

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**INDICADORES AMBIENTAIS E A GESTÃO DE BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DE ECONOMIA AGRÍCOLA:**

**Diagnóstico e reflexões sobre o caso da bacia do rio Preto,  
noroeste de Minas Gerais**

**Leonardo Martins da Silva**

Minas Gerais – Brasil

Junho – 2012

Leonardo Martins da Silva

**INDICADORES AMBIENTAIS E A GESTÃO DE BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DE ECONOMIA AGRÍCOLA:**

**Diagnóstico e reflexões sobre o caso da bacia do rio Preto,  
noroeste de Minas Gerais**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Geografia da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do tí-  
tulo de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Análise Ambiental

Prof.º Orientador: Dr. Antônio Pereira Magalhães Júnior

Belo Horizonte  
Departamento de Geografia  
2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Leonardo Martins da. **Indicadores ambientais e a gestão de bacias hidrográficas de economia agrícola: diagnóstico e reflexões sobre o caso da bacia do rio Preto, noroeste de Minas Gerais.** 249p. (UFMG/IGC, Doutorado, Análise Ambiental, 2012).

Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Geociências:  
Departamento de Geografia

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Bacias Agrícolas.  | 3. Indicadores Ambientais |
| 2. Recursos Hídricos. | 4. Gestão das Águas       |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, L. M. **Indicadores ambientais e a gestão de bacias hidrográficas de economia agrícola: diagnóstico e reflexões sobre o caso da bacia do rio Preto, noroeste de Minas Gerais.** (Tese de Doutorado), publicação IGC – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. 249p.

## CESSÃO DE DIREITOS

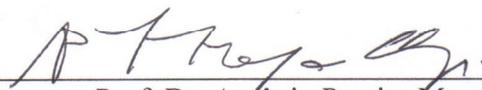
É concedida à Universidade Federal de Minas Gerais permissão para reproduzir esta Tese de Doutorado, somente para propósitos acadêmicos e/ou científicos. O autor reserva outros direitos de publicação sem a devida autorização por escrito.

---

Leonardo Martins da Silva

E-mail: [leomartins@geog.dout.ufmg.br](mailto:leomartins@geog.dout.ufmg.br)

Tese defendida e aprovada, em 29 de junho de 2012, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



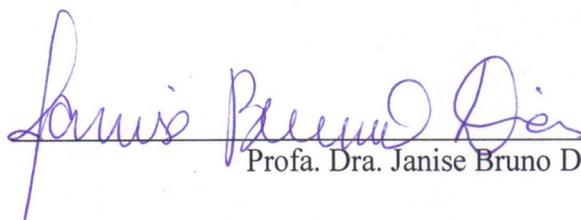
---

Prof. Dr. Antônio Pereira Magalhães Júnior



---

Prof. Dra. Heloisa Soares de Moura Costa



---

Prof. Dra. Janise Bruno Dias



---

Prof. Dr. Fernando Falco Pruski



---

Dr. Alberto Simon Schwartzman

*À minha querida mãe que,  
apesar de todas as adversidades de nossas vidas,  
conseguiu educar e preparar-me para o caminho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Antônio pela orientação, mas, sobretudo por assumi-la na forma como lhe foi apresentada, já no meio de seu curso. Pelo contato inicial com o programa, por ser sempre atencioso, pelas contribuições em geral.

A Casa do Professor de Belo Horizonte, mantida pela APPMG – Associação de Professores Públicos de Minas Gerais, pela moradia a baixo custo e o acolhimento.

Aos colegas do IGC, turma 2008 e tantos outros que foram chegando.

Aos professores Cássio Hissa e Heloísa Costa pela contribuição dada nas discussões em disciplinas e também pelas contribuições no curso do trabalho. Agradecimento especial à professora Janise Bruno Dias, também pelo acompanhamento no estágio supervisionado.

A FAPEMIG – Fundação de Pesquisa de Minas Gerais, pela concessão da bolsa de estudo, mais que necessário à pesquisa, sem o qual sua realização não seria possível.

Aos funcionários das secretarias de meio ambiente, agricultura e planejamento dos municípios visitados. Ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas na pessoa de Túlio Bahia e Célia Frões. A todos os pesquisadores e gestores envolvidos, direta ou indiretamente, nos procedimentos de execução metodológica deste trabalho, assim como pelo fornecimento de valiosas informações.

Às instituições, organizações e associações, como o Comitê do Paracatu e do rio Preto, membros da ONG AAMA, ADASA, COANOR, SAAE, dentre outras representações dos municípios que compõem a bacia do rio Preto.

**“O mundo tornou-se perigoso,  
porque os homens aprenderam  
a dominar a natureza  
antes de dominarem  
a si mesmos”.**

**Albert Schweitzer**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>22</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>24</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>1. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: FUNDAMENTOS E PRESSUPOSTOS BÁSICOS.....</b>	<b>32</b>
1.1 PRINCÍPIOS E CONCEITOS BÁSICOS .....	33
1.2 MODELOS DE GERENCIAMENTO.....	40
<b>2. APARATO LEGAL E INSTITUCIONAL DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL .....</b>	<b>43</b>
2.1 EVOLUÇÃO LEGAL E INSTITUCIONAL NO BRASIL.....	46
2.2 APARATO LEGAL E INSTITUCIONAL DE GESTÃO EM MINAS GERAIS .....	55
2.3 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	62
<b>3. DIAGNÓSTICO DA BACIA DO RIO PRETO: QUADRO FÍSICO, SOCIOECONÔMICO E APARATO LEGAL-INSTITUCIONAL DE GESTÃO</b>	<b>69</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DO QUADRO FÍSICO E INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS.....	71
3.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	80
3.3 HISTÓRICOS DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO.....	86
3.4 QUADROS LEGAL E INSTITUCIONAL DE GESTÃO DAS ÁGUAS .....	93
<b>4. INDICADORES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO DE SUPORTE À GESTÃO DAS ÁGUAS .....</b>	<b>99</b>
4.1 DEFINIÇÕES, TIPOLOGIAS E TERMINOLOGIAS .....	100
4.2 CATEGORIZAÇÕES DE INDICADORES .....	108
4.3 CONSTRUÇÃO E SELEÇÃO DE INDICADORES.....	113
4.4 ANÁLISE MULTICRITERIAL E O PROCESSO DECISÓRIO.....	119
<b>5. CRITÉRIOS DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DO PAINEL DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA BACIAS AGRÍCOLAS .....</b>	<b>122</b>
5.1 PESQUISA DOCUMENTAL E MARCO TEÓRICO-CONCEITUAL.....	123
5.2 CONSTRUÇÃO DO QUADRO MULTICRITÉRIOS .....	124
5.3 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS RESULTADOS: O USO DA TÉCNICA DELPHI .....	128
5.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO QUADRO MULTICRITÉRIOS .....	135
5.5 PAINEL DE INDICADORES PARA SUPORTE AO MONITORAMENTO E GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS.....	139

<b>6. REFLEXÕES SOBRE O QUADRO DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS NA BACIA DO RIO PRETO .....</b>	<b>143</b>
6.1 ATIVIDADES AGRÍCOLAS E RECURSOS HÍDRICOS .....	143
6.1.1 <i>Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas .....</i>	<i>143</i>
6.1.2 <i>Consumo total de insumos químicos em atividades agrícolas .....</i>	<i>149</i>
6.1.3 <i>Percentual de usos das águas por classe de uso .....</i>	<i>155</i>
6.1.4 <i>Média das perdas d'água por técnica de uso empregada.....</i>	<i>156</i>
6.2 PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS .....	161
6.2.1 <i>Estimativa do volume de água consumida por destinação agrícola.....</i>	<i>161</i>
6.2.2 <i>Variação percentual da produtividade média por água empregada em atividades agrícolas.....</i>	<i>166</i>
6.2.3 <i>Evolução das áreas desmatadas por destinação agrícola .....</i>	<i>169</i>
6.2.4 <i>Emissão de resíduos sólidos e efluentes .....</i>	<i>170</i>
6.3 ESTADO QUALI-QUANTITATIVO .....	176
6.3.1 <i>Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas.....</i>	<i>176</i>
6.3.2 <i>Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água .....</i>	<i>179</i>
6.3.3 <i>Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais .....</i>	<i>181</i>
6.3.4 <i>Parâmetros físicos de qualidade solo.....</i>	<i>185</i>
6.4 IMPACTOS NOS RECURSOS HÍDRICOS .....	188
6.4.1 <i>Feições erosivas avançadas com repercussões nos corpos hídricos .....</i>	<i>189</i>
6.4.2 <i>Corpos d'água poluídos.....</i>	<i>193</i>
6.5 ESFORÇOS SOCIAIS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	198
6.5.1 <i>Percentual de áreas protegidas.....</i>	<i>198</i>
6.5.2 <i>Programas pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos .....</i>	<i>201</i>
6.5.3 <i>Usuários participantes em órgãos colegiados ligados à gestão das águas, ao setor agrícola ou às questões ambientais.....</i>	<i>207</i>
6.5.4 <i>Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia .....</i>	<i>214</i>
6.5.5 <i>Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas (iniciados e concluídos) .....</i>	<i>219</i>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>221</b>
<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>229</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>231</b>
<b>APÊNDICES A – QUADRO MULTICRITÉRIOS DE GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS – PERCENTUAIS OBTIDOS PELA APLICAÇÃO DA TÉCNICA DELPHI. ....</b>	<b>243</b>
<b>APÊNDICES B – PAINEL DE INDICADORES PARA GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS AGRÍCOLAS.....</b>	<b>246</b>
<b>APÊNDICE C - PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA DA BACIA DO RIO PRETO NA ÁREA DO DF E ENTORNO IMEDIATO.....</b>	<b>247</b>
<b>APÊNDICE D – VAZÕES MÉDIAS E MÍNIMAS DE REFERÊNCIA PARA BACIA DO RIO PRETO .....</b>	<b>249</b>

## Lista de Figuras

Figura 01 – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos .....	53
Figura 02 – Estrutura do Plano Nacional de Recursos Hidricos .....	54
Figura 03 – Plano Estadual de Gestão de Recursos Hídricos – MG .....	58
Figura 04 – Comitês de bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais – 2007 .....	59
Figura 05 – Bacia do rio Preto: área de estudo.....	70
Figura 06 – Representação esquemática de localização das bacias do S. Francisco e rio Preto no território brasileiro .....	71
Figura 07 – Bacia do rio Preto no Distrito Federal .....	73
Figura 08 – Hidrografia e estações fluviométricas da bacia do rio Preto.....	76
Figura 09 – Compartimentação geomorfológica da bacia do rio Preto.....	79
Figura 10 – Núcleo Rural rio Preto .....	90
Figura 11 – Rio Preto: bacia de contribuição do Paracatu .....	96
Figura 12 – Passos fundamentais para a implementação de um programa de monitoramento com o uso de indicadores .....	106
Figura 13 – Modelo – Pressão – Estado – Resposta (P.E.R).....	110
Figura 14 – Fluxograma das relações causais do modelo D.P.S.I.R .....	112
Figura 15 – Diagrama com os indicadores e variáveis que compõem a vulnerabilidade dos recursos hídricos .....	118
Figura 16 – Estrutura para definição de indicadores para um sistema específico.....	118
Figura 17 – Pirâmide de informação .....	120
Figura 18 – Cinco estágios do ciclo de tomada de decisões.....	122
Figura 19 – Validação de Indicadores pela Técnica Delphi.....	133
Figura 20 – Mudanças no uso do solo para a área de drenagem da bacia do rio Preto	144
Figura 21 – Evolução do uso do solo na bacia do rio Preto .....	146
Figura 22 – Imagem de áreas irrigadas por pivôscentrais em Unaí – MG .....	147
Figura 23 – Classes de uso do solo e cobertura vegetal da bacia do rio Preto em 2006 .....	148
Figura 24 – Eficiência no uso da água para irrigação.....	158
Figura 25 – Evolução do uso da irrigação no Brasil (1950-2001) .....	158
Figura 26 – Sistemas de irrigação em operação na bacia do rio Preto .....	160
Figura 27 – Evolução dos pivôs centrais no alto rio Preto (1992/2002) .....	162
Figura 28 – Principais cultivos e produtividade média agrícola na bacia do rio Preto 1996/2004 (kg/ha).....	167
Figura 29 – Estações de Tratamento de Esgoto na bacia do rio Preto.....	172
Figura 30 – Pequena lagoa de esgoto formada ao lado da estação elevatória.....	174
Figura 31 – Lixões de Unaí-MG e Formosa-GO.....	175
178	
Figura 32 – Hidrograma da série histórica de vazões médias do rio Preto .....	178
Figura 33 – Qualidade das águas superficiais na bacia do rio Preto – São Francisco..	183
Figura 34 – Qualidade das águas na bacia do rio Preto.....	184
Figura 35 – Tipos de solos e projetos de irrigação na bacia do rio Preto.....	186
Figura 36 – Ruptura dos planos com bordos erosivos em veredas.....	191
Figura 37 – Diferentes padrões de ocupação e processos erosivos na bacia do rio Preto .....	192
Figura 38 – Susceptibilidade erosiva da bacia do rio Preto.....	193
Figura 39 – Percentual dos resultados de ensaios ecotoxicológicos da bacia do rio Preto .....	194

