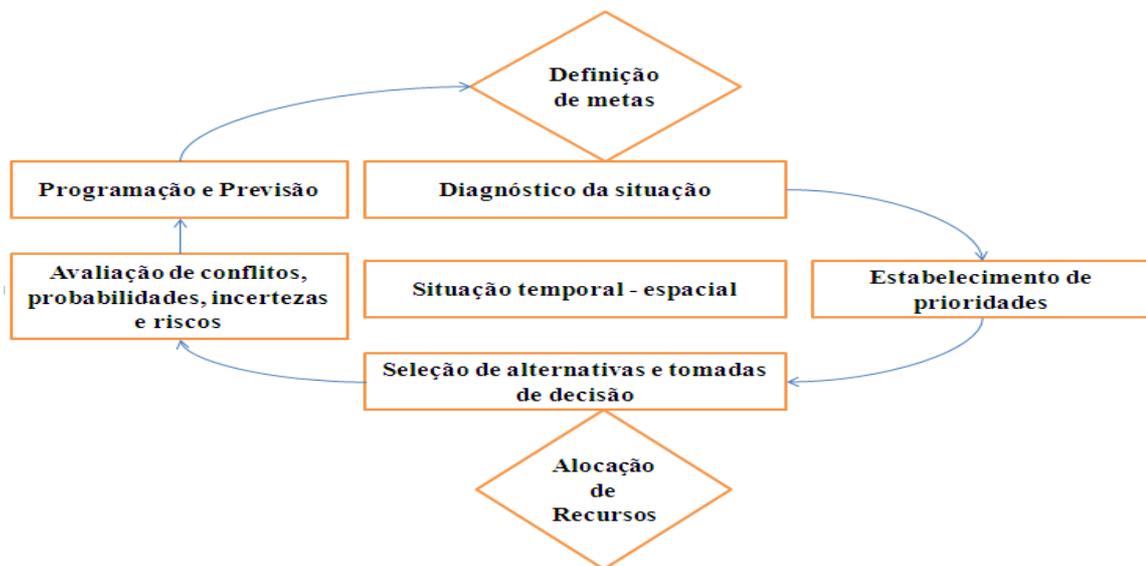


Figura 10: Fluxograma simplificado de planejamento

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2004.

⁹ O planejamento customizado é personalizado para ser aplicado em um determinado local, ou seja, adaptado para as condições espaço-temporais da área de aplicação, mas tem garantida a reprodutibilidade em outras situações.

Isso significa dizer que em cada local, de acordo com a escala espaço-temporal, que será estudado, irá haver ajustes de acordo com a realidade do local, objetivos e metas a serem traçadas, disponibilidade de recursos e tecnologia, marcos reguladores, áreas de influência, etc.

É com base na necessidade de garantir a operacionalização de um planejamento em uma bacia ambiental focado na sustentabilidade, que é possível desenvolver e aplicar subsídios metodológicos que objetivem de maneira conservacionista manter quali e quantitativamente a água, o solo, a vegetação e outros recursos naturais renováveis presentes em uma bacia urbana e ainda associar outros fatores de natureza social e econômica.

2.3 Indicadores e o Índice de Sustentabilidade

Segundo Van Bellen (2006), uma das maneiras que viabiliza a sustentabilidade é o desenvolvimento e a aplicação de sistemas de indicadores ou ferramentas de avaliação que procuram mensurar a sustentabilidade.

O desenvolvimento dessa ferramenta faz uso de instrumentos técnico-científicos na construção de respostas sustentáveis que reduzam o conflito entre sociedade e meio ambiente possibilitando que se quantifique a sustentabilidade.

Isso somente será possível quando o poder público identificar, esclarecer e apresentar à sociedade os processos não sustentáveis que podem ser monitorados, avaliados e, em função dessa avaliação, os processos que podem ser mantidos, revertidos, agravados ou sanados, dependendo apenas das ações e medidas corretivas e preventivas tomadas pelo gestor público e pela população em geral, utilizando decisões políticas baseadas em informações reais, concretas e confiáveis.

Entretanto, a complexidade do conceito de desenvolvimento sustentável e suas dimensões multifacetadas, têm dificultado a utilização adequada dessa ferramenta, tendo em vista a variedade de tipos de abordagens utilizadas para avaliar o grau de sustentabilidade, em função do campo ideológico-ambiental ou da dimensão em que cada membro participante se coloca dentro das perspectivas econômica, social, ambiental, geográfica e cultural.

De acordo com Veiga et al. (2008), o crescimento econômico sempre se deu em detrimento da conservação da natureza, uma vez que os indicadores do desenvolvimento sustentável têm demonstrado que a produção e o consumo das populações que mais enriqueceram vêm causando um elevada pressão sobre a biosfera.

O Fundo Mundial para a Vida Selvagem (WWF - World Wildlife Fund) desenvolveu indicadores básicos para mostrar como a saúde dos ecossistemas está se deteriorando

rapidamente. O primeiro deles é o Índice Planeta Vivo (Living Planet Index) que avalia e monitora a biodiversidade do Planeta e a Pegada Ecológica (Ecological Footprint) que mede a pressão que a humanidade exerce sobre a biosfera. Esses indicadores demonstram claramente as idéias de Amartya Sen, Celso Furtado e Ignacy Sachs que distinguem o crescimento econômico do desenvolvimento (VEIGA et al. 2008).

Reis et al. (2005), descrevem que um modelo de desenvolvimento sustentável deve ser capaz não só de contribuir para a superação dos atuais problemas, mas também de garantir a própria vida, por meio da proteção e manutenção dos sistemas naturais.

Para tanto é possível fazer uso de métodos de avaliação e planejamento que caracterizem o ecossistema possibilitando a criação de uma estratégia integrada na gestão e conservação destes, culminando na identificação de indicadores e índices de desenvolvimento sustentável local, de forma dinâmica.

Fornecendo a imagem real da situação de sustentabilidade e possibilitando agregar e quantificar informações, tornando – as mais significativas, de fácil entendimento e financeiramente viáveis.

Contudo, para que tais métodos de avaliação sejam eficazmente utilizados faz-se necessário uma revisão de pressupostos éticos dos atuais modelos de organização econômica e social. Buarque (2002, página 62) diz:

[...] tanto a natureza quanto a sociedade (incluindo o sistema econômico) constituem *sistemas complexos em equilíbrio dinâmico* que combinam uma tendência a desorganização e uma capacidade de auto-organização e auto-regeneração [...]

É possível dizer que o uso desta ferramenta, torna as quatro dimensões do sistema analisado como um sistema transparente, como uma casa com paredes de vidro, onde todas as informações podem ser vistas, avaliadas e planejadas dinamicamente, de acordo com o resultado dos índices.

Avaliar que o DS tem que manter o equilíbrio entre as quatro dimensões através do método sistemático de índices e indicadores pode responder a indagação de Bonalume (2006), que diz: “*Como é possível falar de desenvolvimento sustentável na utilização de recursos não renováveis?*” A resposta a essa pergunta pode ser dada descrevendo o que é Sustentabilidade e o que não é.

Desenvolvimento Sustentável é o equilíbrio dinâmico e integrado entre as diretrizes econômicas, ambientais, sociais e institucionais, onde essas diretrizes têm pesos iguais para a sociedade, e garantir esse equilíbrio intrageracional é também garantir as gerações futuras,

desde que este seja incluyente, ou seja, haja a inclusão pelo trabalho dos menos favorecidos (SACHS, 2008). Qualquer coisa diferente disso é mera retórica.

Tendo em vista o exposto, é possível fazer os seguintes questionamentos.

1. Como equacionar problemas de múltiplas realidades e apresentando interações que vão da esfera local a global?
2. Como eliminar as distorções causadas pela corrupção, conflitos e desigualdades sociais e econômicas, degradação dos recursos naturais, etc.?
3. Como incluir na sustentabilidade as pessoas menos favorecidas que primeiro precisam sobreviver para viver?
4. Como suprimir a ideia que a sustentabilidade é algo utópico, transformando em uma realidade praticável?

É notório que existe a relevância das interferências da esfera global nas demais esferas (nacional, regional e local), bem como ocorrem interferências no sentido inverso. A diferença ocorre no grau de magnitude e na rapidez das mudanças entre uma esfera e outra.

Partindo da escala global para local, as mudanças são muito mais rápidas e apresentam um espectro de abrangência mais amplo. Já partindo da escala local para a global, as mudanças são muito mais lentas e tendem a abranger apenas o espaço de sua aplicação, entretanto a consolidação dos resultados obtidos em uma escala local são mais eficientes (Buarque, 2008). Pode ter sido a partir daí que foi criada a premissa “Pense global, aja local!”.

Sendo assim, uma forma utilizada para quantificar a sustentabilidade através de um acompanhamento simultâneo e dinâmico das características e variáveis de uma determinada área (bairro, bacia hidrográfica, município, região, Estado, país, etc.) é a criação de um Índice de Sustentabilidade, que utiliza a avaliação agrupada dos indicadores característicos da área como fonte de dados primários.

A aplicação desses indicadores é recomendada na Agenda 21 Global, que orienta que os países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do desenvolvimento sustentável, adotando indicadores que mensurem as alterações e desequilíbrios nas dimensões econômica, social e ambiental.

Diversos autores apresentam conceitos similares quanto ao uso de indicadores para obtenção de características comportamentais, atributos expressivos e perceptíveis do sistema analisado.

Para a OECD (1993), o indicador deve ser considerado um parâmetro que indique informações sobre o estado de um fenômeno de significativa relevância.

Para o IBGE (2008), *“Os indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem; também são essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentado, sendo este, um processo em construção, a formulação de indicadores também é um trabalho em aberto.”*

Para Van Bellen (2006 Página 42), o objetivo principal do indicador é:

“Agregar e quantificar informações de modo que sua significância seja aparente. Eles simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação.”

Essa significância que trata Van Bellen é a política social, bem como a relevância ambiental e econômica.

Por esse motivo, para entender o conceito de indicadores aplicados a sustentabilidade, é preciso abordar e conhecer suas principais funções.

TUNSTALL (1992) descreve as principais funções dos indicadores:

- Avaliar as condições e tendências em relação a metas e objetivos.
- Comparar lugares e situações.
- Prover informações de advertência.
- Antecipar futuras condições e tendências.

E Van Bellen (2002) ainda complementa o quadro de função de indicadores de Tunstall, acrescentando as seguintes funções:

Função Analítica – As medidas ajudam a interpretar os dados, dentro de um sistema coerente, agrupando - os em índices.

Função de Comunicação, Aviso e Mobilização – Familiarização dos conceitos e métodos envolvidos na sustentabilidade pelos tomadores de decisão e ainda no estabelecimento de metas e no mecanismo de avaliação e tornar público o sistema de indicadores, desde sua concepção até sua implementação.