Figura 40 – Variação de manganês nas águas da bacia do rio Preto – 2004 .....	195
Figura 41 – Ocorrência de fenóis na bacia do rio Preto .....	196
Figura 42 – Unidades de conservação, uso do solo e cobertura vegetal no alto rio Preto .....	200
Figura 43 – Estado de conservação dos rios em Unaí-MG, segundo a visão dos usuários .....	212
Figura 44 – Opinião do usuário residencial de quem deve zelar pelas águas .....	213
Figura 45 – Interrupção da cachoeira do Queimado e desvio do rio Preto .....	216
Figura 46 – Visão aérea da construção da usina de Queimado .....	217

## Lista de Tabelas

Tabela 01 – Bases para o gerenciamento dos recursos hídricos	35
Tabela 02 – Matriz de gerenciamento dos recursos hídricos	36
Tabela 03 – Funções gerenciais na gestão dos recursos hídricos	37
Tabela 04 – Princípios básicos para gestão dos recursos hídricos	38
Tabela 05 – Modelos de gerenciamento dos recursos hídricos	42
Tabela 06 – Evolução institucional na gestão das águas no Brasil	44
Tabela 07 – Planos diretores avaliados pelo IGAM	57
Tabela 08 – Marcos legais e institucionais de gestão das águas em Minas Gerais	61
Tabela 09 – Instrumentos de gestão dos recursos hídricos	64
Tabela 10 – Classificação das águas doces segundo Resolução do CONAMA 357/05	66
Tabela 11 – Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente	67
Tabela 12 – Instrumentos aplicados à gestão da oferta e demanda	68
Tabela 13 – Sub-bacias do alto rio Preto e suas respectivas contribuições	74
Tabela 14 – Estações fluviométricas da bacia do rio Preto em Minas Gerais	75
Tabela 15 – Estações pluviométricas da bacia do rio Preto	75
Tabela 16 – Municípios e unidades administrativas na bacia do rio Preto	80
Tabela 17 – Dimensão populacional da bacia do rio Preto	81
Tabela 18 – Indicadores populacionais dos municípios da bacia do rio Preto	82
Tabela 19 – Renda <i>per capita</i> (R\$), segundo o Índice de Gini, na bacia do rio Preto– 1991/00	83
Tabela 20 – População ocupada nos municípios que compõem a bacia do rio Preto	84
Tabela 21 – PIB dos municípios da bacia do rio Preto	84
Tabela 22 – Educação e analfabetismo nos municípios da bacia do rio Preto	85
Tabela 23 – Acesso aos níveis de educação nos municípios da bacia do rio Preto	85
Tabela 24 – IDH municípios da bacia do rio Preto	86
Tabela 25 – Propriedades rurais na bacia do rio Preto por classe de área (ha)	90
Tabela 26 – Empreendimentos rurais na bacia do rio Preto	90
Tabela 27 – Aparato legal de gestão das águas na bacia do rio Preto	97
Tabela 28 – Considerações essenciais no processo de seleção de indicadores	115
Tabela 29 – Principais critérios para a seleção de indicadores	116
Tabela 30 – Relação entre escala, nível de informação e uso de indicadores	121
Tabela 31 – Critérios de análise para bacias hidrográficas de economia agrícola	126
Tabela 32 – Entrevistas e visitas técnicas no rio Preto	128
Tabela 33 – Distribuição dos participantes da Técnica Delphi	131
Tabela 34 – Formação e qualificação dos profissionais participantes	131
Tabela 35 – Equivalência entre importância e peso na seleção de critérios análise	133
Tabela 36 – Pesos no tratamento dos resultados e na seleção de critérios	134
Tabela 37 – Critérios com maior aprovação pelos especialistas	136
Tabela 38 – Critérios de análise com menor aprovação pelos especialistas	137
Tabela 39 – Critérios de análise de bacias federais com maior aprovação	138
Tabela 40 – Critérios de análise para bacias federais com menor aprovação	138
Tabela 41 – Indicadores relativos aos critérios prioritários	141
Tabela 42 – Uso agrícola do solo no alto rio Preto	145
Tabela 43 – Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas na bacia do rio Preto	149

Tabela 44 – Insumos necessários para a produção de 1 hectare de feijão irrigado em Unai – MG (2004)	152
Tabela 45 – Produção agrícola e média dos insumos químicos agregados em cultivos na bacia do rio Preto (2007)	153
Tabela 46 – Valores máximos de agrotóxicos permitidos por legislação	154
Tabela 47 – Percentual de uso agrícola das águas segundo enquadramento	156
Tabela 48 – Técnicas de sistemas de irrigação e estimativa de consumo de água na bacia do rio Preto	159
Tabela 49 – Percentual médio de perda de água em métodos de irrigação	160
Tabela 50 – Estimativa de consumo de água em pivôs centrais no alto rio Preto	163
Tabela 51 – Consumo diário em litros de água nas criações de bovinos, aves e suínos por dia	164
Tabela 52 – Consumo de água nas principais criações pecuaristas na bacia do rio Preto	165
Tabela 53 – Produtividade agrícola média por água empregada em cultivos na bacia do rio Preto	168
Tabela 54 – Cobertura vegetal e a evolução das áreas desmatadas de Cerrado na bacia	169
Tabela 55 – Concessão de água e esgoto de municípios da bacia do rio Preto	171
Tabela 56 – Disposição de resíduos sólidos e efluente em municípios da bacia do rio Preto	173
Tabela 57 – Percentual de efluentes coletados e tratados em ETE's	173
Tabela 58 – Disponibilidade hídrica na bacia do rio Preto	178
Tabela 59 – Dados hidrométricos: médias do rio Preto	178
Tabela 60 – Vazão de outorga na bacia do rio Preto segundo vazão mínima	180
Tabela 61 – Parâmetros de qualidade das águas na bacia do rio Preto inconformes com a legislação	182
Tabela 62 – Parâmetros de toxicidade das águas na bacia do rio Preto inconformes com a legislação	195
Tabela 63 – Fontes de poluição difusa e potencial poluidor no alto rio Preto	197
Tabela 64 – Sítios espeleológicos na bacia do rio Preto	201
Tabela 65 – Atores sociais envolvidos no processo de uso da água na bacia do rio Preto	209

## Lista de Símbolos, Siglas e Abreviaturas

A	Área de drenagem
AAMA	Associação dos Amigos do Meio Ambiente
ABHA	Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araguari
ABRH	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ADASA	Agência Reguladora de Águas e Sanemanto do Distrito Federal
AHE	Aproveitamento Hidrelétrico
AL	Alagoas
AMNOR	Associação dos Municípios da Micro-região do Noroeste de Minas
ANA	Agência Nacional das águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
APM	Área de Proteção Permanente
APP	Área de Preservação Permanente
APPMG	Associação de Professores Públicos de Minas Gerais
APRORP	Associação dos Produtores do rio Preto
AR	Administração Regional
ASBACIA	Associação dos Produtores Rurais da Bacia do Areia do Município de Unaí
BA	Bahia
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CAMPO	Companhia de Promoção Agrícola
CAPUL	Cooperativa Agropecuária de Unaí
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CDS	Comissão para o Desenvolvimento Sustentável
CEB	Companhia Energética de Brasília
CEEIBH	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CEEIG	Comitê Especial de Estudos Integrados do rio Guafba
CEEIGRAN	Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia do rio Grande
CEEIJAPI	Comitê Especial de Estudos Integrados dos rios Jaguari-Piracicaba

CEEIPAR	Comitê Especial de Estudos Integrados do rio Paraíba
CEEIPARMO	Comitê Especial de Estudo Integrado do rio Pardo
CEEIPEMA	Comitê Especial de Estudos Integrados do rio Paranapanema
CEEIRJ	Comitê Especial de Estudos Integrados do rio Jari
CEEIVASF	Comitê Especial de Estudos Integrados do rio São Francisco
CEERI	Comitê Executivo do rio Iguaçu
CEIDOCE	Comitê Executivo de Estudos Integrados de Bacia do rio Doce
CEIVAP	Comitê Executivo de Estudos Integrado da Bacia do rio Paraíba do Sul
CELUSA	Centrais Elétricas de Urubupungá S/A
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETEC	Centro Tecnológico
CF	Constituição Federal
CHERP	Companhia Hidroelétrica do Rio Pardo
CHESF	Companhia hidroelétrica do São Francisco
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical, da Colômbia
CIF	Campo de Instrução de Formosa
CMDRS	Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COANOR	Cooperativa Agropecuária do Noroeste Mineiro
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Paraíba
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COOPA/DF	Cooperativa Agropecuária da Região do Distrito Federal
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CRH	Conselho de Recursos Hídricos
CTHIDRO	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
D	Deflúvio Superficial
D.P.S.I.R	Driving Force – Pressure – State – Impact – Response
DAE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado

DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Distrito Federal
DF	Distrito Federal
DGI	Divisão de Geração de Imagens
DN	Deliberação Normativa
DNAE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPCSD	Departamento de Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável
DPSIR	Driving Force – Pressure – State – Impact – Response
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
EEA	European Environment Agency
ELETRONBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Espírito Santo
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETr	Evapotranspiração Real
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food And Agriculture Organization
FAPE	Federação da Agricultura do DF
FAPEMIG	Fundação de Pesquisa de Minas Gerais
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FHIDRO	Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento de Bacias Hidrográficas
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos

FUNDECIT	Fundo de Auxílio à Investigação e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GDF	Governo do Distrito Federal
GEF	Global Environment Facility
GO	Goiás
GRH	Gestão de Recursos Hídricos
ha	Hectare
Hab.	Habitante
HIDROWEB	Sistema de Informações Hidrológicas
I	Declividade Longitudinal Média
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IGC	Instituto de Geociências
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPHAN	Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IQA	Índice de Qualidade das Águas
kg	Quilograma
Km <sup>2</sup>	Quilômetro Quadrado
Kw/h	Quilowatt por Hora
L	Comprimento do Talvegue Principal
l/s	Litros por segundo
LQI	Land Quality Indicators
LQI	Land Quality Indicators
m <sup>3</sup> /s	Metro Cúbico por Segundo
mg	Miligramas
MG	Minas Gerais
mm	Milímetros

MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MS	Ministério da Saúde
NGA	Núcleo de Gestão Ambiental
OD	Oxigênio Dissolvido
OEA	Organização dos Estados Americanos
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não Governamental
ONS	Operadora Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Precipitação
PAD	Projeto de Assentamento Dirigido
PAE	Programa de Ações Estratégicas
PAM	Produção Agrícola Municipal de Cereais, Leguminosas e Oleaginosas
Panual	Precipitação anual média
PBHSF	Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDOT	Plano Diretor de Ordenamento Territorial
PDRH	Plano Diretor de Recursos Hídricos
PE	Pernambuco
PER	Pressão – Estado – Resposta
PERGEB	Programa Especial da Região Geoeconômica de Brasília
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PGIRH	Plano de Gestão Integrada de Recursos Hídricos
pH	Potencial de Hidrogênio Iônico
PIB	Produto Interno Bruto
PLANOROESTE	Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste de Minas Gerais
PLANPAR	Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paracatu
PMDI	Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa Ambiental das Nações Unidas
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
PROCEDER	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
PROINE	Programa de Irrigação do Nordeste
PRONI	Programa Nacional de Irrigação
q	Coeficiente de Vazão
<b>Q<sub>7.10</sub></b>	Vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno
<b>Q<sub>90</sub></b>	Vazão com 90% de permanência
<b>Q<sub>95</sub></b>	Vazão com 95% de permanência
<b>Q<sub>mt</sub></b>	Vazão média a longo termo
RA	Região Administrativa
RIDE	Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal
RPPN	Reserva Particular de Patrimônio Natural
RS	Rio Grande do Sul
S/A	Sociedade Anônima
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SADF	Secretaria de Agricultura do Distrito Federal
SANEAGO	Empresa de Saneamento de Goiás
SANECAB	Serviço Autônomo de Saneamento de Cabeceira Grande
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SC	Santa Catarina
SCOBVER	Subcomitês da Bacia do rio Verde
SE	Sergipe
SEAPA	Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SEDUMA	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SEEIASF	Subcomitês Executivos de Estudos Integrados do Alto São Francisco
SEGRH	Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
SEINFRA	Secretaria de Infra-Estruturas e Obras do Distrito Federal

SEMA	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SEMAD	Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEPLAN	Secretaria de Planejamento, Coordenação e Parcerias do Distrito Federal
SERH	Sistema Estadual de Recursos Hídricos
SGRH	Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGEO	Sistema de Informações Georreferenciadas de Outorgas
SIGRHI	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINRH	Sistema de Informações de Recursos Hídricos
SIRH	Sistema Informatizado de Recursos Hídricos
SISAGUA	Sistema de Apoio ao Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISCO	Sistema de Controle de Outorgas
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Saneamento Ambiental
SNRH	Sistema Nacional de Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza\
SQAO	Sistema Quali-quantitativo de Outorgas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SUDEPE	Superintendência do Desenvolvimento da Pesca
SUDHEVEA	Superintendência da Borracha
TC/BR	Tecnologia e Consultoria Brasileira S/A
TFS	Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
TFU	Taxa de Fiscalização dos Usos dos Recursos Hídricos
Ton.	Tonelada
µg/l	Microgramas por litro
UFMG	Universidade Federal de Goiás

UHE	Usina Hidrelétrica
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura
USELPA	Usinas Hidroelétricas do Paranapanema S/A
WRI	World Resources Institute
ZEE	Zoneamento Econômico-Ecológico

## RESUMO

Dentre os recursos naturais, a água se caracteriza como um dos elementos essenciais à existência do meio físico e social. Com o desenvolvimento técnico e científico, alcançado nas últimas décadas pela atual sociedade, tem aumentado o número de atividades que demandam por água, cujos usuários, por muitas vezes, não ponderam sobre sua essencialidade e a comprometem, quantitativa e/ou qualitativamente. Em bacias hidrográficas com ocupação agrícola a demanda produtiva por água promove uma série de implicações aos sistemas hídricos na ordem socioambiental. No Brasil, este quadro tem se mostrado ainda mais preocupante, pois as atividades agrícolas são as que mais demandam água em quantidade, sendo crescentes as exigências de áreas para práticas agrícolas. A compatibilização entre usos, demandas e disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas com vocação agrícola é, certamente, um dos desafios de destaque dos processos de gestão dos recursos hídricos. A presente pesquisa representa esforços nesse sentido, pois propõe a concepção de um instrumento metodológico de diagnóstico cujas informações, adquiridas a partir de um Painel de Indicadores, dão suporte à gestão de bacias hidrográficas agrícolas. A partir da experiência de um conjunto de especialistas, nos temas relacionados aos recursos hídricos, a proposta foi desenvolvida e aplicada na bacia do rio Preto, noroeste de Minas Gerais. A proposta tem o intuito de avaliar a operacionalização de um conjunto de indicadores, além de fundamentar recomendações na construção de planos diretores e instrumentos gestores mais contundentes na aplicação das políticas nacional e estaduais de recursos hídricos. Dos 88 especialistas convidados a participarem da composição do Painel Delphi, 39 efetivamente avaliaram os critérios, inicialmente propostos, e contribuíram com suas experiências. O modelo proposto elencou como temas prioritários na gestão de bacias agrícolas: o dimensionamento da economia agropecuária e o consumo de recursos naturais; as formas e os níveis de comprometimento quali-quantitativo; a identificação de danos socioambientais gerados por seu funcionamento; e a construção e aplicação de medidas mitigadoras. A aplicação do Painel na bacia do rio Preto, composto por 19 indicadores e dimensionados no modelo de classificação Força Motriz–Pressão–Estado–Impacto–Resposta, definiu, nas respectivas dimensões, os principais resultados da pesquisa. A evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas tem sido crescente durante o período analisado; a produção agrícola desprende um elevado consumo de agroquímicos que, concentradas no

alto rio Preto, umas das principais áreas de recarga de reservas subterrâneas de água, representa elevado potencial contaminante; a média de perdas de água, no funcionamento dos sistemas de irrigação é elevada se considerada a técnica de maior uso na bacia, os pivôs centrais; alguns trechos do rio Preto, e de seus principais afluentes, apresentam amostras físico-químicas de qualidade da água inconformes com os parâmetros legais; são detectadas feições erosivas em diferentes níveis e pontos da bacia; há conflito de uso da água entre irrigantes e usuários do setor hidrelétrico; apesar de se encontrar iniciativas de programas pautados em princípios agroambientais na bacia, é notório que a carência de informações, quanto às reais condições socioambientais, e de uso da água em atividades agrícolas na bacia, representa lacunas que podem comprometer processos decisórios de gestão dos recursos hídricos.

**Palavras – chave:**

Bacias Agrícolas; Recursos Hídricos; Painel de Indicadores; Gestão das Águas.

## ABSTRACT

Among natural resources, water is characterized as an essential element for the existence of physical and social environment. With the technical and scientific development achieved in recent decades by the current society, the number of activities that demand for water has increased. These activities, many times, do not ponder their essentiality and undertake them quantitative and/or qualitatively. In agricultural catchments, the demand for water production chains a number of implications for water systems in the socio-environmental organization. In Brazil, this framework has been even more worrying, since agricultural activities are those that require more water in quantity once the demands of land for agricultural practices have increased. The compatibility between uses, demands and water availability in river basins with agricultural vocation is certainly one of the outstanding challenges of the processes of water resources management. This research illustrates these efforts because it proposes the concept of a methodological diagnosis tool, whose information gathered from a Panel of Indicators support the management of agricultural watersheds. From the experience of a group of experts on issues related to the water, the proposal was developed and applied in the Preto river basin, northwest of Minas Gerais, in order to evaluate the working process of a number of indicators, besides supporting recommendations in the building of director plans and more efficient management tools in the implementation of national and state water resources policies. Out of the 88 experts invited to participate in the composition of the Panel Delphi, 39 effectively evaluated the criteria originally proposed and contributed with their experiences. The proposed model listed out as priorities in the management of agricultural watersheds: the scaling of the agricultural economy and consumption of natural resources; forms and levels of qualitative and quantitative commitment; the identification of socio-environmental damage generated by its operation; and construction and implementation of mitigation measures. The implementation of the Panel in the Preto river basin, composed of 19 indicators and scaled in the classification model Driving Force-Pressure-State-Impact-Response, defined in its dimensions the main search results. The development of the areas used for agricultural activities increased during the analyzed period; the agricultural production implies a high consumption of chemicals, which means high contamination potential when concentrated on the

upper Preto river, one of the main recharge areas of groundwater resources; the average water loss is high if the most used irrigation technique, that is, the central pivots, is considered in the basin; some parts of the Preto river and its major runnels show physical and chemical samples of water quality parameters different from legal ones; erosive features are detected at different levels and points of the basin; there is conflict in the use of water between irrigators and hydropower sector users; despite initiatives for programs guided by principles of agro-environmental principles in the basin, it is clear that the lack of information concerning the real socio-environmental conditions of water use in agricultural activities in the basin represents gaps that may harm the decision-making processes of water resources management.

Keywords:

Agricultural Basins; Water Resources; Indicators Panel; Water Management.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande riqueza hídrica destacada pelo potencial de extensas bacias hidrográficas, grandes canais fluviais, reservas subterrâneas, dentre outros, que têm sido ou tornar-se-ão motivos de conflitos futuros entre seus diferentes usuários. O Estado de Minas Gerais está situado em uma das regiões do Brasil de considerável riqueza hídrica, onde o recurso água subsidia diversas atividades, sejam elas agrícolas ou industriais, de geração de energia, em diferentes formas de navegação, pesca e turismo.

Com os pesados investimentos em infraestrutura e o conseqüente crescimento econômico do estado, principalmente a partir da década de 70, suas atividades passam a se inserirem âmbito global, principalmente as atividades de empresas ligadas à mineração e as extensas áreas destinadas a atividades relacionadas ao agronegócio. Desde então, sob o prelúdio do investimento privado, o estado passou a dirigir planos de gestão do território, transformando, dinamizando e sugerindo novos padrões às economias locais.

Notadamente, os recursos hídricos e a gestão dos demais recursos naturais foram legados a segundo plano, cuja exploração sistematizada foi dada como necessária ao desenvolvimento econômico em curto prazo. Diversos impactos ambientais, negativos a estes sistemas, começaram a serem identificados, tais como: o empobrecimento genético, a compactação e a erosão dos solos, a contaminação química das águas, o assoreamento dos leitos dos cursos d'água, a degradação de áreas de nascentes, além do efeito imediato e direto sobre a fauna em função da simplificação dos ecossistemas e a fragmentação dos *habitats* do cerrado (ALHO, 1990).

Com a crescente demanda por água, tanto em quantidade como em qualidade, tem aumentado paralelamente a disputa de usuários por sua utilização. A percepção de escassez tem feito com que a água passe a ser considerada um recurso natural com valores econômicos, político-estratégicos e socioculturais. As perdas têm incentivado os vários atores envolvidos a repensarem sua participação no processo de gestão pública das águas. Governos do mundo, frente à percepção de conflito e escassez de água, têm buscado (re)organizar um sistema político e institucional capaz de operacionalizar instrumentos efetivos de gestão, que estimule a utilização ponderada e amplie os sistemas de participação e de descentralização política.

Contudo, essa evolução legal e institucional não tem se mostrado de forma homogênea e muito menos simultânea, basta observar as diferentes datas de publicações das legislações estaduais e da institucionalização de órgãos de regulação e fiscalização, além do número de bacias que contam com Planos Diretores. A fase de implementação política, e de operacionalização dos instrumentos de gestão, demonstram elevado grau de complexidade, haja vista a grande variabilidade de características específicas das unidades hidrográficas.

No Brasil, o Governo Federal e os Estados têm, nos últimos anos, procurado reorganizar a política e o ambiente institucional definindo novos direitos de propriedade. O gerenciamento das águas tem procurado cada vez mais envolver vários órgãos públicos e agentes privados, delegando funções e direitos.

A atual Política Nacional de Recursos Hídricos dispõe, dentre outras normativas, que os Planos de Recursos Hídricos deverão ser elaborados por bacias, estados e para o país, sendo planos diretores que visem à fundamentação, orientação e também a implementação dos demais instrumentos da política. Estes seriam planos de longo prazo, com horizonte de planejamento comparável com o período de implantação de seus programas e projetos que resguardariam conteúdos mínimos previstos em lei.

Os Planos Estaduais de Recursos Hídricos devem ser desde sua elaboração, construídos com base nas propostas que os comitês encaminham, levando sempre em conta as propostas individuais e coletivas traçadas pelos usuários da água. Devem associar o conhecimento local aos estudos técnicos, planos setoriais de desenvolvimento, pesquisas e outros documentos que compatibilizem e consolidem informações e propostas dos comitês.

Em bacias hidrográficas de menor extensão, ou de situação menos complexas, essa compatibilização pode se operacionalizar com maior eficácia. Na bacia do rio São Francisco, por sua grande extensão territorial e por suas subunidades hidrográficas se sobreporem aos limites administrativos, envolvendo assim, interesses múltiplos de Estados e usuários, esse processo pode se mostrar bem mais complexo e muito menos operacional.

Frente ao que está posto em relação à exploração dos recursos hídricos e à degradação dos recursos naturais como um todo o políticas empreendidas pelo Estado, sobretudo as referentes aos recursos hídricos e ao meio ambiente, têm se mostrado pouco operantes, frente à complexidade e dimensão da questão ambiental que envolve as

bacias. Algumas formas de controle, que são apenas pontuais, têm sido realizadas em parques estaduais e nacionais, ou mesmo têm ficado restritas ao nível individual, sendo incapazes de garantir sustentação. Os impactos da escassez de água já se tornam aparentes em diferentes regiões e bacias hidrográficas brasileiras.

A bacia do rio Preto, situada a noroeste do estado de Minas Gerais, fortemente marcada pelo desenvolvimento de atividades agrícolas, está inserida nesse processo, pois sofreu, e tem sofrido, com o uso e manejo indiscriminado dos recursos hídricos. A unidade hidrográfica se destaca em âmbito nacional como uma das maiores produtoras de grãos, assim como por suas extensas áreas agrícolas mecanizadas e cultiváveis, boa parte mantida por pivôs centrais com grande necessidade de água.

O rio Preto, de grande importância também histórica para a população da região, pois faz parte do processo de ocupação da região, tem vivido momentos de esquecimento por parte dos órgãos públicos competentes. Além de servir como principal fonte de abastecimento público, tanto a municípios mineiros como goianos, de manter atividades agrícolas e industriais, e ainda servir como forma de lazer para alguns municípios, recentemente teve parte de suas águas represadas para o projeto de aproveitamento hidrelétrico de Queimado.

A presente pesquisa procura abordar a aplicabilidade dos indicadores ambientais como instrumentos de suporte à aquisição de informações diagnósticas na gestão de bacias hidrográficas com vocação agrícola, adotando-se a bacia do rio Preto como estudo de caso. Busca-se levantar reflexões sobre a utilidade e a operacionalidade dos indicadores no atual estágio de efetivação das políticas nacional e estadual de recursos hídricos, bem como dos sistemas nacional e estadual de gerenciamento de recursos hídricos. A metodologia envolve uma proposta de concepção e avaliação de critérios e indicadores voltados à realidade de bacias agrícolas, permitindo a identificação de informações mais relevantes para a gestão destas unidades hidrográficas.

O capítulo I apresenta o resgate do arcabouço teórico-conceitual que sustenta e embasa a pesquisa. Foram discutidos os fundamentos e pressupostos básicos para gestão dos recursos hídricos, principais conceitos, funções gerenciais, matrizes e modelos de gestão das águas.

O processo evolutivo da legislação e instituições associadas à política nacional de recursos hídricos é abordado no capítulo II, que também discute o aparato legal que rege a aplicação de instrumentos gestores das águas em Minas Gerais.

No capítulo III foi realizada uma caracterização geral da bacia do rio Preto no noroeste do estado de Minas Gerais. Buscou-se fazer um levantamento geral de informações quanto ao quadro físico, como a localização geográfica, as características geológicas, geomorfológicas, biológicas e os aspectos hidrológicos básicos, quanto ao quadro humano, os aspectos socioeconômicos da população, histórico de uso e ocupação do solo, assim como o aparato legal e institucional atuante na área de estudo.