Função de Coordenação – Criar relatórios integrados entre os dados de diferentes áreas e coletados por agências de controle distintas. A coordenação também deve funcionar em termos orçamentais e de recursos humanos. Tudo deve ser aberto à população para que a sua participação seja realmente efetiva e a mensuração dos indicadores sirva ao seu propósito.

Contudo, uma observação feita por Van Bellen (2002), alerta que *“os indicadores são de fato um modelo da realidade (semelhante a uma realidade ampliada), mas não podem ser*

considerados a própria realidade, entretanto devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente de mensuração.”

Vale ressaltar que a maioria dos sistemas de indicadores foram criados para atender uma demanda ou necessidade específica e localizada (indicadores ambientais, econômicos, de saúde, etc.) e por isso não podem ser considerados como indicadores de sustentabilidade, mas, o agrupamento das informações desses indicadores, se apresentam com uma relativa importância dentro do contexto do Desenvolvimento Sustentável.

Por isso existe a necessidade imperativa de utilizar sistemas interligados, indicadores inter-relacionados ou de diferentes estados de agregação para se trabalhar com a complexa realidade do desenvolvimento sustentável.

Os indicadores e índices tem o objetivo de mensurar o grau de sustentabilidade, de modo que alerte sobre os efeitos do problema antes que se agrave, atuando proativamente nas causas geradoras do problema e ainda possuir características imprescindíveis de acordo com Van Bellen (2006).

As características ideais para os indicadores são:

- a. Serem significativos em relação à sustentabilidade do sistema.
- b. Serem politicamente relevantes.
- c. Traduzir fiel e sinteticamente as preocupações do sistema planejado.
- d. Permitirem a reprodutibilidade temporal das medições.
- e. Prever a interação temporal e espacial dos diferentes elementos populacionais.
- f. Promover as relações integradas dos indicadores trabalhados.
- g. Ter a capacidade de mensurabilidade e viabilidade de tempo e custo para realizar as medições dos indicadores.
- h. Devem ser replicáveis e verificáveis.
- i. Apresentar claramente os objetivos a serem alcançados.
- j. Ser facilmente interpretado pelos usuários.
- k. Possuir uma metodologia de medição clara e objetiva.

Desta forma os indicadores propiciam a transformação da discussão do plano teórico do desenvolvimento sustentável para a possibilidade de uso operacional praticável.

Segundo Benetti (2006), a sociedade necessita de instrumentos técnicos- científicos e políticos que descrevam qualquer informação relevante e identifiquem processos potencialmente insustentáveis de desenvolvimento na relação entre a sociedade e o meio

ambiente, e assim possam mensurar as percepções de sustentabilidade a curto, médio e longo prazo de alguma forma.

Para criar e manter um sistema de monitoramento de uma realidade tão complexa é necessário alimentá-lo com informações precisas e em todos os níveis de influência (individual, comunitário, local, municipal, regional, estadual, nacional e internacional). Portanto é necessário traçar metas ou objetivos para utilização dos indicadores de acordo com as escalas ou níveis de influência. Mas de modo geral Van Bellen (2006) descreve como objetivos de um indicador como:

- a) Definir ou monitorar a sustentabilidade de uma realidade.
- b) Facilitar o processo de tomada de decisão.
- c) Evidenciar em tempo hábil a modificação significativa de um sistema.
- d) Caracterizar uma realidade e permitir regular sistemas integrados.
- e) Estabelecer restrições em detrimento de padrões determinados.
- f) Detectar limites críticos e de segurança de acordo com a capacidade de resiliência de um sistema.
- g) Perceber as tendências e vulnerabilidades de um sistema.
- h) Sistematizar as informações e simplificar a interpretação de fenômenos complexos.
- i) Identificar ações relevantes e avaliar a evolução para alcançar a sustentabilidade.
- j) Prever o desempenho do sistema, para alertar sobre condições de risco.
- k) Detectar não conformidades que necessitem de replanejamento.

Esses objetivos favorecem a interação e integração dos atores envolvidos, permite a avaliação e o monitoramento contínuo do sistema, fornece informações que orientem a tomada de decisões e eleva a percepção social sobre a realidade local focada na sustentabilidade.

Mas devido à abrangência desses objetivos é possível selecionar quais e quantos indicadores são pertinentes ao planejamento da área de aplicação (município, bacia hidrográfica, etc), desde que atendam aos critérios de confiabilidade, facilidade no entendimento, mensuração e relevância para a avaliação de políticas de sustentabilidade e possuam a estrutura de indicadores PSR ou suas derivações (DSR, DPSIR).

Entretanto os indicadores estão fragmentados por dimensões (Indicadores Ambientais, Indicadores Sociais, Indicadores Econômicos e Institucionais) e avaliar e monitorar cada indicador isoladamente não garante as condições adequadas para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Então é necessário separar os indicadores de sustentabilidade por estrutura temática, avaliar de acordo com critérios descritos anteriormente e novamente unificá-los qualitativamente através de um ou mais índices, que agregam um grande número de indicadores, mas é imprescindível que não haja perda de informação vital na interpretação desses dados.

Como exemplo é possível citar o Produto Interno Bruto (PIB), que agrega diversas informações da economia, mas não pondera indicadores sociais e ambientais, assim, este índice não é suficiente para caracterizar a sustentabilidade.

Mas de acordo com Beltrame (1994), é necessário eleger indicadores do meio físico ou abiótico para fins conservacionistas que indiquem as potencialidades de proteção ou degradação dos recursos naturais. Esses parâmetros foram escolhidos por refletirem as características intrínsecas de uma bacia hidrográfica no que diz respeito aos aspectos ambientais.

Portanto, o mecanismo de operação do uso de indicadores e índices é sequencial. Inicialmente é identificada a escala e o local de aplicação do planejamento para atingir a sustentabilidade, os dados primários são coletados, esses dados são analisados e comparados a uma relação de indicadores relevantes para a área de acordo com as dimensões da sustentabilidade e o tipo de sistema de monitoramento, o resultado quantitativo dessa comparação gera indicadores das condições do sistema separadamente.

O agrupamento qualitativo desses indicadores produz um índice que agrega informações relativas às dimensões social, ambiental, econômica e institucional e assim é possível identificar a tendência da sustentabilidade da área estudada. Esse esquema sequencial é representado pela pirâmide de dados (Figura 11).

Onde:

Dados primários são: Informação Bruta coletada junto a órgãos governamentais e a população.

Dados analisados são: Dados relevantes que são agregados para elaboração dos indicadores. São obtidos após a análise estatística ou multicriterial dos dados primários.

Indicadores são: Parâmetros ou diretrizes quantitativas formadas a partir da agregação de dados levantados em campo.

Índice é: Representação média qualitativa elaborada a partir da avaliação do desempenho quantitativo dos indicadores.

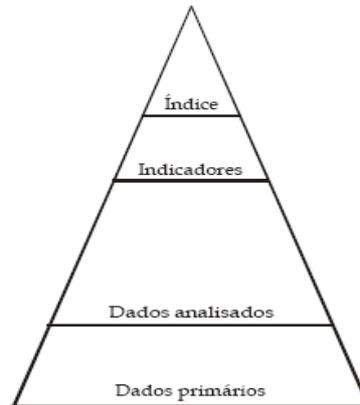


Figura 11: Pirâmide de dados. Fonte:

Adaptado de Van Bellen (2006).

De acordo com Van Bellen, (2006), existem diversas ferramentas que monitoram o grau ou a tendência de sustentabilidade de um sistema, cada uma com vantagens e desvantagens e características diferenciadas pelo escopo, tipologia dos dados, esfera de atuação, nível de agregação, participação, complexidade, apresentação, abertura e potencial educativo.

As três metodologias reconhecidas internacionalmente são: Pegada ecológica (*Ecological Footprint Method*), Painel de Sustentabilidade (*Dashboard of Sustainability*) e o Barômetro de Sustentabilidade (*Barometer of Sustainability*).

O **Ecological Footprint Method** é considerado um método que possui pouca influência nos tomadores de decisão por consistir em estabelecer a área de um espaço ecológico necessária para a sobrevivência de uma determinada população e permite o fornecimento de energia e recursos naturais capaz de absorver os resíduos ou dejetos do sistema, considerando apenas a dimensão ecológica no levantamento de seus indicadores (BRITO, 2007; DIAS, 2002e VAN BELLEN, 2006).

O **Barometer of Sustainability** utiliza duas dimensões: ecológica e social e possui menor impacto sobre o público-alvo, pois possibilita através de uma escala de performances, a comparação de diferentes indicadores representativos do sistema, gerando uma ampla visão do estado da sociedade e do meio ambiente. Os resultados são apresentados por índices, em uma escala que varia de uma base 0 (ruim ou péssimo) a 100 pontos (bom ou ótimo). (VAN BELLEN, 2006).

O **Dashboard of Sustainability** é um índice que representa a sustentabilidade de um sistema englobando a média de vários indicadores com pesos iguais, catalogados em quatro categorias de performance: econômica, social, ambiental e institucional. É apresentado através

de uma escala de cores que varia do vermelho-escuro (resultado crítico), passando pelo amarelo (médio) até chegar ao verde-escuro (resultado positivo).

A Figura 12 mostra a representação da tendência de sustentabilidade utilizando o método do Painel da Sustentabilidade.

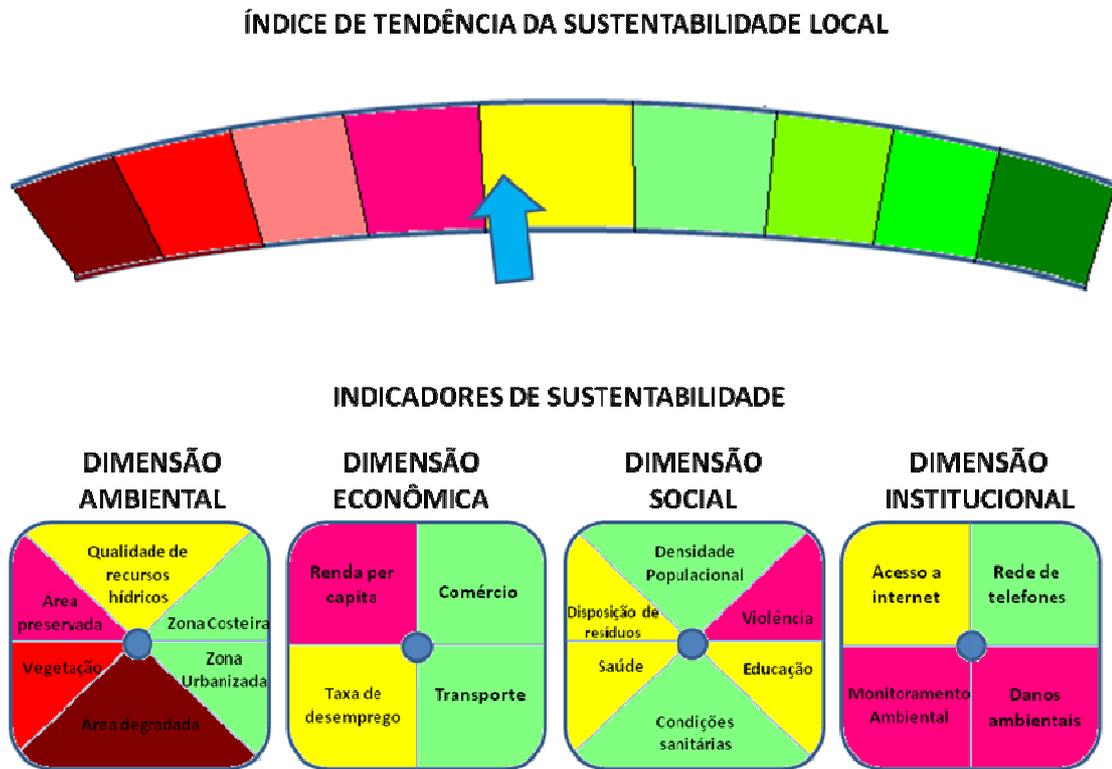


Figura 12: Apresentação de dados pelo painel de sustentabilidade.