O uso dos indicadores como instrumento de gestão dos recursos hídricos foi abordado no capítulo IV, no qual se buscou conceituações e tipologias acerca dos indicadores ambientais. Do mesmo modo, fez-se um resgate do processo de construção e seleção dos indicadores em análises ambientais e em processos gestores de tomada de decisão.

A síntese do desenvolvimento da pesquisa foi abordada no capítulo V, que também descreve as etapas e ações de aquisição de informações e tratamento de resultados, para o qual se elencou materiais de pesquisa. Do mesmo modo, delineia os procedimentos de construção, validação e seleção de critérios para composição do Quadro Multicriterial, processo que foi feito pela implementação das etapas descritas na Técnica Delphi a partir da experiência dos especialistas. Posterior à seleção dos critérios de análise, discutiu-se a perspectiva metodológica que conduziu o processo de construção e aplicação do Painel de Indicadores.

Ainda no capítulo V foram consolidados os resultados da Técnica Delphi por meio dos especialistas que avaliaram os critérios previamente selecionados. Com a avaliação descartou-se os critérios menos valorizados o que resultou, a partir da definição e conversão dos critérios, na seleção de indicadores e nas respectivas unidades de mensuração que compuseram o Painel de Indicadores.

A partir dos vários indicadores construídos em conjunto com os especialistas, e o enquadramento destes nas dimensões de Pressão-Estado-Resposta, no capítulo VI aplicou-se o modelo e construiu-se o diagnóstico da bacia do rio Preto. Os resultados obtidos foram discutidos a fim de averiguar a aplicação do modelo como forma de suporte à aquisição de informações e gestão de bacias hidrográficas agrícolas.

Com o subsídio das informações levantadas e analisadas buscou-se retomar hipóteses formuladas, assim como tecer algumas considerações, formular limitações e recomendações acerca do tema pesquisado e da proposta construída a partir da experiência encontrada na bacia do rio Preto.

A pesquisa teve como objetivo principal avaliar a aplicabilidade de indicadores ambientais como instrumentos de aquisição de informações, suporte à elaboração de diagnóstico ambiental e auxílio à gestão de bacias hidrográficas com economia de vocação agrícola. Para tanto, a proposta foi construída a partir do diagnóstico da realidade da bacia do rio Preto, noroeste de Minas Gerais, uma bacia na qual predominam as atividades agrícolas.

A avaliação multicriterial de Indicadores Ambientais por um painel de especialistas (técnica Delphi) foi o viés metodológico adotado para embasar a pesquisa.

O objetivo geral é alicerçado no fato, reconhecidamente conhecido na literatura, de que o principal uso das águas no Brasil e no mundo, em termos quantitativos, é a irrigação e, no caso das bacias com economia agrícola, esta pressão sobre os mananciais hídricos é ainda mais evidente. As elevadas demandas de água exigem, portanto, um conjunto sistematizado de informações que contribuam para a operacionalização dos princípios, fundamentos e instrumentos de gestão das águas propostos nas políticas, nacional e estadual, de recursos hídricos. Os indicadores se apresentam como instrumentos informacionais potencialmente úteis para subsidiar os processos de tomada de decisão pelos atores dos sistemas de gestão de recursos hídricos.

Para desenvolver a pesquisa, tomou-se como área de estudo a bacia do rio Preto, situada na região noroeste do estado de Minas Gerais e pertencente à bacia do rio São Francisco. A bacia possui concentração de atividades baseadas na economia agrícola e elevadas demandas de água para irrigação, muito embora ainda não conte com um Plano Diretor de Recursos Hídricos. Apresenta, complementarmente, a especificidade de ser uma bacia federal por abranger mais de uma unidade da Federação (Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal), podendo suscitar indicadores específicos para esta realidade potencialmente conflituosa.

A escolha da bacia do rio Preto, como unidade de construção e aplicação do modelo proposto, se deve também à busca por aprofundamento da pesquisa, outrora realizada durante o mestrado, quanto ao uso das águas e suas implicações socioambientais.

A pesquisa apresenta os seguintes objetivos específicos:

✓ Conceber e avaliar um Quadro de Critérios e Indicadores Ambientais voltados para a gestão de recursos hídricos em bacias agrícolas, a partir do estudo de

caso da bacia do rio Preto, com o intuito de fundamentar uma estrutura metodológica de análise;

- ✓ Elaborar um diagnóstico das informações necessárias à construção de indicadores ambientais na bacia do rio Preto, e avaliar a viabilidade da operacionalização dos Indicadores Ambientais propostos. Esse objetivo visa contribuir para a verificação da possibilidade de sistematização de informações que auxiliem a construção de indicadores aplicáveis aos processos de gestão das águas;

- ✓ Identificar possíveis benefícios e limitações em relação ao potencial de utilização de indicadores ambientais na gestão da bacia do rio Preto, apontando ainda, diretrizes gerais válidas para outras bacias agrícolas no país.

O trabalho de pesquisa está norteado pelos seguintes questionamentos, problemáticas e/ou hipóteses:

- ✓ Muito embora se discuta a importância da gestão integrada dos recursos hídricos e, sobretudo, se conheça as elevadas demandas de água relativas ao setor agrícola no Brasil, grande parte das bacias hidrográficas, com vocação agrícola, não conta com um Plano Diretor de Recursos Hídricos que forneça, de forma objetiva e sistematizada, informações quanto à necessidade de compatibilização entre gestão de recursos hídricos e gestão do uso agrícola do solo e das águas;

- ✓ Os municípios mineiros, goianos e o Distrito Federal, que são drenados pela bacia do rio Preto, assim como os órgãos responsáveis pela gestão ambiental das águas, encontram limitações na aplicação dos instrumentos de gestão das águas previstos na Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos devido à grande carência de informações sobre a bacia.

- ✓ O uso de indicadores para gestão dos recursos hídricos em bacias agrícolas permite produzir conhecimento sobre as pressões e o estado das águas, bem como sobre as respostas dos diferentes setores da sociedade a este quadro. Permite ainda sinalizar possíveis situações de avanços, inoperância ou retrocessos na conjuntura legal, institucional e ambiental relacionada aos recursos hídricos das bacias agrícolas;

- ✓ A abordagem integrada de análise multicriterial e a aplicação dos indicadores na gestão de bacias agrícolas pode contribuir para a busca de maior integração

intersectorial de políticas públicas, ou seja, possibilitar que os diferentes instrumentos legais e institucionais, direta ou indiretamente relacionados à política de gestão dos recursos hídricos, identifiquem caminhos de operacionalização conjunta.

## **1. GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: FUNDAMENTOS E PRESSUPOSTOS BÁSICOS**

Do ponto de vista ambiental, a água é um bem natural essencial ao desenvolvimento, manutenção e conservação da vida no planeta. Seu comprometimento pode afetar, direta ou indiretamente, a qualidade ambiental, a saúde, o bem-estar da população e o desenvolvimento de atividades socioeconômicas. É necessário, entretanto, concebê-la também como um recurso econômico, subsídio no desenvolvimento de atividades econômicas, que deve ter regulamentado seu uso e manejo, com vistas a evitar prejuízos sociais, econômicos e ambientais.

O atual estágio de aproveitamento dos recursos naturais é marcado pelo modelo, ainda vigente, o modelo econômico neoliberal, no qual a exploração dos recursos naturais a qualquer custo e, por consequência os graves prejuízos ambientais, são tidos como condição para sustentar o crescimento econômico. Os danos ambientais acentuam a necessidade de se projetar um modelo de gestão das águas que, além de preconizar uma gama de ponderações acerca do uso e manejo das águas, identifique os impactos socioambientais que as diferentes formas de apropriação das águas desencadeiam.

Muito embora a crise esteja sendo vivida com maior gravidade em áreas urbanas, principalmente pelo adensamento populacional, é em áreas agrícolas em que esse processo, de comprometimento da qualidade e quantidade das águas, tem gerado repercussões diretas sobre os sistemas naturais e sociais.

Reverter esse processo de crise hídrico-ambiental, a fim de garantir a manutenção das disponibilidades hídricas, dentro de níveis aceitáveis para todos os usos, envolve uma revisão das formas com a qual têm se dado as relações entre sociedade e natureza. Um novo modelo de gestão das águas surge como uma possibilidade de intervenção nessas relações, contribuindo para o estabelecimento de novas relações e compatibilizações entre uso humano das águas e processos naturais.

Nesse intuito, é abordada na sequência uma discussão teórico-conceitual acerca da gestão dos recursos hídricos, assim como o processo de construção do aparato legal e institucional que, historicamente, vem traduzindo os esforços em se implementar

no país um modelo de gerenciamento e de aplicação de instrumentos de gestão que seja capaz de melhor compatibilizar demandas socioeconômicas de uso das águas aos ritmos da natureza.

### **1.1 Princípios e Conceitos Básicos**

A gestão dos recursos hídricos se configura como uma das modalidades da gestão ambiental que pode ser definida como um conjunto de ações que envolvem políticas públicas, o setor produtivo e a sociedade, de forma a incentivar o uso sustentável dos recursos ambientais. Segundo THEODORO et. al. (2004), a gestão ambiental é um processo que liga as questões de conservação e desenvolvimento em seus diversos níveis.

O processo de gestão, seja ambiental ou focado nos recursos hídricos, deve ser constituído por uma política que estabeleça as diretrizes gerais, através de um modelo de gerenciamento, que estabeleça a organização administrativa e funcional necessária para tal, por um sistema de gerenciamento, constituído pelo conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, para execução da política, através de um modelo adotado e tendo por instrumento o planejamento ambiental (FREITAS, 2001: 05).

Segundo FREITAS (2001) o gerenciamento ou gestão de um recurso ambiental natural, econômico ou sociocultural, consiste na articulação do conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos ou socioculturais interativos, objetivando compatibilizar o uso, o controle e a proteção deste recurso ambiental, disciplinando as respectivas ações antrópicas, de acordo com a política estabelecida para o mesmo, de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável (op. cit.: 04).

O gerenciamento ou gestão dos recursos hídricos pode ser definido, segundo LEAL (2001), como “sinônimo de uma ação humana de administrar, de controlar ou de utilizar alguma coisa para obter o máximo de benefício social por um período indefinido, para além da nossa história pessoal e única”. Segundo o autor, benefício social refere-se aqui à qualidade de vida da população, representada pela satisfação de três conjuntos de necessidades: padrão de consumo, condição sociocultural e qualidade ambiental.

O gerenciamento dos recursos hídricos para LANNA (2000) envolve a consideração de uma grande diversidade de objetivos (econômicos, ambientais, sociais,

etc.), usos (irrigação, geração de energia, abastecimentos, etc.) e que é levado a cabo através de uma série de documentos idealmente articulados que se diferenciam quanto aos objetivos, à abrangência setorial e geográfica e ao detalhamento.

Assim, o gerenciamento ou Gestão dos Recursos Hídricos - GRH deve englobar o planejamento, a administração e regulação desse recurso natural. O planejamento dos recursos hídricos, para BARTH (1987), visa à avaliação prospectiva das demandas, disponibilidades desse recurso e a alocação entre usos múltiplos, de forma a obter benefícios econômicos e sociais.

Estes são alguns dos grandes desafios, dessa nova perspectiva de gestão das águas, enfrentada por todos aqueles que se aventuram na busca por compatibilizar múltiplos fatores na construção de modelos de gestão.

Entretanto, como salienta BARROS (2000), a palavra gestão vem sendo utilizada, e quase sempre entendida na atualidade, como sinônimo de gerenciamento ou administração. Para o autor o gerenciamento é parte da gestão, uma atividade administrativa que envolve mais especificamente a execução e acompanhamento das ações, já a gestão é mais abrangente atuando no planejamento global a partir das vertentes políticas, econômicas e sociais.

A gestão aplicada aos recursos hídricos, ou mesmo às questões ambientais, figura como gestão pública, um processo amplo e complexo, tanto no campo teórico quanto no aparato legal. Quando se passa à prática, tais leis e princípios estão muito além da compreensão da grande maioria da população e principalmente da disposição em aceitá-las, tanto pela própria sociedade, que se habituou à gratuidade e disponibilidade "infinita" desse recurso natural, como nas diversas instâncias governamentais, historicamente acostumadas com a administração centralizada.

Segundo LEAL (2001), a GRH deve desempenhar funções e operacionalizar um conjunto de ações específicas e integradas, o que pressupõem três bases fundamentais destacadas na Tabela 01.