Fonte: Modificado de Van Bellen (2006).

Ao representar o baixo desempenho de indicadores locais (como indicadores sociais em uma bacia hidrográfica, por exemplo) é possível corrigi-los ou melhorá-los mais rápida e eficazmente, desde que as ações tomadas atinjam a causa dos problemas. Ao reproduzir em diversos territórios da esfera local a metodologia de índices pelo Painel da Sustentabilidade, que apresentam o desempenho dos indicadores e, conseqüentemente propõe ações de melhoria, será possível influenciar fatores da esfera regional, a reprodução dos resultados nesta esfera, proporcionará modificações nas condições da área investigada.

Mas vale salientar que é necessário um profundo compromisso ético do poder público para subsidiar programas de assistência emergencial, como moradia e acesso a serviços públicos de qualidade que garantam dignidade a população.

Programas que fomentem e desenvolvam oportunidades de qualificação e oferta de emprego a população, bem como haja punição de crimes ambientais, proteção de áreas e recursos naturais estratégicos e recuperação de áreas degradadas.

A característica mais importante desta ferramenta é a de identificar clara e rapidamente o que precisa ser solucionado, pois se as ações forem direcionadas para resolver os verdadeiros problemas e suas reais causas, quem possui menor poder aquisitivo não irá necessitar degradar o meio ambiente, pois será papel do Estado fomentar e complementar as suas necessidades e ainda será papel do gestor público regular a oferta dos serviços públicos equitativamente a todas as classes sociais.

Mas cabe ao Poder Público executar ações de efeito em longo prazo e a Sociedade Civil monitorar e fiscalizar a implementação de tais ações.

O uso da metodologia de índices pelo Painel de Sustentabilidade pode reduzir as distorções entre as escalas territoriais, pois utiliza a prerrogativa de reunir indicadores de baixa agregação e considerar as conexões com as demais escalas, transformando a área de abrangência em que foi aplicada. A metodologia é um exemplo a ser reproduzido em outras dimensões.

Este trabalho faz uso do Painel da Sustentabilidade por considerar as quatro dimensões da sustentabilidade e entender que o método de apresentação dos dados é mais simples se comparado com as duas outras metodologias (BENETTI, 2006; VAN BELLEN, 2006).

Van Bellen (2006) analisou comparativamente os 3 (três) métodos de acordo com a Tabela 1.

Sistema de Análise	Ecological Footprint	Barometer of Sustainability	Dashboard of Sustainability
Escopo	Ecológico	Ecológico, Social	Ecológico, Social, Econômico e Institucional.
Esfera	Global, Continental, Nacional, Regional, Local, Individual, Organizacional.	Global, Continental, Nacional, Regional, Local	Continental, Nacional, Regional, Local, Organizacional
Tipologia dos dados	Quantitativo	Quantitativo	Quantitativo
Nível de agregação	Alto	Alto	Muito Alto
Participação	<i>Top-down</i>	Mista	Mista
Complexidade	Elevada	Mediana	Mediana
Apresentação	Simple	Simple (visual)	Simple (visual)
Abertura	Reduzida	Mediana	Mediana
Potencial Educativo	Forte impacto sobre o público-alvo. Pouco impacto nos tomadores de decisão. Ênfase na dependência dos recursos naturais	Forte impacto sobre os tomadores de decisão, pouco impacto no público-alvo. Representação visual	Maior impacto sobre os tomadores de decisão e no público-alvo. Representação visual

Tabela 1: Análise comparativa conjunta dos indicadores de sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de Benetti (2006).

É através da criação e evolução das ferramentas que operacionalizam o desenvolvimento sustentável que o conceito teórico de sustentabilidade pode se tornar real.

É no uso de um sistema de Índices e Indicadores que o verdadeiro ciclo DS ocorre, pois desta forma é possível visualizar o objetivo final (a sustentabilidade integrada), fazer uso de informações em escala espacial e temporal adequada (indicadores), monitorar a tendência de sustentabilidade das dimensões de forma integral (índices) e assim fornecer aos tomadores de decisão o subsídio técnico - científico que fomente a criação de políticas públicas e ações corretivas que suprimam as não conformidades no cerne das suas causas e não nos seus efeitos.

Entretanto alguns cuidados precisam ser levados em consideração na formulação dos indicadores. Um deles é a agregação de dados na formulação do indicador ou do índice.

Agregar muitos dados em um indicador muitas vezes é necessário para elevar o grau de conhecimento a respeito dos problemas ou não conformidades das dimensões analisadas, contudo também devem fazer parte do método de mensuração da sustentabilidade, dados de indicadores desagregados, para que possibilitem ações específicas, em áreas específicas do escopo do sistema.

Isso quer dizer que quanto mais agregado ou agrupado o indicador, mais distante ele estará dos reais problemas do sistema analisado e, conseqüentemente, ocorrerão maiores dificuldades na articulação das medidas e estratégias a situações específicas.

A classificação dos indicadores segue o método de Painel da Sustentabilidade, bastante estudado por VAN BELLEN (2006), que divide a sustentabilidade em indicadores de 4 (quatro) dimensões clássicas, seguindo a orientação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. São elas:

DIMENSÃO SOCIAL – Indicadores formulados a partir de condições de equidade social, como saúde, condições sanitárias, segurança, educação, moradia, etc.

DIMENSÃO ECONÔMICA – Indicadores caracterizados pelo desempenho financeiro local, como comércio, consumo de bens, serviços e energia, renda familiar, etc.

DIMENSÃO AMBIENTAL – Indicadores formulados a partir de características ambientais que promovam o equilíbrio e a preservação ambiental, como cobertura vegetal, qualidade de recursos naturais (solo, ar, água, etc.), conservação da fauna, etc.

DIMENSÃO INSTITUCIONAL - Indicadores baseados na ação do poder público na promoção do desenvolvimento sustentável, implementação e monitoramento do desenvolvimento sustentável, preparo e resposta a desastres naturais, etc.

Entretanto, os pesquisadores que criaram a metodologia do Painel da Sustentabilidade, generalizaram os indicadores, tornando alguns deles inaplicáveis a determinados locais ou até mesmo, desconsiderando certas particularidades da escala de trabalho.

O tipo de abordagem na seleção dos indicadores, também pode funcionar como um fator limitante em sua formulação. Existem dois tipos de abordagem, a *top-down*¹⁰ e *bottom-up*¹¹.

¹⁰ Top-down - Pesquisadores definem o sistema e o grupo de indicadores, que serão utilizados pelos tomadores de decisão, no caso o poder público e a sociedade, podendo ainda optar por adaptar as determinações dos pesquisadores às condições locais, mas não tem autonomia para alterar nada. A vantagem desse tipo de abordagem é a proximidade de validação científica e homogênea em termos de indicadores. A desvantagem é a nulidade do contato com as prioridades da comunidade.

¹¹ Bottom-up - As escolhas são realizadas de forma participativa com a comunidade, líderes comunitários e representantes do poder público, consolidando as decisões finais em consultas aos especialistas. O uso dessa abordagem é comum em escalas regionais e locais, pois envolve a comunidade como fonte primária na identificação de suas prioridades. A desvantagem é a limitação do foco na sustentabilidade, pois existe a possibilidade latente na priorização de aspectos emergenciais ou de curto prazo, levando a omissão de diretrizes cruciais para os demais aspectos da sustentabilidade.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Cuiá no litoral Sul de João Pessoa (ver figura 14) e esta área foi selecionada por conter limites geográficos bem definidos e facilmente identificados e ainda por apresentar importância estratégica para diversas relações sociais e econômicas da cidade de João Pessoa e relevância na conservação de ecossistemas costeiros.

Foram identificados e em seguida selecionados, de acordo com as possibilidades técnicas de pesquisa, grupos de indicadores gerais que podem ser subdivididos em indicadores específicos, de acordo com as características relevantes da bacia hidrográfica estudada.

Os indicadores biofísicos identificados pelo IBGE foram:

I – CLIMA

- a. Erosividade pluviométrica.
- b. Balanço Hídrico da BH.
- c. Regime de chuvas.

II – PEDOLOGIA e GEOLOGIA

- a. Características físicas e químicas dos solos (densidade de drenagem, nutrientes, granulometria, taxa de escoamento e infiltração).
- b. Suscetibilidade à erosão associada às características de declividade.
- c. Características de relevo.

III - VEGETAÇÃO

- a. Grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e cobertura vegetal original ou nativa da BH.
- b. Grau de proteção da cobertura vegetal fornecida ao solo.

IV – BIODIVERSIDADE ANIMAL

- a. Variedade de espécies nos ecossistemas presentes na BH.

Cada um desses indicadores ambientais possui extrema relevância em uma bacia hidrográfica, tendo em vista a inter-relação entre eles.

Como exemplo, o tipo e a qualidade da cobertura vegetal e o tipo de relevo irão ter efeitos diretos na taxa de erosão, nas características pedológicas (porosidade, permeabilidade, umidade e fertilidade), no regime de escoamento e infiltração, que por sua vez irá alterar o balanço hídrico, como uma reação em cadeia dentro da BH.

[...] Quanto mais difícil a infiltração da água, maior o escoamento superficial, o que conseqüentemente levará

a maior esculturação dos canais. Isso pode explicar a relação entre densidade de drenagem e sua influência no potencial erosivo de uma bacia hidrográfica. [...] (BELTRAME 1994, página 15).