Tabela 01 – Bases para o gerenciamento dos recursos hídricos

Bases	Características
Base Técnica	Deve ser composta por equipes com vários graus de escolaridade, para assegurar confiabilidade e eficácia da base técnica. Visa garantir o conhecimento dos regimes dos rios e suas sazonalidades, os regimes pluviométricos das diversas regiões hidrográficas e mais uma série de informações do ciclo hidrológico, e garantir a elaboração de instrumentos importantes, como os Planos Diretores de Bacias, Planos Regionais de Recursos Hídricos, Planos de Desenvolvimento Regionais e Planos setoriais, onde a água é insumo dos processos. Pode incluir a montagem de rede de monitoramento hidrológico, para coletar e tratar informações no tempo e espaço, incluindo redes pluviométricas, fluviométrica, hidrogeoquímica, evaporimétrica, piezométrica, etc.
Base Legal	O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser embasado em sólidos fundamentos legais e contar sempre com o apoio jurídico. As leis relativas aos recursos hídricos constituem importantes instrumentos de gestão que o gestor deve ter constantemente ao seu alcance. Compete também ao gestor, em matéria legal, conhecer objetivos e estruturas dos órgãos, organismos e associações que de alguma forma tratam da oferta, uso, controle e conservação dos recursos hídricos.
Ordenamento Institucional	Tendo em vista os domínios e os usos da água, bem como as diversas organizações governamentais e não-governamentais ocupadas com a questão hídrica, deve-se estabelecer uma forma sistêmica de gerenciamento dos recursos hídricos, adotando a composição de colegiados em diversos níveis, seguindo a estrutura básica – colegiado superior, colegiados de bacias hidrográficas e apoio técnico e administrativo. Essa estrutura básica poderá ser utilizada nos níveis estadual, federal e internacional. Colegiados intermediários, câmaras técnicas, braços executivos de Colegiados de Bacias, tais como Agências de Bacias, também poderão ser criados dependendo da peculiaridade das áreas e questões fundamentais a serem tratadas.

Fonte: LEAL (2001).

Entretanto, conforme aponta FREITAS (2001), há várias dificuldades no gerenciamento em bacias hidrográficas, a principal delas é de natureza institucional, pois a adequação administrativa “água – meio ambiente” é de difícil solução, haja vista a disparidade de organismos que tratam dos recursos ambientais.

Ainda, segundo o autor, são princípios básicos de gestão integrada de bacias hidrográficas: a) conhecimento do ambiente reinante na bacia; b) planejamento das intervenções na bacia, considerando os usos dos solos; c) participação dos usuários; d) implementação de mecanismos de financiamento das intervenções, baseadas no princípio usuário-pagador.

Gerenciar as águas consiste em trabalhar, de forma sistêmica, com processos naturais e sociais, buscando compatibilizar os diversos usos e usuários, atendendo as funções gerenciais.

Do ponto de vista conceitual, e em se tratando das concepções expressas na legislação de Minas Gerais e da União, a gestão dos recursos hídricos pressupõe um aparato legal e um conjunto de instrumentos de gerenciamento que, além de gerir os recursos, devem promover negociações entre as partes interessadas em conselhos, comitês de bacias hidrográficas, por exemplo. A Tabela 02 apresenta algumas das funções gerenciais nesse processo.

Tabela 02 – Matriz de gerenciamento dos recursos hídricos

Matriz do Gerenciamento das Águas		Gerenciamento do Uso Setorial das Águas							
		Abastecimento público	Abastecimento Industrial	Irrigação	Hidroviás	Hidroenergia	Cultura e lazer	Outros setores	Destinação de Resíduos
Gerenciamento Da Oferta d' Água	Quantidade								
	Qualidade								

Fonte: LANNA (2000).

Nesse sentido, considerando os diferentes usuários e as necessidades sociais dos usos da água, bem como, fazendo uma análise ambiental da disponibilidade e da qualidade da água, LANNA (2000) adapta, da concepção de gerenciamento ambiental, uma “Matriz de gerenciamento dos recursos hídricos” (Tabela 03), buscando fazer uma junção entre as diversas funções do gerenciamento das águas e os vários usos setoriais desse recurso.

Tabela 03 – Funções gerenciais na gestão dos recursos hídricos

Funções Gerenciais	Definição
Gerenciamento dos usos setoriais da água	Este gerenciamento é levado a efeito através de planejamentos setoriais e ações de instituições públicas e privadas ligadas a cada uso específico dos recursos hídricos: abastecimento público e industrial, escoamento sanitário, irrigação, navegação, geração de energia, recreação etc. Idealmente, cada planejamento setorial deverá ser compatibilizado com os demais no âmbito de cada bacia hidrográfica e com o planejamento global do uso dos recursos ambientais, no âmbito regional ou nacional.
Gerenciamento interinstitucional	Tendo como palavras-chave os termos "coordenação e articulação", é a função que visa a: a) integração das demais funções gerenciais entre si; b) integração dos diversos órgãos e instituições ligados à água, com especial ênfase na questão qualidade versus quantidade; c) integração do sistema de gerenciamento de recursos hídricos ao sistema global de coordenação e planejamento mediante, entre outros instrumentos, o estabelecimento de uma política de recursos hídricos.
Gerenciamento das intervenções na bacia hidrográfica	Trata da projeção espacial das duas funções anteriores no âmbito específico de cada bacia hidrográfica, visando: a) compatibilizar os planejamentos setoriais, elaborados pelas entidades que executam na bacia o gerenciamento dos usos setoriais da água, mediante planejamentos multissetoriais de uso da água; b) integrar ao planejamento do uso dos recursos hídricos e dos demais recursos ambientais da bacia as instituições, agentes e representantes da comunidade nela intervenientes.
Gerenciamento da oferta da água	É a função de compatibilização dos planejamentos multissetoriais do uso da água, propostos pelas entidades que executam o gerenciamento anterior, com os planejamentos e as diretrizes globais de planejamento estabelecidos pelo poder público, que é, constitucionalmente, o proprietário dos recursos hídricos. Também poderá compatibilizar as demandas de uso da água entre si, quando essa função não puder ser realizada pela entidade responsável pelo gerenciamento das intervenções na bacia (um comitê, por exemplo), seja por conflitos e outro problema operacional seja por sua inexistência. O instrumento utilizado para o cumprimento dessa função gerencial é a outorga, pelo poder público, do direito de uso dos recursos hídricos, incluindo o lançamento de poluentes.
Gerenciamento ambiental	Refere-se ao planejamento, monitoramento, licenciamento, fiscalização e administração das medidas indutoras do cumprimento do padrão de qualidade ambiental efetivado através de um amplo leque de instrumentos administrativos e legais: estabelecimento de padrões de emissão, cobrança de multas e taxas de poluição, promoção de ações legais, etc.

Fonte: LEAL (2001).

De forma integrada o processo de GRH deve considerar os seguintes princípios básicos, apontados por BARTH & POMPEU (1987) na Tabela 04. De acordo com os autores, deve se considerar os princípios naturais de renovação da água, assim como os sociais, o consumo humano e a água como subsídios aos vários usos e suas peculiaridades.

Tabela 04 – Princípios básicos para gestão dos recursos hídricos

Referentes ao ciclo hidrológico	<p>A água é recurso natural renovável e móvel.</p> <p>Os fenômenos do ciclo hidrológico têm caráter aleatório.</p> <p>As fases do ciclo hidrológico são indissociáveis e as normas jurídicas devem evoluir no sentido de reconhecerem essa unidade.</p> <p>A água ocorre irregularmente, no tempo e no espaço, em função de condições geográficas, climáticas e meteorológicas.</p> <p>Os eventos extremos, como as cheias e as estiagens, são combatidos em razão dos seus efeitos econômicos e sociais, mas os resultados são limitados face aos riscos associados.</p>
Referentes à qualidade da água	<p>A água sofre alterações de qualidade nas condições naturais do ciclo hidrológico, mas as alterações mais importantes decorrem das ações humanas.</p> <p>Os corpos de água têm capacidade de assimilar esgotos e resíduos e auto depurar-se, mas essa capacidade é limitada.</p> <p>A concentração de poluentes nas águas é inversamente proporcional às vazões, e os atributos de quantidade e qualidade são indissociáveis.</p> <p>Tratamento prévio de esgotos urbanos e industriais é fator fundamental para a conservação dos recursos hídricos.</p> <p>Substâncias tóxicas e conservativas e organismos patogênicos podem provocar poluição e contaminação irreversíveis das águas.</p> <p>A erosão do solo provoca a poluição e obstrução dos corpos de água.</p>
Referentes à água como insumo energético	<p>O ciclo hidrológico propicia à água potencial energético renovável.</p> <p>A energia hidrelétrica é a opção que menos efeitos negativos provoca no meio ambiente.</p> <p>A disponibilidade de energia hidrelétrica é aleatória, como as vazões.</p>
Referentes ao aproveitamento da água	<p>A água é essencial à vida e necessária para quase todas as atividades humanas. Presta-se a múltiplos usos, cada um com suas peculiaridades.</p> <p>Quando há escassez de água, ela precisa ser gerida como bem comum de alto valor econômico.</p> <p>Para geração hidrelétrica, a água é valioso insumo, permitindo o retorno de altos investimentos, o que geralmente não ocorre com outros usos.</p>
Referentes ao controle da água	<p>Em condições de abundância e uso pouco intensivo da água, também são necessários cuidados com o controle, em termos de quantidade e qualidade.</p> <p>Quando em situações de escassez relativa, essa medida precisa ser exercida, considerando o controle do regime, da poluição, da erosão do solo e do assoreamento.</p>

Fonte: BARTH & POMPEU (1987).

As funções gerenciais para gestão dos recursos hídricos, segundo LEAL (2001), devem estar presentes na política e em um sistema de gestão das águas, de modo que permitam às instâncias colegiadas cumprirem suas atribuições. Uma Política de Recursos Hídricos consiste em um conjunto de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação nos usos, controle e proteção dos recursos hídricos (LANNA, 1997).

A implantação de uma política de recursos hídricos se faz através de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos, que através da articulação e integração institucional e nas diversas áreas da administração pública deve propiciar a participação dos setores e usuários interessados no processo de gestão. É importante ressaltar que, dentre outras finalidades, o sistema deve promover a articulação e cooperação entre os vários setores participantes, visando o melhor aproveitamento dos recursos financeiros, a desarticulação e descentralização das ações.

O que vem se observando quanto aos conceitos e concepções acerca da gestão dos recursos hídricos é que se está vivendo um período de mudanças. Uma mudança que tem se processado, até mesmo no padrão de consumo, visto que já não se tem, de forma totalizante, a visão da água como um recurso natural infindável.

Percebe-se que várias discussões, já de longa data, em âmbito nacional e internacional, têm concebido a água como um recurso natural de grande valor socioeconômico, imprescindível ao desenvolvimento das sociedades, dando um direcionamento ao processo de gestão como algo necessário para a garantia de insumo à produção e à natureza, bem como para equalização de conflitos de uso dentre os vários usuários.

Nesse sentido, pode-se destacar alguns avanços: o reconhecimento da água como um patrimônio público; a água como recurso natural de valor econômico; a necessidade de se implantar o planejamento e o gerenciamento; a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão; a necessidade de se definir um modelo e um sistema de gestão; necessidade de se legislar medidas de regulação do uso e da cobrança do recurso; importância de se controlar a qualidade da água e os processos de degradação de mananciais; o reconhecimento da importância de envolver a participação coletiva na tomada de decisões entre os diversos usuários envolvidos buscando amenizar conflitos de uso múltiplo.

Entretanto, vários são os desafios a serem enfrentados, pois grande tem sido a necessidade de se implantar uma gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos,

ou seja, atividades que levem devidamente em conta os importantes vínculos físicos, econômicos, sociais e culturais existentes dentro do sistema de recursos hídricos que se está administrando (LEAL, 2001). Em outras palavras, considerar os vínculos físicos (natureza) e os vínculos sociais (socioeconômicos e territoriais) que se espacializam no âmbito da bacia hidrográfica, buscando compreender os diferentes usos e impactos sobre o sistema hídrico de forma a promover a gestão dos recursos hídricos. Esse tem sido um dos maiores desafios dos que buscam promover o “gerenciamento das águas”, sobretudo em bacias hidrográficas agrícolas em que a demanda produtiva por água encaideia diversas implicações aos sistemas hídrico-ambientais.

## **1.2 Modelos de Gerenciamento**

A gestão das águas deve ocorrer a partir de um processo de planejamento envolvendo instituições públicas e privadas e a sociedade, fundamentado em um modelo de gerenciamento de recursos hídricos, que tenha como eixo central a compatibilização entre a disponibilidade hídrica e a demanda de água pelos diferentes setores, sob a perspectiva de proteção e conservação desse recurso (COIMBRA, 2000: 12).

Em LEAL (2001), a definição de modelo de gestão de recursos hídricos é encontrada como sendo o arranjo institucional que contempla a definição da política hídrica e os instrumentos necessários para executá-la de forma ordenada e com papéis bem definidos de cada ator envolvido no processo.

LANNA (1995) define três modelos de gestão: burocrático, econômico-financeiro e de integração participativa, abaixo caracterizados:

a) Modelo burocrático – a racionalidade e a hierarquização são suas principais características, pois se baseiam em uma grande quantidade de leis, decretos, portarias, regulamentos e normas sobre o uso e a proteção do meio ambiente. Assim, há uma grande concentração de poder e autoridade em entidades públicas extremamente burocratizadas em suas ações, dando maior ênfase aos aspectos formais em contrapartida aos humanos;

b) Modelo econômico-financeiro – caracteriza-se pela intensidade de suas negociações político-representativa e econômica, que através de instrumentos econômicos e financeiros utilizados pelo poder público na promoção do desenvolvimento eco-

nômico nacional ou regional. Sua ação pode se dar segundo duas orientações: primeira – enfatizando as prioridades setoriais do governo através de programas de investimentos em saneamentos, irrigação, eletrificação, mineração, reflorestamento, etc.; segunda – uma orientação mais moderna, cujo modelo econômico-financeiro busca o desenvolvimento integral, uma análise multissetorial da bacia hidrográfica. Sob a concepção sistêmica, os instrumentos econômicos e financeiros, aplicados são: setoriais (saneamento, energia de transportes, etc.) ou integrais (sistema da bacia hidrográfica). Tal modelo não considera o ambiente mutável e dinâmico sob o qual se dá o processo de gerenciamento;

c) Modelo sistêmico de integração participativa – tem como objetivo estratégico a reformulação institucional e legal de forma a integrar os quatro tipos de negociação social: econômica, política direta, político-representativa e jurídica. Caracteriza-se pela criação de uma estrutura sistêmica sob a forma de uma matriz institucional de gerenciamento, que executa as funções gerenciais específicas sob a ação dos seguintes instrumentos: planejamento estratégico por bacia hidrográfica; tomadas de decisões através de deliberações multilaterais e descentralizadas; e estabelecimento de instrumentos legais e financeiros.

Muito embora existam diversas limitações, parece haver consenso em conceber o modelo sistêmico e integrado como o mais apropriado aos interesses socioambientais. O modelo sugere reformulações e diferentes níveis de integrações sistêmicas de participação, o que possibilita maior representatividade em estruturas menos centralizadas apenas nos órgãos gestores. Entretanto, o interesse participativo e a representatividade, ao que se percebe nas reuniões dos comitês de bacia e/ou em outros órgãos com representação civil e institucional, salvo as exceções, são comprometidos pela formação precária, pela falta e/ou inabilidade de leitura das informações.

Em busca de alavancar esse processo que desembocou em maiores espaços de participação e representação nos órgãos decisórios quanto à gestão das águas, procurou-se inserir a concepção deste trabalho dentro das abordagens do modelo sistêmico e integrado de gestão das águas, em que a produção e a síntese de informações possam abrir acesso para análises melhor elaboradas da realidade, bem como maiores níveis de representatividade e integração nos processos decisórios pró-gestão das águas.

Modelos de gerenciamento dos recursos hídricos também são definidos por BARTH (2000). Segundo o autor existem três modelos de gerenciamento: o conserva-

dor; o inovador; e o avançado (Tabela 05). Esses modelos são analisados pelo autor segundo a aplicação de dois instrumentos de gestão: a cobrança e a outorga; e dois órgãos do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos: a agência e os comitês de bacias.

Tabela 05 – Modelos de gerenciamento dos recursos hídricos

	Conservador	Inovador	Avançado
Cobrança	Cobrança como forma de obter receitas para as atividades de gerenciamento de recursos hídricos e recuperação de custos de investimentos públicos.	Cobrança como contribuição dos usuários para melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, assemelhando-se a contribuições de condôminos.	Cobrança relacionada com valor econômico da água, sujeita às leis do mercado.
Outorga	Outorga registro dos direitos de uso dos recursos hídricos, fundamental para a proteção dos direitos dos usuários, que é intransferível e revogável a qualquer tempo pelo poder concedente.	Outorga registro dos direitos, mas subordinada a conciliação dos conflitos por negociação nos Comitês de Bacia, transferível no processo de negociação.	Outorga é um direito de uso transacionável no mercado.
Agência de Água	Agência da Água como executora ou operadora de sistemas de fornecimento de água bruta.	Agência de Água como entidade de gestão dos recursos financeiros obtidos com a cobrança, gerida em parceria com o Poder Público com os usuários e as comunidades.	Agência da Água como simples reguladora do mercado, com autonomia em relação ao Poder Público.
Comitê de Bacia	Comitê de Bacia somente meio de interlocução do poder público com os usuários e as comunidades, sem atribuição deliberativa.	Comitê de Bacia com atribuição deliberativa, com poder de decisão sobre os valores a serem arrecadados e o plano de aplicação de recursos.	Comitê de Bacia dispensável ou meramente supervisor da Agência de Bacia.

Fonte: BARTH (2000).

O processo de institucionalização da gestão dos recursos hídricos no Brasil teve como referência a experiência francesa que, dentre outros aspectos, busca o planejamento integrado em detrimento do setorial, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, além de considerar a representação da coletividade no processo de tomada de decisões. O modelo de GRH que atualmente tem se buscado implantar no Brasil é o da abordagem sistêmica de integração participativa. Na busca de obter os bons resultados do modelo francês, tem se buscado implementar um sistema de GRH

com uma visão mais integrada e descentralizada, procurando instituir as várias categorias de usuários nos processos de intervenção, que por adoção toma a bacia hidrográfica como unidade de gestão.

## **2. APARATO LEGAL E INSTITUCIONAL DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL**

Nos dias atuais têm sido intensos os questionamentos e as preocupações ambientais quanto ao papel do meio ambiente e dos recursos naturais no desenvolvimento dos países. Tais preocupações têm sido motivadas, em parte, pelas diversas formas de poluição e pela crise energética. A escassez de água tem sido um dos principais temas discutidos em conferências, congressos, fóruns, assembleias, simpósios e demais encontros que abordam a temática ambiental e de gerenciamento dos recursos hídricos.

As discussões nesses encontros parecem sempre focar a necessidade de desenvolvimento de um novo ambiente institucional, partindo da visão de que o meio ambiente deve ser inserido definitivamente na pauta de prioridades econômicas, sociais e política das nações.

Do mesmo modo, tem se intensificado a discussão sobre a condução de um sistema institucional e legal que reorganize o uso gestão dos recursos hídricos em nível internacional. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos vem sendo implementada na última década, trazendo a lógica do papel do Estado como regulador, administrador e coordenador dos processos de gestão participativa e descentralizada.

COIMBRA et. al. (2002), na Tabela 06, fazem uma análise dos grandes encontros de governantes a respeito do meio ambiente e suas discussões a respeito dos recursos naturais e a evolução institucional na gestão dos recursos hídricos.

Tabela 06 – Evolução institucional na gestão das águas no Brasil

Antes de Estocolmo 1972	
1920 -	Criação da Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, no âmbito do Serviço Geológico e Mineralógico do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, que se constituiu no núcleo do qual se originaram os futuros órgãos nacionais dedicados à hidrometria.
1933 -	Criação da Diretoria Geral de Pesquisas Científicas, absorvendo o Serviço Geológico e Mineralógico sob o nome de Instituto Geológico e Mineralógico do Brasil.
1933 -	Criação da Diretoria de Águas no Ministério da Agricultura.
1934 -	Transferência da atividade de hidrologia para a Diretoria Geral da Produção Mineral que se transformou no Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.
1940 -	Editado o Código das Águas, marco legal do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, tendo como foco a atuação no Nordeste e a gestão hidroenergética do restante do país.
1945 -	Transformação do Serviço de Águas em Divisão de Águas, quando da reestruturação do DNPM.
1948 -	Criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e criação do DNOCS.
1952 -	Criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF).
1953 -	Criação das Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG).
1953 -	Criação das Usinas Hidroelétricas do Paranapanema S.A. - USELPA.
1957 -	Criação do Fundo Federal de Eletrificação.
1960 -	Criação das Centrais Elétricas S.A. de Furnas.
1962 -	Criação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás).
1965 -	Criação do Ministério das Minas e Energia - MME, que incorporou na sua estrutura todos os órgãos do DNPM, inclusive a Divisão de Águas.
1968 -	Transformação da Divisão de Águas no Departamento Nacional de Águas e Energia - DNAE, com oito Distritos vinculados, descentralizando as atividades de hidrologia, incluindo os serviços de hidrometria.
1969 -	Alteração da denominação do órgão DNAE para DNAEE. Criação das Companhias Estaduais de Saneamento.
De Estocolmo 1972 até Eco 1992	
1973 -	Criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA no âmbito do Ministério do Interior e início da criação de órgãos estaduais de meio ambiente.
1985 -	Criação do Ministério Extraordinário da Irrigação com o Programa Nacional de Irrigação - PRONI e do Programa de Irrigação do Nordeste - PROINE.
De Eco 1992 a Johannesburgo 2002 (Rio+10)	
1995 -	Criação da Secretaria de Recursos Hídricos.
2000 -	Criação da Agência Nacional de Águas.

(Continua)

Tabela 06 – Evolução institucional na gestão das águas no Brasil

De Johannesburgo 2002 a Rio +20

2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cria-se o Projeto de Conservação e Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.</li> <li>- Cria-se o comitê da bacia hidrográfica do rio São Francisco, localizada nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e no Distrito Federal.</li> <li>- Institui-se o cálculo da tarifa atualizada de referência para compensação financeira pela utilização de recursos hídricos.</li> </ul>
2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Institui-se o comitê da bacia hidrográfica do rio Doce, localizada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e dá outras providências.</li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Institui-se o Dia Nacional da Água.</li> </ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cria-se o comitê da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, localizada nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal.</li> </ul>
2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Institui-se a década brasileira da água, a ser iniciada em 22 de março de 2005.</li> <li>- Regulamenta-se os contratos de gestão entre a Agência Nacional de Águas e entidades delegatárias.</li> </ul>
2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cria-se o comitê da bacia hidrográfica do rio Paranapanema.</li> </ul>
2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cria-se o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "Água para Todos".</li> </ul>
2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Institui-se a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos.</li> </ul>

Fonte: COIMBRA et. al. (2002).

Em diversos países já existem experiências de políticas que enfatizam a redução da demanda e desperdício de água, mas é crucial que estas viabilizem, como um dos principais instrumentos de gestão, o envolvimento de todos os setores da sociedade responsáveis pelas tomadas de decisão, e não somente das áreas que tratam diretamente do assunto e formulam diretrizes para regular o consumo de água.

Segundo aponta SCARE (2003), “as mudanças institucionais determinam o modo como as sociedades evoluem sendo a chave para entender-se historicamente a mudança. Elas afetam o desempenho da economia, e os diferentes desempenhos são

influenciados, durante o decorrer do tempo, pela forma como as instituições evoluem” (op. cit.: p. 21).

Os diversos encontros nacionais e internacionais acerca do futuro do uso dos recursos naturais no mundo, e os documentos resultantes de suas discussões, em boa parte, serviram de referencial para a instituição de uma política voltada ao gerenciamento, bem como, para a busca de instrumentos mais eficientes para o processo de gestão no Brasil. Alguns, inclusive, servem de marcos referenciais ao longo da evolução institucional e legal de gerenciamento das águas no país.

## **2.1 Evolução Legal e Institucional no Brasil**

Em uma sociedade, as instituições são as regras do jogo, são os limites estabelecidos para moldar o comportamento humano e a sua interação. As instituições estabelecem incentivos e padrões para a transação e o relacionamento humano, tanto político como econômico ou social (NORTH, 1990).

Segundo NORTH (1990), a principal razão para a existência de instituições é a redução da incerteza, estabelecendo um aparato estável que estruture o comportamento humano que, embora não seja necessariamente eficiente, afeta o desempenho da economia pelos seus efeitos nos custos de produção e transação.

Segundo KANAZAWA (1999), em determinado momento existe um histórico de regras que define o aparato institucional; com a evolução do tempo, novos valores são adicionados e os antigos perdem o valor inicial. Desse modo, o aparato legal deprecia-se perdendo seu poder de dar respostas eficientes aos agentes.

Segundo o autor, conforme as mudanças institucionais evoluem alteram-se as opções viáveis dos agentes, impulsionando a mudança institucional, que pode ocorrer marginalmente, como consequência de mudança nas leis.

Segundo FREITAS (2001), no Brasil o processo de evolução institucional no trato das questões relacionadas aos recursos hídricos tem início ainda em 1904 com a criação da Comissão de Açudes e Irrigação de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas e da Comissão de Perfuração de Poços. Em 1906, o Governo Federal criou a Superintendência de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas, que futuramente veio a transformar-se no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS.

Entretanto, segundo aponta LANNA (1995), a institucionalização do Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil ocorre em 1920, com a criação da Comissão

de Estudos de Forças Hidráulicas, pertence ao Serviço Geológico e Mineralógico do Ministério da Agricultura.

Para BORSOI & TORRES (2002) a primeira experiência brasileira na gestão de recursos hídricos teve início na década de 30 e estava vinculada à questão agrícola; em 1933 foi criada a Diretoria de Águas, depois Serviço de Águas, no Ministério da Agricultura, serviço que logo em 1934 foi transferido para a estrutura do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM.

Em 1934, é instituído o Código das Águas, um marco legal no gerenciamento dos recursos hídricos que teve como parâmetros a aplicação de mecanismos institucionais e financeiros. Segundo SILVA Jr. & RIZZO (2002), o código tinha como objetivo principal regulamentar a apropriação da água visando a sua utilização como fonte geradora de energia elétrica, além de constituir mecanismos capazes de assegurar a utilização sustentável dos recursos hídricos, bem como garantir o acesso público às águas (op. cit.: 11).