Contudo, a manutenção ou a preservação das características ambientais, não garante o atendimento às prerrogativas atuais da sustentabilidade, ou seja, o Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) ou das características biofísicas, é altamente influenciado por fatores antrópicos, que precisam ser diagnosticados e avaliados igualmente através do Diagnóstico Socioeconômico (DSE) da bacia hidrográfica.

Sendo assim, foram identificados grupos de indicadores Socioeconômicos relevantes na bacia hidrográfica descritos pelo IBGE.

São eles:

I – SERVIÇOS ESSENCIAIS

- a. Acesso a educação.
- b. Serviços de Saúde.
- c. Disponibilidade de Transporte.
- d. Disposição de resíduos e efluentes.
- e. Acesso à água potável e energia elétrica.
- f. Estruturas de moradia.

II – IMPACTOS ANTRÓPICOS

- a. Densidade Populacional.
- b. Usuários e Fontes poluidoras.
- c. Uso e manejo dos recursos naturais (solo e água).

III – RECURSOS ESTRUTURAIS

- a. Empregabilidade.
- b. Desenvolvimento do comércio.
- c. Telefonia e acesso a internet.
- d. Estruturas de lazer.
- e. Associações de bairro.

As mesmas interrelações entre os indicadores do DFC, são semelhantes aos indicadores do DSE.

Por exemplo, quanto maior a magnitude dos indicadores de *Impactos Antrópicos*, oriundo do crescimento dos *Recursos Estruturais*, maior é a necessidade do desenvolvimento da qualidade e quantidade dos *Recursos Essenciais*. Conseqüentemente, quanto maior a sua disponibilidade, maior é a necessidade de ajustes no uso dos recursos naturais renováveis ou

não presentes na bacia hidrográfica, modificando a relação existente entre os aspectos biofísicos e o Desenvolvimento Sócio – Econômico.

Dentre os indicadores descritos pelo IBGE, este trabalho selecionou alguns (que serão descritos posteriormente), relacionando parâmetros de mensuração aos seus respectivos indicadores.

A pesquisa foi realizada seguindo as seguintes etapas:

- Levantamento bibliográfico sobre o tema proposto em livros, revistas, periódicos, internet, junto à Superintendência de Administração de Meio Ambiente (SUDEMA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de João Pessoa e também por meio do cadastro de empreendimentos imobiliários e turísticos da área, a fim de conhecer as atividades ali existentes, bem como as características dos impactos ambientais gerados nessas áreas, e a Agenda 21 local.
- Determinação da escala local, como ponto de partida para a avaliação da sustentabilidade.

A escolha da escala local para a avaliação da sustentabilidade foi feita de forma a facilitar a incorporação e aplicação da metodologia do Painel da Sustentabilidade, proposta por esse trabalho, ou seja, a escala definida para o trabalho foi uma bacia hidrográfica urbana com limites territoriais definidos dentro da cidade de João Pessoa, para que a consulta de documentações oficiais ficasse concentrada em poucos órgãos governamentais.

- A escolha do sistema de análise da sustentabilidade da bacia do Cuiá foi feita mediante a comparação entre as três principais metodologias reconhecidas internacionalmente e optando por aquela que incorporasse melhor em seu escopo as características identificadas na área de estudo.

O painel da sustentabilidade atende a essa expectativa por conter em seu escopo a prerrogativa sistêmica de considerar as dimensões ambiental, social, econômica e institucional.

- Identificação e caracterização da área de estudo, que têm por finalidade conhecer “*in loco*” as principais características do local (vegetação, uso do solo, qualidade dos recursos hídricos, ocupação urbana, oferta de serviços públicos, etc), fazendo uso de questionários e visitas ao local, de modo a fornecer subsídios para a escolha do método de gestão e planejamento a ser aplicado. A estrutura para a avaliação de

escolha do método de planejamento é baseada na forma de Pressão – Estado – Resposta, havendo a necessidade da verificação dos Indicadores de Pressão, Indicadores de Estado e Indicadores de Resposta à que a área está submetida e dessa forma, atendendo as principais características de confiabilidade, facilidade de entendimento, mensuração e relevância para posteriores ações políticas.

- Coleta e análise de dados primários. A coleta dos dados primários em campo, na aplicação de questionários e em gabinete está é a etapa de comparação que forneceu parâmetros quantitativos e qualitativos das principais características ambientais, econômicas e sociais e que posteriormente irão compor os indicadores de sustentabilidade.

Esses dados primários são obtidos após a avaliação dos dados bibliográficos, passíveis de mensuração e fatores aplicáveis a área de estudo.

A aplicação dos questionários semiestruturados e entrevistas foram realizadas em todos os bairros que compõem a bacia do Cuiá, ao todo 21 bairros (Apêndice 2) e aplicados 100 questionários por bairro, totalizando 2100 domicílios visitados no período de dezembro de 2009 e Janeiro, Fevereiro e Março de 2010. O universo amostral da pesquisa foi determinado aleatoriamente, devido a impossibilidade na obtenção de informações junto aos órgãos públicos sobre dados populacionais da região.

- Realização de monitoramento da qualidade físico – química e microbiológica da água em seis estações ou pontos de coleta ao longo do rio pelo período de 10 meses, de setembro de 2009 a junho de 2010.

As metodologias utilizadas estão descritas na Tabela 2. Foram escolhidos esses seis parâmetros de análise de água considerando-se três aspectos.

O primeiro é que existe a exigência de monitoramento desses parâmetros pelos órgãos fiscalizadores.

Segundo, existe uma relação técnica entre esses parâmetros que reforçam a interpretação e confiabilidade analítica entre eles e foram escolhidos por representarem uma íntima relação entre si e as características ambientais.

E terceiro esses foram os parâmetros que a viabilidade e disponibilidade financeira da pesquisa permitiu realizar durante toda a fase de coleta de dados para o monitoramento da qualidade da água, pelo período de dez meses.

Parâmetros analisados	Metodologia utilizada	Metodologia
Coliformes Fecais	Contagem de UFC em placas por membrana filtrante	Standard Methods
Oxigênio Dissolvido	Medição direta em oxímetro de campo	Standard Methods
Condutividade	Medição direta em condutivímetro de campo	Standard Methods
pH	Medição direta em pHmetro de campo	Standard Methods
DBO	Medição da depleção do OD por oxímetro	Standard Methods
DQO	Espectrofotometria de UV- VIS	Standard Methods

Tabela 2: Parâmetros de monitoramento da água e seus métodos.

Fonte: Autor.

Os pontos foram estrategicamente escolhidos de forma a avaliar as características do rio desde sua nascente até sua desembocadura, assim é possível acompanhar as variações da qualidade da água do rio em locais que tenha relevância para manutenção de sua qualidade. Essa forma de coleta possibilita contrapor os dados oficiais pelas agências de controle ambiental do Estado e do Município.

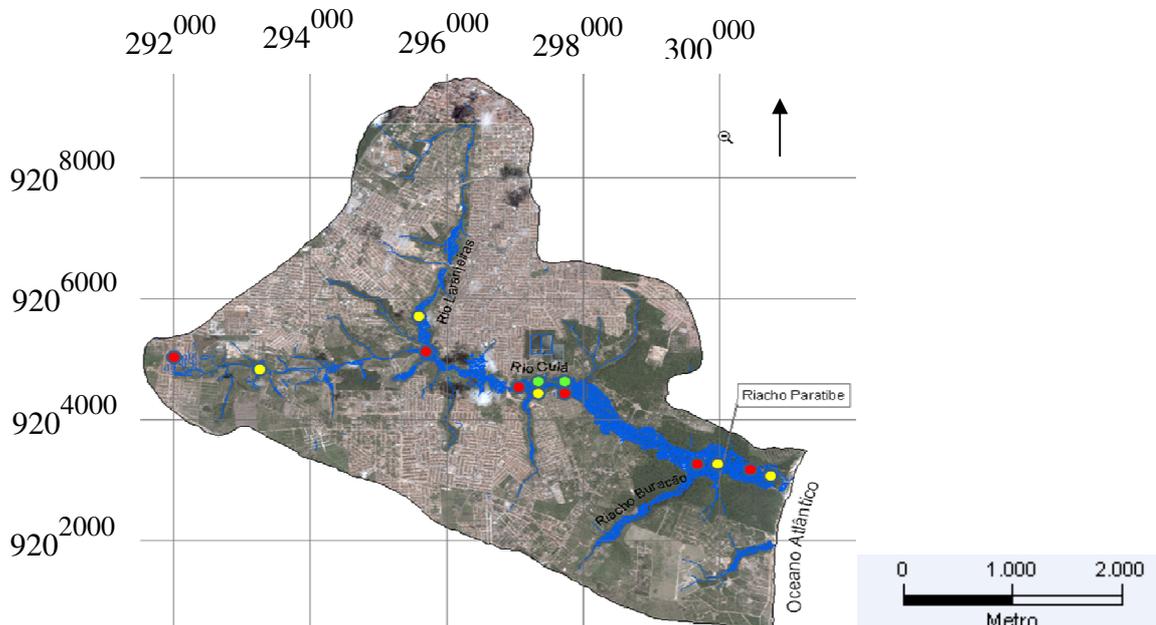
A localização dos pontos de monitoramento da SUDEMA e da CAGEPA são:

ÓRGÃOS	SUDEMA	CAGEPA
Ponto de Coleta	CA 01 - 05 metros à Jusante da Ponte de acesso ao Conjunto Ernesto Geisel	P 01 - 50 metros à montante do lançamento do efluente doméstico tratado pela ETE
Ponto de Coleta	CA 02 - 05 metros à jusante da ponte que interliga Mangabeira ao Valentina	P 02 - 50 metros à jusante do lançamento do efluente doméstico tratado pela ETE
Ponto de Coleta	CA 03 - 2000 metros à montante da desembocadura no Oc. Atlântico	-
Ponto de Coleta	CA 04 - 50 metros à montante da desembocadura no Oc. Atlântico (Praia do Arraial)	-
Ponto de Coleta	LA 01 – 05 metros à montante da ponte que interliga Mangabeira a BR 230	-

Tabela 3: Pontos de coleta da SUDEMA e da CAGEPA na bacia do Cuiá.

Fonte: Autor

A Figura 13 mostra os pontos de coleta para monitoramento da qualidade da água pela SUDEMA, os pontos de Coleta da CAGEPA e da PMJP e os pontos de coleta da pesquisa.



LEGENDA:

- Pontos de Coleta SUDEMA
- Pontos de Coleta CAGEPA/PMJP
- Pontos de Coleta da Pesquisa

Figura 13 – Localização dos Pontos de Coleta da SUDEMA, CAGEPA/PMJP e da Pesquisa.

Fonte: Modificado da PMJP/SEMAM/DIEP 2009.