Durante o período que compreende 1920 a 1996, houve um processo contínuo de evolução da intervenção e controle federal na gestão dos recursos hídricos. Durante esse período, diversas ações foram tomadas na tentativa de desenvolver órgãos de gestão, principalmente superintendências de desenvolvimento e comitês de bacias.

Com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CHESF percebe-se que a gestão dos recursos hídricos ganha forma seguindo um modelo econômico-financeiro, caracterizada principalmente pelo uso de instrumentos econômicos e financeiros, por parte do poder público, para a promoção do desenvolvimento nacional e/ou regional, além de induzir a obediência das normas legais vigentes.

Segundo BORSOI & TORRES (2002), as principais mudanças na estrutura governamental de gestão dos recursos hídricos, durante essa etapa foram:

✓ Em 1961, o DNPM passou a integrar o Ministério das Minas e Energia e, já em 1965, tomou a configuração de Departamento Nacional de Águas e Energia - DNAE. Esse mesmo departamento, em 1968, passou a denominar-se Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE;

✓ No início dos anos 70, incorporando o movimento ecológico, após a Conferência Mundial do Meio Ambiente de Estocolmo, em 1972, foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior.

Segundo HENKES (2006), o ponto de partida para a reformulação institucional do gerenciamento hídrico brasileiro foi a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, na década de 70. O primeiro comitê criado foi o Comitê Especial, em 1976, fruto de um acordo entre o Governo do Estado de São Paulo e o Ministério das Minas e Energia. Este comitê tinha como objetivo promover o equacionamento dos problemas e conflitos existentes em relação aos usos da água na Região Metropolitana de São Paulo, como também a melhoria das condições sanitárias das águas das bacias do Tietê e Cubatão. A criação deste comitê é um marco importante na administração hídrica brasileira, tendo em vista que promoveu a integração interinstitucional e intergovernamental para o gerenciamento de recursos hídricos.

Em decorrência dos resultados positivos alcançados pelo Comitê Especial, foi criado em 1978, através da Portaria nº 90, de 29/03/1978, o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas – CEEIBH. Este comitê de nível nacional tinha por objetivo promover a utilização sustentável dos recursos hídricos em bacias hidrográficas dos rios de domínio da União. Tal fato dar-se-ia mediante a integração dos estudos setoriais desenvolvidos pelas diversas entidades que interferissem no uso dos recursos hídricos. O CEEIBH também foi incumbido de classificar os cursos d'água de domínio da União (*ibidem*).

Em 1979 o CEEIBH criou outros comitês executivos em alguns dos principais rios brasileiros, quais sejam: CEEIVAP no rio Paraíba do Sul; CEEIPEMA no rio Paranapanema; CEEIG no rio Guaíba; CEEIRJ no rio Jari; e o CEEIVASF do rio São Francisco. Nos anos de 1980, 1981 e 1982, respectivamente, foram criados os seguintes comitês executivos: CEERI, no rio Iguaçu; CEEIPAR, no rio Paranaíba; e CEEIJAPI, nos rios Jaguari-Piracicaba. O CEEIBH e o CEEIVASF ainda estão em funcionamento (*ibidem*).

A Política Nacional de Irrigação entra em vigor com a Lei 6.662 de 25 de junho de 1979, com o objetivo de alcançar um aproveitamento sustentável de recursos de água e solo com vistas à implantação e desenvolvimento da agricultura irrigada. Para tanto, deveriam ser atendidos os seguintes postulados básicos: preeminência da função social e utilidade pública do uso da água e solos irrigáveis; estímulo e maior segurança às atividades agropecuárias, prioritariamente nas regiões sujeitas às condições climáticas adversas; promoção de condições que possam elevar a produção e a produtividade agrícolas; e a atuação principal, ou supletiva, do poder público na elaboração, funciona-

mento, execução, operação, fiscalização e acompanhamento de projetos de irrigação (Art. 1º, I-IV).

Na década de 70, alguns estudos foram realizados tendo como objetivo o aproveitamento múltiplo de cursos d'água e bacias hidrográficas, assim como passaram a ser exigidos sistemas de tratamento de efluentes em investimentos que derivassem do uso das águas.

Durante os anos 80, começaram a existir discussões em torno dos pontos críticos da gestão dos recursos hídricos no Brasil. O setor de energia era o único que criava demanda por regulação e, em consequência, assumia o papel de gestor, pois detinha boa parte das informações disponíveis que viabilizou tal função<sup>1</sup>.

Em 1981 é estabelecida a Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de Agosto, que instituiu que o meio ambiente é patrimônio público e deve, necessariamente, ser assegurado e protegido, tendo em vista o coletivo.

Ainda no início desta década, também se tem notícia das primeiras organizações de usuários em torno de um comitê de bacia, a exemplo do Paranapanema, Paraíba do Sul e Doce, que começam a evoluir. No ano de 1984, o DNAEE finalizou o diagnóstico sobre as bacias hidrográficas<sup>2</sup> e foi criado o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Em 1985, foi criado o Ministério Extraordinário da Irrigação através do Programa Nacional de Irrigação – PRONI e Programa de Irrigação do Nordeste – PROINE.

Com o a resolução do CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986, são estabelecidos os parâmetros de qualidade de águas dos corpos hídricos brasileiros, além de haver uma divisão das águas em doces, salobras e salinas. A partir de então as águas são caracterizadas em nove classes de qualidade, momento em que também são definidos limites e condições de qualidade a serem respeitados de forma a assegurar usos preponderantes e a restringir quanto mais nobre for o uso.

---

<sup>1</sup> Durante vários anos a regulação dos recursos hídricos esteve diretamente relacionada ao desenvolvimento do setor energético, algo que se observa pelo elevado número de hidrelétricas e centrais elétricas criadas. As Centrais Elétricas de Minas Gerais – CEMIG foi a primeira central elétrica criada em 1952. Em seguida foram criadas a Usina Hidroelétrica do Paranapanema S.A – USELPA, em 1953; o Fundo Federal de Eletrificação, em 1954; Furnas Centrais Elétricas S.A, em 1957; Companhia Hidroelétrica do Rio Pardo – CHERP, Centrais Elétricas de Urubupungá S.A – CELUSA, em 1961. Em 1962, foi criada as Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS, que fortaleceu ainda mais o desenvolvimento do setor energético brasileiro através da criação de importantes companhias de eletricidade (SETTI, 2001).

<sup>2</sup> Entre os anos de 1980 a 1984, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica fez diagnósticos de 2.500.000 km<sup>2</sup> de bacias hidrográficas, tendo por objetivo classificar as águas e dar início a um processo de gerenciamento co-participativo, baseado em informações confiáveis (SETTI, 2001).

Em 1987, procurando discutir o sistema de gestão das águas no Brasil, a Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH realiza Congresso em Salvador, que buscava pensar mecanismos para se promover a descentralização e a participação dos usuários nos processos de gestão. Em 1989, em Foz do Iguaçu, e em 1991 no Rio de Janeiro, novos temas diretamente relacionados à GRH são abordados (BARTH, 2000).

Conforme BARTH (2000), os principais tópicos defendidos pela ABRH em cada um desses congressos se sintetizavam em:

✓ Carta de Salvador: uso múltiplo dos recursos hídricos, descentralização e participação, sistema nacional de gestão dos recursos hídricos, melhoria da legislação, desenvolvimento tecnológico e maior treinamento de recursos humanos, sistema de informações dos recursos hídricos e a política nacional de recursos hídricos;

✓ Carta de Foz do Iguaçu: os princípios e políticas entendidos como básicos, incluindo o reconhecimento do valor econômico da água e a necessidade de cobrança para seu uso. Recomenda que seja instituída uma política nacional para a gestão dos recursos hídricos, como previsto na subseção XIX, artigo 21 da Constituição Federal de 1988;

✓ Carta do Rio de Janeiro, dedicada aos recursos hídricos e ao meio ambiente, teve como prioridade reverter à dramática situação de poluição dos corpos d'água e considerar a necessidade de planejamento integrado das bacias hidrográficas, caracterizando a grande diversidade de regiões e bacias brasileiras, o que requer diferentes soluções para suas características peculiares.

Uma mudança política e institucional foi percebida, com maior nitidez, a partir da Constituição de 1988, com o estímulo de entidades organizadas da sociedade civil. O Código das Águas de 1934, instituído pelo Governo Vargas, que dava um enfoque maior à produção de energia elétrica, até recentemente, representava o marco nesse processo.

A Constituição Federal do Brasil, de 1988, estabeleceu que todas as águas passassem a ser públicas, devendo ser incluídas entre os bens de domínio da união ou dos estados. Pertencem à união lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio territorial, ou que banhem mais de um Estado Federado, sirvam de limites com outros países, se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como

os terrenos marginais, as praias fluviais, as ilhas fluviais e lacustres, nas zonas limítrofes, e as costeiras e, em remate, os potenciais de energia hidráulica (Constituição Federal – CF/1988, art. 20, III, IV e VII). A Constituição Federal estabelece como bens dos estados, “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, res-salvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União” (op. cit.: art. 26, I).

A referida Constituição adotou uma concepção moderna em relação às anteriores, pois caracterizou a água como um recurso econômico e compreendeu os rios a partir do conceito de bacia hidrográfica, admitindo assim a gestão integrada dos recursos hídricos<sup>3</sup>. É instituído ainda que, é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, registrarem, acompanharem e fiscalizarem as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus respectivos territórios (Art. 23, XI). Contudo à União compete instituir um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de uso das águas.

Algumas constituições estaduais, promulgadas em seguida à Constituição Federal, já detalharam e expandiram essa preocupação com o gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, vários estados detentores de domínios sobre as águas como São Paulo, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará e Pernambuco, além do Distrito Federal, já têm suas leis de organização administrativa para o setor de recursos hídricos.

Posteriores à CF de 1988, marcos institucionais na gestão das águas se consolidaram. Em 22/02/1989, foi criado o IBAMA através da Lei 7.735. O IBAMA resultou da fusão da SEMA, SUDHEVEA e SUDEPE (SETTI, 2001). Em 01/01/1995, foi criada a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, pela Medida Provisória 813. Esta medida provisória foi convertida na Lei 9.649, de 27/05/1998 (SETTI, 2001).

Sob a instituição da Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 implementa-se no país a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria-se o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SNGRH<sup>4</sup>. O documento define que, a gestão dos recur-

---

<sup>3</sup> O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos ou Comitê dos Sinos/RS foi o primeiro comitê brasileiro criado por entidades não-governamentais. Sua criação data de março de 1988 (LANNA, 1995).

<sup>4</sup> Treze anos após a criação da lei, a implantação de mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos e a articulação entre ações federais, estaduais e municipais estão entre os principais desafios da legislação.

os hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, devendo tomar como unidade territorial de gestão a bacia hidrográfica.

A Lei estabelece ainda os objetivos, os fundamentos, os instrumentos e o arcabouço institucional pelo qual deve se dar a gestão compartilhada do uso da água. São organismos integrantes desse arcabouço institucional e partes do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - SNGRH: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH; os órgãos e poderes públicos federais, estaduais e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos; as Agências de Água; as organizações civis de recursos hídricos.

Em âmbito federal, a lei tem direcionado as ações no tocante à gestão das águas no Estado, intermediadas pelas instituições de gestão das águas do estado de Minas Gerais. Um de seus fundamentos é a descentralização da gestão dos recursos hídricos, que deve contar com a participação do poder público, usuários e comunidades.

O referencial legal baseia-se no modelo sistêmico de integração participativa, procurando integrar os quatro tipos de negociação social (economia, política direta, político-representativa e jurídica). O modelo parte da ideia de que o poder público não pode decidir em certas situações, sendo necessária uma solução compartilhada, em que a sociedade participe da negociação através de fóruns apropriados nas esferas dos três poderes.

Outra entidade federal inserida no sistema foi a ANA – Agência Nacional das Águas, a partir de sua criação em 17 de julho de 2000, pela Lei nº 9.984. A agência, segundo o Art. 1º da Lei, tem por objetivos a implementação da PNRH através do estabelecimento de regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos (BRASIL, 2000b).

A ANA tem como principais atribuições: outorgar o direito de uso das águas; fiscalizar os usos; implementar a cobrança pelo uso; arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança; planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações; definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando o uso múltiplo de recursos hídricos; estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de organismos ao longo das bacias hidrográficas<sup>5</sup> (COIMBRA et. al., 2002).

---

<sup>5</sup> Em 31.10.2001, foi instituída a 1ª Agência de Água do Brasil, da bacia hidrográfica do rio Itajaí/SC.

Reverendo o processo de evolução legal e institucional da PNRH no Brasil, percebe-se que grandes mudanças jurídico-institucionais ocorrem com a transformação do DNAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica em ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, bem como com a incorporação da Secretaria de Recursos Hídricos ao Ministério do Meio Ambiente. Outros marcos importantes foram: implementação do Programa Nacional dos Recursos Hídricos, com base na Política Nacional dos Recursos Hídricos; a regulamentação da Agência Nacional de Águas, pela Lei de nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que acenou para a necessidade de se intensificar as discussões sobre as atuais mudanças quanto ao uso das águas e seus respectivos impactos.

Frente ao exposto, a Lei 9.433/1997 criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH, tal qual a Figura 01 sintetiza.