- Identificação e atribuição de Indicadores e do Índice de Sustentabilidade. Nessa etapa de identificação dos Indicadores, foi feita uma avaliação multicriterial e multidisciplinar dos dados primários levantados na etapa anterior. Essa avaliação forneceu especificações mensuráveis, caracterizadas pelos Indicadores de Sustentabilidade. A escolha dos indicadores foi feita de acordo com a característica significativa em relação à sustentabilidade local, reprodutibilidade das medições, mensurabilidade e enfoque integrado.

Dimensão Ambiental da bacia do Cuiá

- **Cobertura Vegetal** – Este indicador relaciona três parâmetros diretamente proporcionais e que o resultado de sua avaliação abrange o estado da vegetação presente na bacia. A relação entre Área Degradada, Área de Preservação e Zona Urbanizada indica que o crescimento desordenado da Zona Urbanizada ou o aumento da Área degradada, incidirá na redução da Área de Preservação. Esses parâmetros foram mensurados mediante a visualização de mapas temáticos da área (SILVA, 2007)

(PMJP/SEMAN/DIEP,2009), que quantificaram os percentuais da vegetação de acordo com o Uso do Solo como área urbanizada, plantio de culturas, áreas loteadas, etc.

A pontuação deste item foi dada pelo percentual da área preservada em relação à área total da bacia, fazendo uso dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, então o percentual encontrado representou a nota dada para este indicador.

- **Qualidade da água do rio** – Este indicador relacionou os parâmetros de qualidade físico-química e microbiológica da água selecionando pontos estratégicos do rio é utilizando os mesmos parâmetros analíticos dos órgãos fiscalizadores do Estado da Paraíba e do Município de João Pessoa. Os resultados encontrados são confrontados com as exigências do CONAMA 357, para águas doces da classe três, avaliando desta forma, o desempenho ou o nível de agressões a que o rio está submetido.

A pontuação deste item foi dada pelo percentual de todos os parâmetros de todos os pontos analisados que não atendem as especificações da resolução CONAMA 357, então o percentual encontrado representou a nota dada para este indicador.

Dimensão Institucional da bacia do Cuiá

- **Implementação e Monitoramento do Desenvolvimento Sustentável** – Este indicador relaciona o parâmetros de desenvolvimento, divulgação, planejamento e implementação de programas institucionais e ferramentas públicas de gestão local para alcançar o Desenvolvimento Sustentável em sua concepção de equilíbrio igualitário entre todas as dimensões da Sustentabilidade.

A pontuação deste item foi feita através da verificação das evidências de funcionamento e eficiência dos programas institucionais promovidos pelos órgãos públicos do Município e do Estado. Ou seja, a pontuação é proveniente pelo percentual entre os itens exigidos pelo IBGE pelos itens que não foram implementados na bacia.

- **Monitoramento de Áreas de Preservação Permanente** – Este indicador verifica o nível de ações preventivas efetivas para o monitoramento das APP, cabendo ao poder público monitorar e punir os que descumprem as determinações legais. Foram verificados os parâmetros de Ações Preventivas Registradas nas Secretárias de Meio Ambiente do Estado e do Município e o histórico de punições aos infratores.

A pontuação deste item foi feita pelo percentual de programas institucionais promovidos para o monitoramento ambiental pelos programas exigidos pelo IBGE.

- **Preparo e Resposta a Desastres Naturais** – Este indicador institucional relaciona a capacidade do Poder Público em anteceder problemas de riscos ambientais a que a população está submetida e intervir positivamente junto a população em caso de desastres naturais. Os parâmetros avaliados para composição deste indicador foram de encontrar a evidência nas agências governamentais um Programa de Prevenção a Riscos Ambientais, Ferramenta de Divulgação de Procedimento Emergencial para Remoção de Pessoas em Locais de Risco Ambiental e Plano Emergencial de Recuperação de Desastres Naturais.
Ou seja, a pontuação é proveniente da comparação entre percentuais dos itens exigidos pelo IBGE pelos itens que não foram implementados na bacia.
- **Planejamento e Acesso a Informações** – Este indicador é caracterizado pelo planejamento e divulgação de metas e ações a serem concretizadas pelo poder público. Único parâmetro passível de mensuração, foi a implementação do Orçamento Democrático, pela PMJP e as ações da ONG Salve o Cuiá. Ou seja, a pontuação é proveniente da comparação entre os percentuais dos itens exigidos pelo IBGE pelos itens que não foram implementados na bacia.

Dimensão Social da bacia do Cuiá

- **Estimativa de Densidade Populacional** – Neste indicador a estimativa populacional está diretamente relacionada à exigência da oferta e qualidade dos serviços essenciais, também está relacionado com a melhor distribuição de moradias de acordo com a área disponível. Foi verificado de acordo com o levantamento da malha urbana feito pela PMJP. Este parâmetro é caracterizado pela estimativa de aglomeração populacional no bairro, este não é um parâmetro de quantificação, apenas estimado, mediante o levantamento do número de habitações, áreas loteadas e demais características do uso do solo. Neste trabalho foi classificado como Alta Densidade Populacional, Média Densidade Populacional e Baixa Densidade Populacional.
A pontuação deste item foi dada considerando o percentual de alta densidade populacional.
- **Qualidade de Serviços Essenciais** – Este indicador trata da avaliação que os atores sociais (os usuários ou moradores da bacia) fazem dos serviços essenciais ofertados pelo poder público ou por empresas privadas que possuem concessões de oferta. Foi avaliada a qualidade do transporte coletivo, qualidade no fornecimento da energia elétrica, qualidade no fornecimento da água potável, qualidade do ensino nas escolas

públicas, sensação de insegurança, qualidade do atendimento médico nos postos de saúde, saneamento básico e limpeza urbana. Este parâmetro é caracterizado pela qualidade e quantidade da oferta dos serviços essenciais oferecidos à população, em geral, englobam a oferta de serviços de empresas públicas ou serviços essenciais com concessão às empresas privadas. Foram observados fatores de promoção da saúde (postos de saúde, saneamento básico, fornecimento de água potável, coleta de lixo) e segurança pública, acesso a educação, malha de transporte coletivo, rede de energia elétrica e telecomunicações. A qualidade desses serviços foi classificada como Satisfatória, Moderadamente Satisfatória e Insatisfatória, de acordo com o identificado em entrevistas de campo (Apêndice 2 – Questionário de Avaliação Socioeconômica). A pontuação deste item foi feita de acordo com o percentual de avaliação dos usuários que responderam ao questionário de Avaliação Socioeconômica considerando a qualidade do serviço como Insatisfatória.

Dimensão Econômica da bacia do Cuiá

- **Desenvolvimento do Comércio** – Este indicador avaliou se a diversidade do comércio local dentro dos bairros atende as necessidades de seus moradores, ou se eles precisam se deslocar para outros bairros ou regiões da cidade para encontrar o produto que precisam. Este indicador foi mensurado utilizando como parâmetro a opinião dos moradores captada nas entrevistas. Este parâmetro é caracterizado pela diversidade e qualidade do comércio presente nos bairros (farmácias, mercados, lojas de serviços, lojas de departamentos, serviços de alimentação, etc). O comércio dos bairros foi classificado neste trabalho como Altamente Desenvolvido, Medianamente Desenvolvido e Pouco Desenvolvido (Apêndice 2 – Questionário de Avaliação Socioeconômica).

A pontuação deste item foi feita de acordo com o percentual de avaliação dos usuários que responderam ao questionário de Avaliação Socioeconômica considerando a qualidade do serviço como Insatisfatória Pouco Desenvolvido.

- **Consumo de Serviços** – Este indicador econômico utilizou como parâmetro o acesso e o uso de serviços não essenciais, mas de relativa importância para a sociedade. Como o uso de serviços de internet, TV por assinatura e planos de saúde. Este indicador está intimamente relacionado com o indicador de Classes Sociais.

Neste item a pontuação foi dada pelo percentual de entrevistados que fazem uso desses serviços em relação ao total de entrevistados.

- **Classes Sociais** – Distribuição das Classes Sociais presentes em toda a bacia. Neste indicador é contabilizada qual a representatividade das classes sociais encontradas na bacia hidrográfica do Cuiá. Consequentemente, quanto maior o número de pessoas com maior poder aquisitivo, maior será o consumo de recursos, energia, etc. Este indicador foi obtido, utilizando o parâmetro de renda mensal familiar informado pelos entrevistados. Esse parâmetro é caracterizado pela variedade das classes sociais presentes nos bairros que compõem a bacia do Cuiá, decorrente da renda mensal familiar (Apêndice 2 – Questionário de Avaliação Socioeconômica). Sendo classificado de acordo com o quadro abaixo:

Classe	Renda Mensal Familiar	Classe	Renda Mensal Familiar
A1	≥R\$ 14.400	C1	≥ R\$ 1.400
A2	≥ R\$ 8.100	C2	≥ R\$ 950
B1	≥ R\$ 4.600	D	≥ R\$ 600
B2	≥ R\$ 2.300	E	≤ R\$ 400

Quadro 4 – Distribuição de Classes Sociais.

Fonte: Consultoria Target

Neste item a pontuação foi dada pelo percentual médio das pessoas que se encontram na faixa de renda mensal familiar nas classes C1, C2, D e E, que são as classes que possuem renda mensal inferior a R\$1.987,00, que segundo o DIEESE é o valor ideal de rendimentos para suprir as necessidades básicas de uma família brasileira de até 3 pessoas.

O apêndice 1 apresenta o resumo das informações de caracterização socioeconômica por bairro.

Os indicadores de todas as dimensões são compostos por parâmetros específicos encontrados na bacia hidrográfica do Cuiá. Cada parâmetro é avaliado quanto o seu desempenho ou impacto em relação à avaliação dos atores sociais envolvidos ou ao atendimento das diretrizes legais estabelecidas por leis federais, estaduais ou municipais.

De acordo com os resultados obtidos na Avaliação dos Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Cuiá, na Avaliação socioeconômica da bacia hidrográfica do rio Cuiá e nas informações coletadas na Caracterização geral da bacia (características de cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, malha urbana, etc.) é possível determinar quais os indicadores são aplicáveis à área de estudo e em seguida avaliar o desempenho de cada um deles, utilizando o sistema de pontuação descrito na metodologia do trabalho.

Neste trabalho, a pesquisa de campo para o levantamento de dados de caracterização da bacia, possibilitou fazer um recorte dos indicadores aplicáveis e relevantes na mesma, levantando apenas fatores dentro das quatro dimensões da sustentabilidade encontrados na área de estudo. Os indicadores da bacia estão descritos nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 – Indicadores e Parâmetros de Sustentabilidade aplicados à bacia do Cuiá.

DIMENSÕES	INDICADORES	PARÂMETROS
Ambiental	Cobertura Vegetal	Área Degradada
		Área de Preservação
		Zona Urbanizada
		Uso do Solo
	Qualidade do rio	Qualidade Físico – Química Qualidade Microbiológica
Institucional	Implementação e Monitoramento do Desenvolvimento Sustentável	Programas Públicos de Preservação Ambiental e Planejamento Urbano na área da bacia
		Programas de Desenvolvimento Social em Comunidades Subnormais
	Monitoramento de Áreas de Preservação Permanente	Histórico de Punições e Ações Preventivas Registradas
	Preparo e Resposta a Desastres Naturais	Programa de Prevenção a Riscos Ambientais
		Divulgação de Procedimento Emergencial para Remoção de Pessoas em Locais de Risco Ambiental
Planejamento e Acesso a Informações	Plano Emergencial de Recuperação de Desastres Naturais Orçamento Democrático/ Ações da ONG	

Fonte: Autor

Quadro 6 – Indicadores e Parâmetros de Sustentabilidade aplicados à bacia do Cuiá.

DIMENSÕES	INDICADORES	PARÂMETROS
Social	Estimativa de Densidade Populacional	Densidade da Malha Urbana
	Qualidade de Serviços Essenciais	Avaliação dos Cidadãos Quanto a Qualidade Transporte Coletivos
		Qualidade no Fornecimento da Água Potável
		Qualidade do Ensino nas Escolas Públicas
		Sensação de Insegurança
		Qualidade do Atendimento Médico nos Postos de Saúde
		Qualidade da Limpeza Urbana
		Qualidade Saneamento Básico (rede de esgotos)
Econômica	Desenvolvimento do Comércio	Diversidade do Comércio Local
	Consumo de Serviços	Internet
		TV por Assinatura
		Planos de Saúde
	Classes Sociais	Renda Mensal Familiar

Fonte: Autor

Quanto pior o seu desempenho, menor será sua nota, essa nota será representada por uma cor, no caso da menor nota a cor é vermelha escura, é justamente esse parâmetro de nota mais

baixa que as ações corretivas precisam ser concentradas para que sejam sanadas as não conformidades do indicador.

Se o indicador apresentar uma melhor condição, ele será representado por outra cor e assim sucessivamente. Essa relação de pontuação com a escala de cores está descrita na metodologia do trabalho.

- A união dos vários indicadores de sustentabilidade ambiental, social e econômica forneceu o Índice de Sustentabilidade específico da área estudada, sem que ocorra o isolamento com as demais áreas de abrangência da bacia, respeitando quatro critérios gerais: relevância para ações políticas, utilidade para usuários, fundamentação técnica e facilidade de medição.
- Para cada dimensão da sustentabilidade foi atribuído um peso igual¹², (tendo em vista, não haver consenso dos pesquisadores quanto às atribuições de pesos para os indicadores) de acordo com o número de indicadores identificados na área de estudo, dessa forma foi possível qualificar a tendência de sustentabilidade do local de acordo com a pontuação multicriterial, onde 100 é excelente (valor máximo) e 0 é o Estado Crítico (valor mínimo) e sua tendência é dada pela fórmula $100 * \frac{(X - \text{pior})}{(\text{melhor} - \text{pior})}$, onde **X** é o valor atribuído pelo IBGE ao IDSM¹³ no Estado da Paraíba, pior é o **menor** valor constante e **melhor** é o maior valor constante;
- Criação do Painel de Sustentabilidade. Após obter os resultados quantitativos da avaliação de desempenho dos indicadores foi criada uma relação entre esses valores e um gradiente de cores que vai do verde escuro, que representa a maior nota, ao vermelho escuro, que representa a menor nota de acordo com a Tabela 4:

¹² A atribuição de pesos iguais entre as dimensões da sustentabilidade segue a metodologia do Painel da Sustentabilidade descrito por Van Bellen, 2006.

¹³ Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios, no caso do Estado da Paraíba, o valor atribuído é 19.

Intervalo de Pontuação	Gradiente de Cores	Intervalo de Pontuação	Gradiente de Cores
0 - 10		51 - 60	
11 - 20		61 - 70	
21 - 30		71 - 80	
31 - 40		81 - 90	
41 - 50		91 - 100	

Tabela 4: Relação entre pontuação e gradiente de cores.

Fonte: Modificado de Van Bellen (2006).

Essa relação entre as cores e o intervalo de pontuação foi processada da seguinte forma: seguindo a premissa do método para o uso de pesos iguais para as dimensões, foram estipuladas quatro faixas de cores para a zona crítica, quatro faixas para a zona ótima e duas faixas para a zona intermediária, dessa forma os intervalos entre cada cor são equipolentes, obedecendo ao valor de 10 pontos para cada faixa de cor.

- Ao concluir a relação numérica com as cores que caracterizam o desempenho de cada indicador em suas respectivas dimensões foi confeccionada a primeira parte do painel da sustentabilidade, onde a apresentação visual do desempenho dos indicadores é de fácil entendimento.
- Para qualificar o índice que caracteriza a tendência da sustentabilidade local através do painel da sustentabilidade foi feita uma operação de média aritmética entre as dimensões da sustentabilidade analisadas, a qual forneceu um valor numérico, que foi relacionado com a escala de cores. A cor identificada após essa relação foi identificada como representação da Tendência de Sustentabilidade Local, confeccionando - se a segunda parte do Painel de Sustentabilidade.

- Desenvolvimento do método de avaliação da Sustentabilidade integrada. Nesta fase foram consideradas as particularidades e especificidades da área de estudo, como recursos hídricos, características de conservação da fauna e flora, urbanização, desmatamento e outros indicadores de sustentabilidade ambiental, equidade social e desenvolvimento econômico da área, sendo assim, de acordo com a identificação e caracterização, foi possível representar o método para atender os objetivos traçados no trabalho.
- Ao determinar-se a tendência de sustentabilidade pela elaboração do Índice de Sustentabilidade Local, ações mitigadoras de conservação, manejo e uso do solo, planejamento urbano e melhorias dos serviços públicos oferecidos pelas instituições poderão ser formulados.
- Formulação de diretrizes. Identificados os Índices de Sustentabilidade da bacia do rio Cuiá, foi possível formular diretrizes de controle e monitoramento de sustentabilidade da área e ainda fornecer ao poder público e a comunidade, subsídios e fundamentação científica para a manutenção do Desenvolvimento Sustentável, respeitando as quatro dimensões temáticas da Sustentabilidade (Dimensão Social, Ambiental, Institucional e Econômica) e ainda garantir o planejamento do desenvolvimento local, observados os aspectos legais e institucionais do uso e manejo dos recursos naturais presentes na bacia.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Cuiá está localizada na Mesorregião do Litoral Paraibano e na Microrregião de João Pessoa, no Município de João Pessoa, na parte sul do litoral Paraibano, entre as coordenadas (UTM) de 9.210.000 mN / 302.000 mE e 9200.00 mN / 292.000 mE (Figura 14).

O clima local é do tipo tropical úmido com pluviosidade média anual de 2.000mm, e temperatura média apresentando um gradiente entre 26 e 27°C.

A área esta sob a influência dos ventos de sudoeste e as massas de ar mais características que podem ser identificadas na bacia são:

Sistema do Norte, representado pela zona de Convergência Intertropical, o sistema do Sul, representado pelas Frentes Polar Atlântica e Massa Polar Atlântica e o sistema do Leste, que são a Massa Equatorial Atlântica e Alísios e o sistema do Oeste, representados pelas massas equatorial continental e pelas linhas de instabilidade Tropical (Memorial Descritivo das Intervenções Propostas para as Áreas das Comunidades Situadas nos Trechos do Alto e Médio Curso do Rio, 2009).

A principal nascente do rio Cuiá está localizada no conjunto habitacional do Grotão desaguando na planície costeira da Praia do Sol.

Um dos principais afluentes do rio Cuiá é o riacho Laranjeiras localizado na sua margem esquerda e o riacho Buracão localizado na sua margem direita. Além desses riachos há um grande número de córregos e ressurgências naturais que garantem a sua perenização, mantendo uma vazão regular durante o ano todo.

Ao longo de seu percurso de aproximadamente 10 km, o mesmo segue o sentido Oeste/Leste, até desaguar no Oceano Atlântico na Praia do Sol onde se forma um ecossistema estuarino-lagunar.

A principal nascente do rio está localizada nas encostas dos rebordos dos tabuleiros sedimentares costeiros no setor sul de João Pessoa, onde existem instalados diversos bairros.

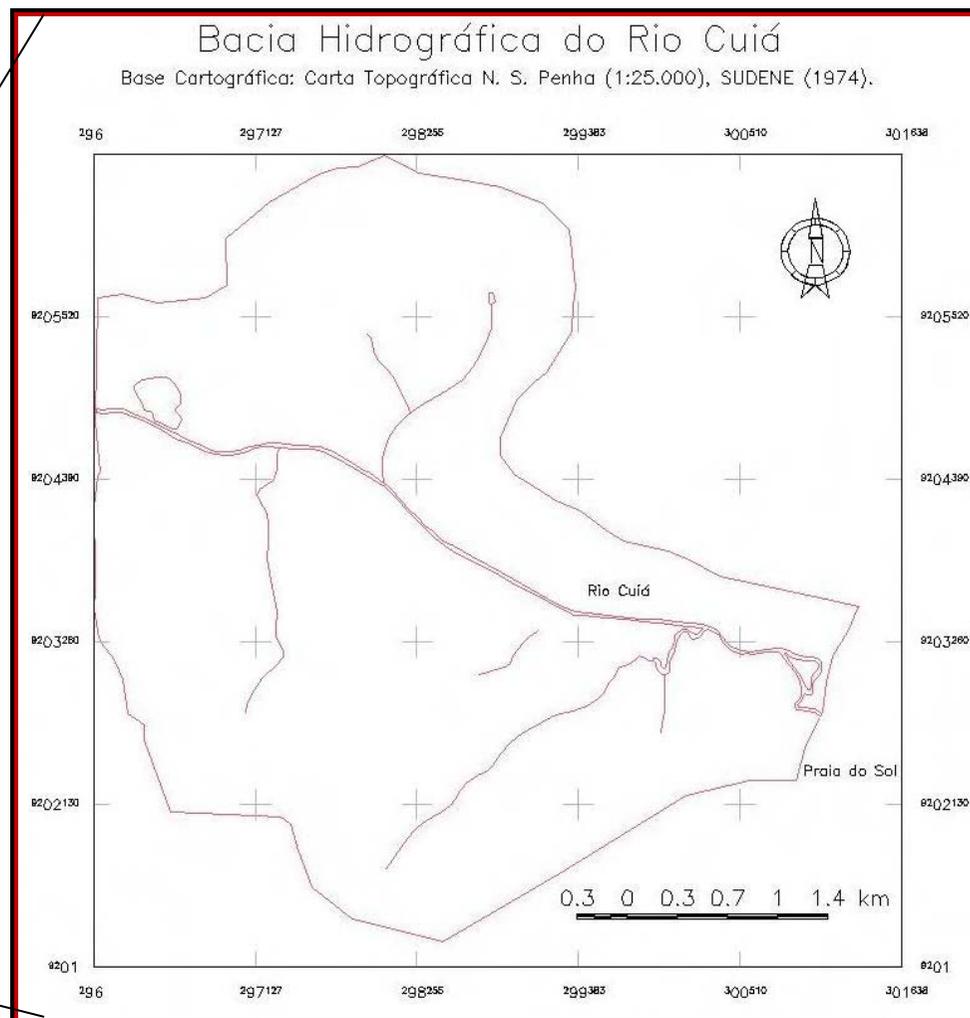
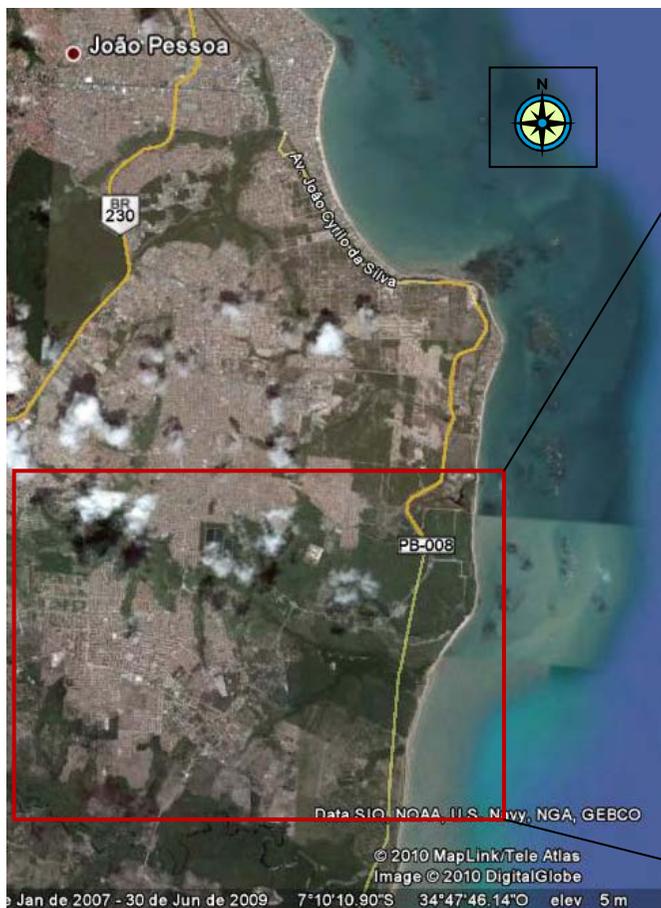
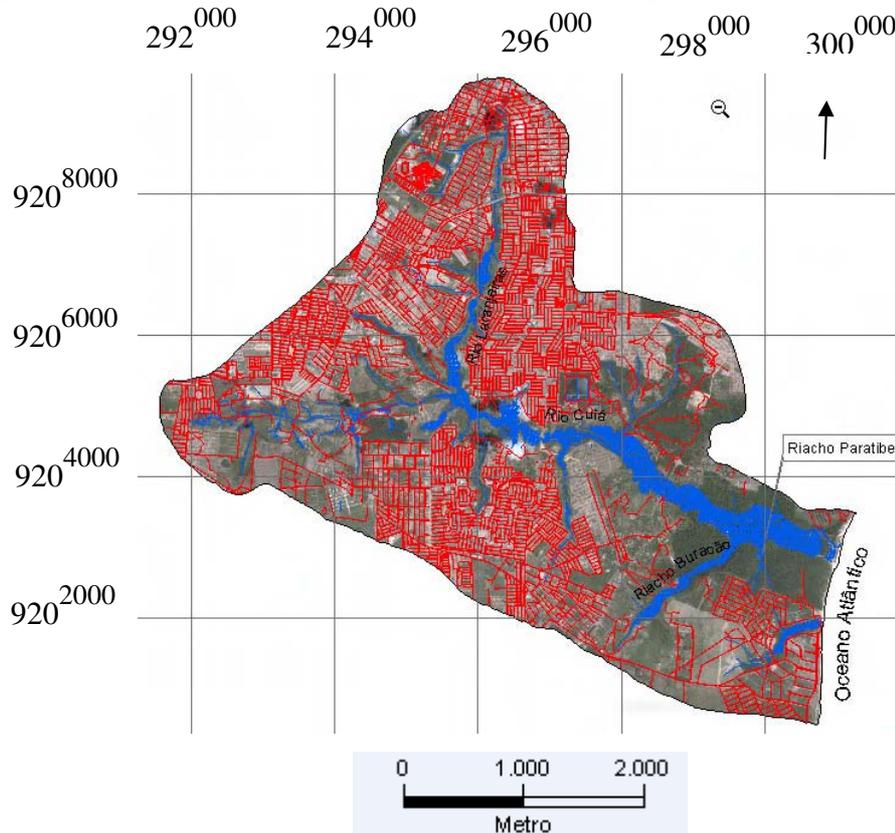


Figura 14 – Localização da Área de Estudo.

Fonte: Carta topográfica N.S. da Penha (escala original, 1:25.00) e imagem Google Earth, disponível em 20/04/09.

Por estar totalmente inserida no meio urbano e permeada por bairros altamente populosos (Figura 15). A bacia do rio Cuiá, apresenta características ambientais e paisagísticas profundamente alteradas como fator agravante, a própria expansão dos conjuntos habitacionais após os anos 70, que se intensificou nos anos 80 e 90 e mais recentemente a aprovação de inúmeros loteamentos, consolidou as alterações da sua fisionomia.



LEGENDA:

 Malha Urbana.	 Rede de Drenagem.
---	---

Figura 15 – bacia Hidrográfica do Rio Cuiá apresentando a Malha Urbana e o sistema de drenagem.

Fonte: PMJP/SEMAM/DIEP 2009.

Uma dessas alterações é a qualidade da água do rio, que desde sua nascente até a sua desembocadura sofre continuamente os efeitos do desmatamento e do lançamento clandestino de efluentes domésticos.

A SUDEMA, órgão ambiental responsável pelo monitoramento das características físico-químicas e microbiológicas dos recursos hídricos do Estado e também os demais diretrizes ambientais (cobertura vegetal, por exemplo), monitora mensalmente alguns parâmetros exigidos pelo CONAMA 357, em 6 (seis) estações de coleta ao longo do rio para

caracterizar, segundo o monitoramento do órgão fiscalizador, a qualidade da água ao longo de seu curso, pois existem dados conflitantes quanto aos resultados das análises laboratoriais entre os órgãos que monitoram a qualidade do rio e a sua realidade encontrada.

Segundo o Conselho de Política Ambiental do Estado da Paraíba, o rio Cuiá está classificado como sendo de ÁGUA DOCE, CLASSE 3, ou seja são águas destinadas a:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.
- A irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
- A pesca amadora.
- A recreação de contato secundário.
- A dessedentação de animais.

Juntamente com as alterações de ordem hídrica, ocorreram modificações nas características qualitativas da vegetação, que foram descritas por Melo (2001), pois foram introduzidas espécies exóticas, não naturais da mata atlântica na região do litoral, como o Sábia (*Turdus rufiventris*), o Ficus (*Ficus benjamina*), a Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) etc.

Consequentemente houve modificações também na área ocupada pelos diferentes tipos de vegetação, devido aos tensores antrópicos e como dito anteriormente, a expansão imobiliária foi um dos fatores que mais contribuiu para a consolidação dessas alterações.

Os principais tipos de vegetação existentes na bacia, são listados no Quadro 7.

Tipo de Vegetação	Características da Vegetação
Capoeira de mata	Formações vegetais secundárias decorrentes do desmatamento com árvores menos que 10m.
Formações arbustivas	Revestimento de gramíneas e vegetação de médio a pequeno porte.
Vegetação herbácea	Gramíneas e com arbustos de menos porte, ocorrendo nas áreas alagadiças das planícies de inundação.
Mangues	Áreas alagadas de influência marinha, ou seja, regiões alagadiças e pantanosa, sujeitas ao movimento das marés.

Quadro 7 – Caracterização dos Tipos de Vegetação da bacia do Rio Cuiá.

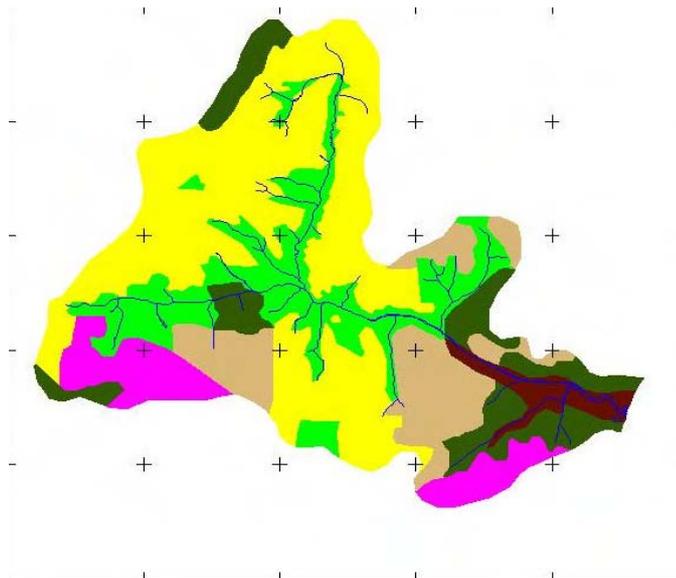
Fonte: Modificado de MELO, 2001.

O que corrobora com os dados do trabalho de Melo (2001) sobre os tipos de vegetação e o percentual do uso e ocupação do solo na área é o trabalho de Silva (2007), apresentado no Quadro 8 e na Figura 16.

Extensão em km ² do Uso do Solo	Características do Uso de Solo
3,49	Cobertura de culturas, como culturas irrigadas e de ciclo curto.
6,47	Área destinada à expansão de loteamentos ou solos expostos.
15,73	Áreas ocupadas por conjuntos habitacionais e loteamentos.
7,98	Área coberta por gramíneas ou áreas de pastagem, predominantemente vegetação natural de porte médio a baixo, árvores dispersas e áreas preparadas para plantações.
4,84	Áreas ocupadas por resquícios de Mata Atlântica matas e capoeiras.
1,36	Vegetação de mangue, que é caracterizado pela presença de área úmida com influência da maré.

Quadro 8 – Uso e Ocupação do Solo da bacia do Rio Cuiá.

Fonte: Modificado de SILVA, 2007.



LEGENDA:

	Mangue.		Ocupação Urbana.		Expansão Urbana.
	Mata e Capoeira.		Gramínea Herbácea/ Pastagem.		Culturas.

Figura 16: Uso e Ocupação do Solo do Cuiá

Fonte: Adaptado de SILVA, 2007.

A bacia é limitada ao norte com a bacia do Rio Jacarapé, ao sul com bacia do rio Gramame, a oeste pelo Conjunto habitacional Ernany Sátiro e a leste pelo Oceano Atlântico.

A bacia do rio Cuiá compreende uma área de aproximadamente 40km², com altitude média de 5 metros.

De acordo com o estudo realizado pela Prefeitura Municipal de João Pessoa (Memorial Descritivo das Intervenções Propostas para as Áreas das Comunidades Situadas nos Trechos do Alto e Médio Curso do Rio, 2009) é possível identificar 3 (três) compartimentos geomorfológicos:

- Os Baixos Planaltos Costeiros - tabuleiros com interflúvios planos revestidos por fragmentos de vegetação muito descaracterizada pela urbanização. Esses locais encontram - se tomados pela construção e expansão de inúmeros conjuntos residenciais, por exemplo, Ernesto Geisel, Funcionários I, II, Grotão, João Paulo II, Valentina e Mangabeira.
- As Encostas - que abrigam em alguns setores, formações vegetais secundárias remanescentes de porte arbóreo, o relevo desta área é considerado instável e muito propenso ao processo de erosão eólica e pelo regime de chuvas.
- Planícies Aluviais - esta unidade é bem demarcada, composta por solos mal drenados, encharcados com a formação de paús e vegetação muito característica de áreas alagadas.

A geologia geralmente evidenciada na área é caracterizada pela presença exclusiva das formações sedimentares meso-cenozóicas, identificadas também pelas formações do Grupo Paraíba/Formação Gramame, representado pelo Calcário e pela Formação Barreiras, constituída pelos litotipos como arenitos, argilitos e siltitos. Ocorrem também dispersos na área os sedimentos Quaternários Holocênicos.

Em cada compartimento é identificado uma variedade de tipos de solo que apresentam características bem definidas quanto a sua composição e a sua tendência à erodibilidade. De acordo com as Tabelas 5, 6, 7 e 8 é possível observar suas diferenças.

Unidade geomorfológica	Tipo de solo	Características	Tendência à Erosão
Baixos Planaltos Costeiros	Argissolos	Classe bastante heterogênea, que tem em comum um aumento substancial no teor de argila com a profundidade. Podem ser muito arenosos ou muito argilosos.	Intermediária
Litoral	Argissolos Vermelho Amarelos distróficos	Classes acinzentadas com fragipan e com horizonte A proeminente abrupto com fragipan	Baixa
Tabuleiros	Latossolos Vermelho Amarelos	Textura mais arenosa	Elevada

Tabela 5 – Caracterização dos solos nos Baixos Planaltos Costeiros.

Fonte: Modificado da PMJP/SEMAM/DIEP 2009

Unidade Geomorfológica	Tipo de solo	Características	Tendência à Erosão
Superfície e encostas dos tabuleiros costeiros	Associações de Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico	Textura média fase transição floresta subperenifólia/cerrado relevo plano e fase cerrado relevo plano.	Intermediária
	Associações de Argissolos Vermelho Amarelos	Textura média fase floresta subperenifólia relevo plano e fase transição floresta subperenifólia/cerrado relevo plano.	Intermediária
	Argissolo Vermelho Amarelo	Textura indiscriminada fase cerrado relevo plano.	Intermediária
	Argissolo Vermelho	Textura argilosa fase floresta subcaducifólia relevo plano.	Baixa
	Argissolo Vermelho Amarelo Equivalente	Textura argilosa fase floresta subcaducifólia relevo suave ondulado.	Baixa
	Neossolos Quartzarênicos	Fase cerrado relevo plano e Aluvial.	Intermediária

Tabela 6 – Caracterização dos solos na superfície e encostas dos tabuleiros costeiros.

Fonte: Modificado da PMJP/SEMAM/DIEP 2009.

Unidade geomorfológica	Tipo de solo	Características	Tendência à Erosão
Planícies Aluviais	Organossolos com horizonte hístico (Solos Orgânicos distróficos e eutróficos)	Solos hidromórficos, pouco desenvolvidos, essencialmente orgânicos, muito ácidos, constituídos de resíduos vegetais fibrosos de coloração preta a cinzenta muito escura, com elevado teor de matéria orgânica, muito mal drenada, encontrada sob condições de permanente encharcamento e originada de progressivas acumulações de matéria orgânica proveniente dos vegetais.	Baixa
	Organossolos tiomórficos		
	Organossolos háplicos		
	Gleissolos sálicos (Solonchak)	Solos halomórficos e hidromórficos encontrados na orla marítima e na restinga estuarina, que se desenvolvem sobre sedimentos recentes do Holoceno, nas áreas baixas influenciadas pelas águas do mar ou salobra, estuários. Correm na desembocadura do Rio Cuiá. A diminuição da correnteza favorece a deposição de sedimentos finos de natureza argilo-siltosa, argilo-arenosa, em mistura com detritos de matéria orgânica, ocorrendo também material mineral de natureza arenosa.	Elevada
	Gleissolos sálicos sódicos (Solos salinos de mangue)		
	Gleissolos Tiomórficos (Solos Tiomórficos (mangues e paús)		

Tabela 7 – Caracterização dos solos das Planícies Aluviais.

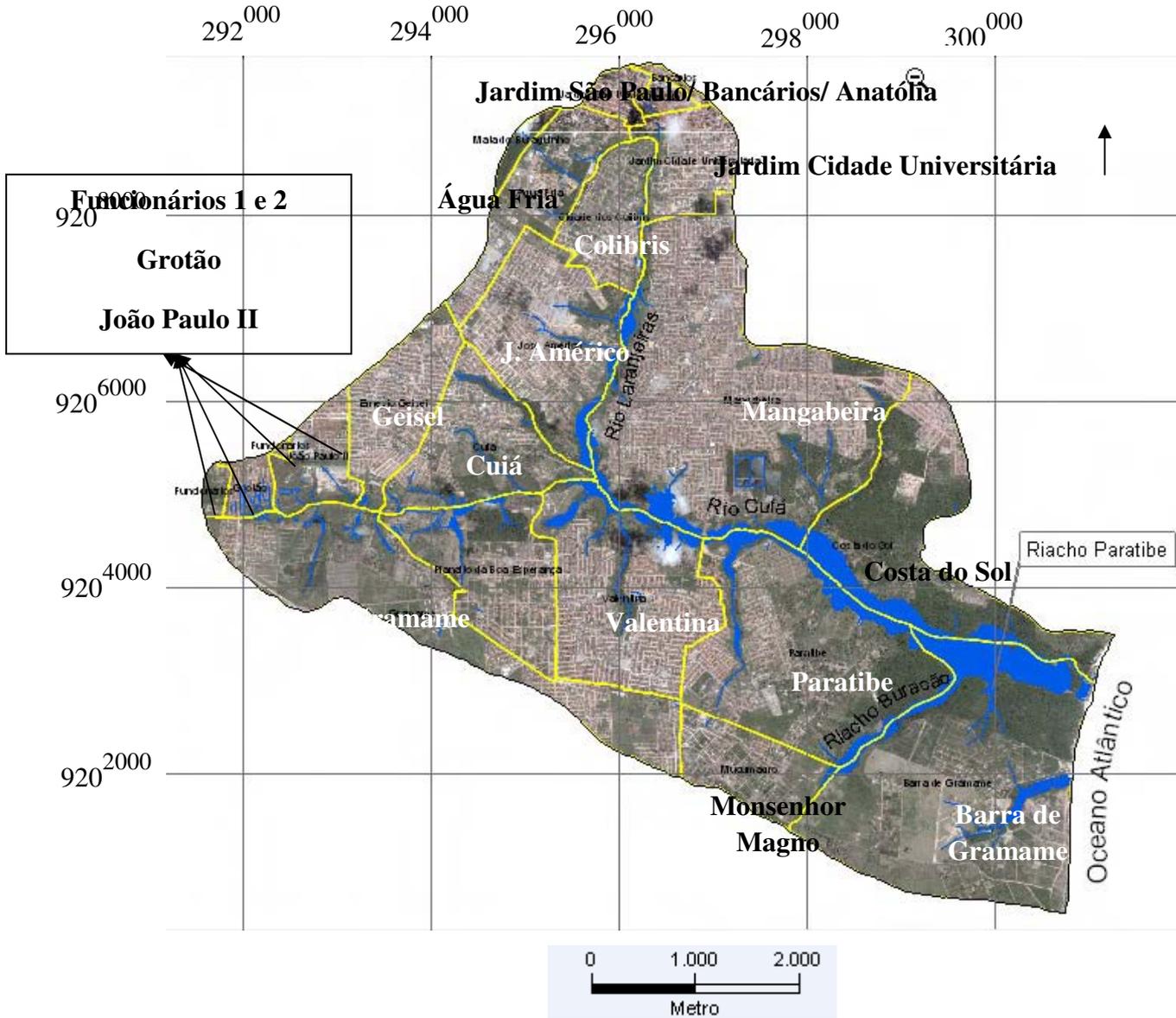
Fonte: Modificado da PMJP/SEMAM/DIEP 2009

Unidade geomorfológica	Tipo de solo	Características	Tendência à Erosão
Planícies Aluviais	Neossolos Quartzarênicos	São solos com sequência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, apresentando textura arenosa ou arenosa fina nos horizontes.	Elevada
	Neossolos Flúvicos (Solos aluviais, eutróficos e distróficos).	São solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assentando sobre horizonte C constituído por camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si.	Elevada
	Espodossolos húmicos	Solos minerais com horizonte B espódico abaixo do horizonte A ou E ou abaixo de hístico com menos de 40 cm. Solos com acúmulo predominante de carbono orgânico e alumínio no horizonte B espódico.	Intermediária
	Ferrihumilúvicos	Solos com acúmulo predominante de compostos de ferro em relação ao alumínio. Presença apenas de horizonte Bs dentro de 200 cm da superfície do solo, ou de 400 cm de profundidade.	Intermediária

Tabela 8 – Caracterização dos solos das Planícies Aluviais.

Fonte: Modificado da PMJP/SEMAM/DIEP 2009.

Estão inseridos nessa bacia os seguintes bairros ou conjuntos habitacionais e ou parte deles (Figura 17): Mangabeira, Valetina, José Américo, Cuiá, Costa do Sol, Paratibe, Gramame, Cidade dos Colibris, Jardim Cidade Universitária, Água Fria, Planalto Boa Esperança, Funcionários I e II, João Paulo II, Barra de Gramame, Grotão, Jardim São Paulo, Anatólia, Bancários, Monsenhor Magno, Ernesto Geisel.



LEGENDA:

- Limites Territoriais dos Bairros.
- Rede de Drenagem.

Figura 17 – Bacia Hidrográfica do Rio Cuiá apresentando os limites territoriais dos bairros e o sistema de drenagem.

Fonte: PMJP/SEMAM/DIEP 2009.