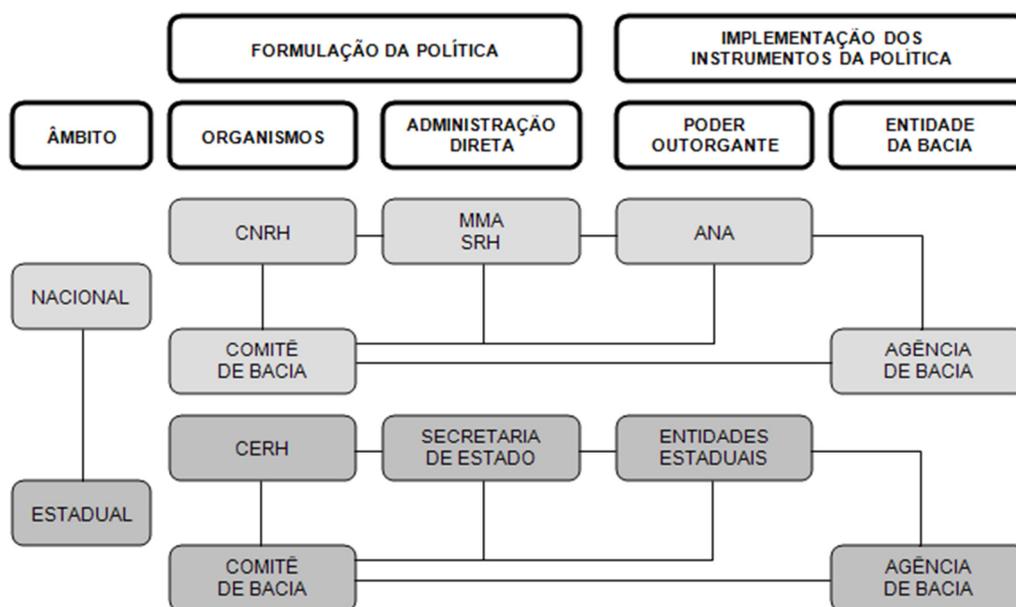


Figura 01 – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

Fonte: MMA (2011).

Ao CNRH cabe decidir quanto à criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, tomando a análise detalhada das bacias e subunidades, afim de que essas entidades sejam otimizadas através de representantes de Ministérios, Secretarias, Conselhos Estaduais, usuários e demais organizações civis. Sua Secretaria Executiva, ligada ao Conselho Nacional, articula convênios e delega atribuições, a fim de fomentar ações e gerir os orçamentos, juntamente com as Agências de Bacias.

Importante membro nesse sistema, ausente no fluxograma do MMA, é o Fundo Setorial de Recursos Hídricos, criado pela Lei 9.993, de 24 de julho de 2000. As decisões de investimento do CT-HIDRO são tomadas por um comitê gestor, composto

por integrantes do Ministério da Ciência e Tecnologia, CNPq, FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos da Secretaria de Energias, do MME, da ANA, SRH e também de representantes de universidades e do setor produtivo (COSTA, 2003).

Tal qual estava previsto na Lei 9.433/97, em 30 de janeiro de 2006, o MMA aprovou o PNRH. A metodologia do plano foi participativa e envolveu uma pesquisa com sete mil pessoas ao longo de dois anos e meio desde 2003, foi coordenada pela SRH/MMA e contou com o apoio da ANA.

O Plano traz diretrizes, metas e programas para garantir o uso sustentável da água até o ano de 2020. A estruturação do plano é mostrada na Figura 02.

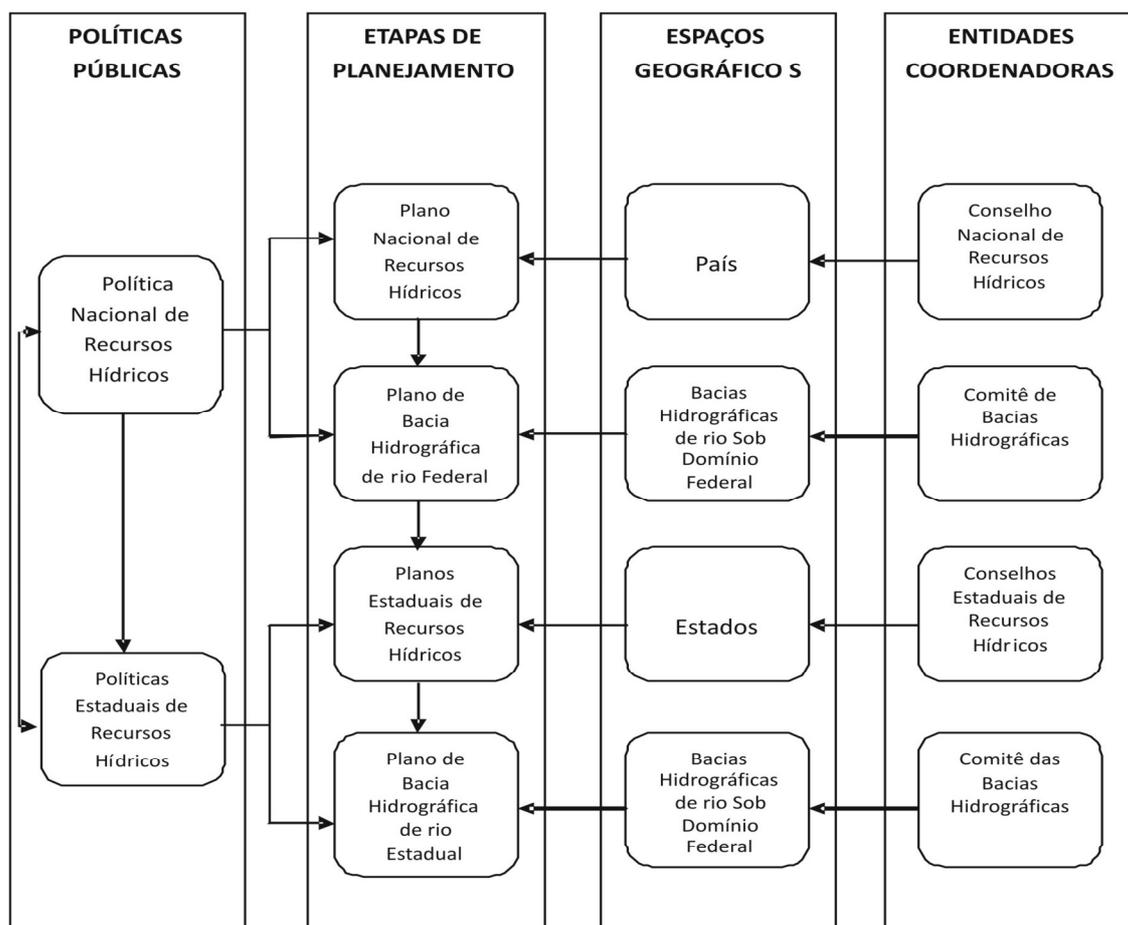


Figura 02 – Estrutura do Plano Nacional de Recursos Hídricos

Fonte: MMA (2011).

No intuito de avaliar os efeitos do SNRH nas diferentes regiões do país, o Banco Mundial publicou em 2003 uma série de documentos diagnósticos. De acordo com a pesquisa em 22 estados brasileiros e no Distrito Federal, já haviam sido aprovadas leis que instituem políticas e sistemas de gerenciamento de recursos hídricos. Entretanto, o mesmo documento aponta como a principal causa da ineficiência nos pro-

cessos gestores a falta de autonomia financeira, quanto ao montante total e a irregularidade dos recursos dos órgãos representativos.

A pesquisa ainda revela que, muito embora os comitês de bacias hidrográficas tenham sido criados, como uma forma de aumentar a participação da sociedade nas decisões, permeando o princípio da descentralização, poucos são os que funcionam no país e, em quase sua totalidade, estão concentrados no sul e sudeste do país. O SNRH “precisa de uma entidade motora mais potente, dotada da necessária estabilidade, com autonomia decisória, independência financeira e agilidade operacional, capaz de por em marcha o sistema nacional, inclusive no que tange à cooperação e apoio aos estados federados, na compreensão de que o SINGREH deve ser constituído integralmente, sem distinção entre os corpos d’água de domínios federal e estadual” (COSTA, 2003).

Reverendo o histórico legal e institucional da gestão dos recursos hídricos no Brasil, observa-se que a mesma configura-se, como nunca antes, numa das forças políticas capazes de subsidiar, financeiramente, estudos e projetos de recuperação ambiental de bacias hidrográficas. Com o advento do presente aparato legal, o país alcançou as condições básicas, legais e institucionais, para entrar em nova fase de gerenciamento de suas águas, na qual todos os usuários, as comunidades envolvidas e os governos regionais e locais decidem pelo melhor uso da água e pelos investimentos necessários. Entretanto, sua operacionalização se materializa em um dos grandes e atuais desafios na gestão das águas no Brasil.

## **2.2 Aparato Legal e Institucional de Gestão em Minas Gerais**

A Política Nacional de Recursos Hídricos gerou profundas mudanças institucionais e legais no contexto da gestão dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais, como a alteração da Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, de forma a melhor adequá-la aos princípios e exigências federais.

O Estado é responsável pelo gerenciamento interinstitucional e pela supervisão do gerenciamento ambiental. A sociedade civil, os usuários e seus representantes políticos devem exercer sua representatividade, delineando uma atuação fortemente descentralizada, mas intensamente coordenada dentro de cada região, tendo os comitês de bacia como canal de mobilização.

Em Minas Gerais, tal evolução legal e institucional se deu a partir da década de 1990 sob a influência de encontros e discussões já realizadas em âmbito nacional e internacional quanto à gestão das águas.

O estado já havia elaborado, assim como vários outros, uma legislação específica voltada à gestão de recursos hídricos, antes mesmo da promulgação da Lei Federal. A Lei Estadual nº 11.504 de 20 de julho de 1994 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais, ressaltando o direito de todos sobre os recursos hídricos e mencionando o gerenciamento integrado nos moldes dos princípios do desenvolvimento sustentável com vistas ao uso múltiplo (MINAS GERAIS, 1994).

Posteriormente, houve a revogação da referida Lei pela nº 13.199 de 29 de janeiro de 1999, a qual redefine a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos SEGRH – MG, na forma da legislação federal e da Constituição do Estado de Minas Gerais.

Em 28 de agosto de 1995, pelo Decreto 37.191, é disposto o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais – CERH/MG, criado para promover a gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos através da proposição do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. Sua ação, basicamente, é atuar sobre os conflitos em bacias hidrográficas, deliberar sobre projetos de aproveitamento dos recursos hídricos em âmbito das bacias estaduais e estabelecer normas para cobrança da água dentre os vários usuários.

Desde 1993, o estado vem desenvolvendo alguns planos e estudos que contribuiriam para o atual Plano Estadual de Recursos Hídricos. A primeira etapa do plano realizou uma análise desses documentos (Tabela 07) no intuito de avaliar seus conteúdos e verificar sua aplicação na constituição final do Plano Estadual.

Cabe destacar a importância do Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos em 30 de janeiro de 2006, na complementaridade dos estudos realizados pela PERH/MG. O plano nacional gerou um diagnóstico geral em relação aos usos, demandas e conflitos pelo uso da água, além de ter definido diretrizes e políticas públicas voltadas à melhoria da oferta de água, gerenciando demandas e colocando esse recurso como estruturante na implementação das políticas setoriais.

Tabela 07 – Planos diretores avaliados pelo IGAM

Região Planejada	Término	Estados da Bacia	Abrangência do Plano	Situação
Bacia do rio Doce	1993	MG e ES	Federal	Concluído
Bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo	1995	MG e BA	Federal	Concluído
Bacias do Leste	1997	MG, BA e ES	Federal	Interrompido
Bacia do rio Paranaíba	1999	GO e MG	Federal	Interrompido
Bacia do rio Verde Grande	2000	MG e BA	Estadual	Concluído
Bacia dos afluentes do São Francisco em Minas Gerais	2002	MG	Estadual	Concluído
Bacia do Baixo rio Grande	2002	MG	Estadual	Concluído
Bacia do rio Paraíba do Sul	2002	MG	Estadual	Concluído
Bacia do rio São Francisco	2004	DF, GO, MG, BA, PE, SE e AL	Federal	Concluído
Bacia do rio das Velhas	2004	MG	Estadual	Concluído
Bacia do rio Paracatu	2005	MG	Estadual	Concluído

Fonte: MINAS GERAIS (2006).

O Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos também foi contemplado na Lei 13.199/99. O sistema tem o intuito de empregar a gestão integrada e descentralizada das águas; decidir administrativamente os conflitos relacionados às águas; implementar a política estadual; planejar, regular, coordenar e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos do Estado; promover a cobrança pelo uso, tendo como principal instrumento o planejamento.

Um conjunto de órgãos e entidades governamentais e não-governamentais integram o sistema: a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD; o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG; o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM; os comitês de bacias hidrográficas; os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as agências de bacias hidrográficas (Figura 03).

Com a Lei Estadual, o IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas, vinculado à SEMAD – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, passou a ficar responsável pelo gerenciamento integrado dos recursos hídricos, pelo controle das outorgas de direito de uso das águas, pela cobrança e compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos.

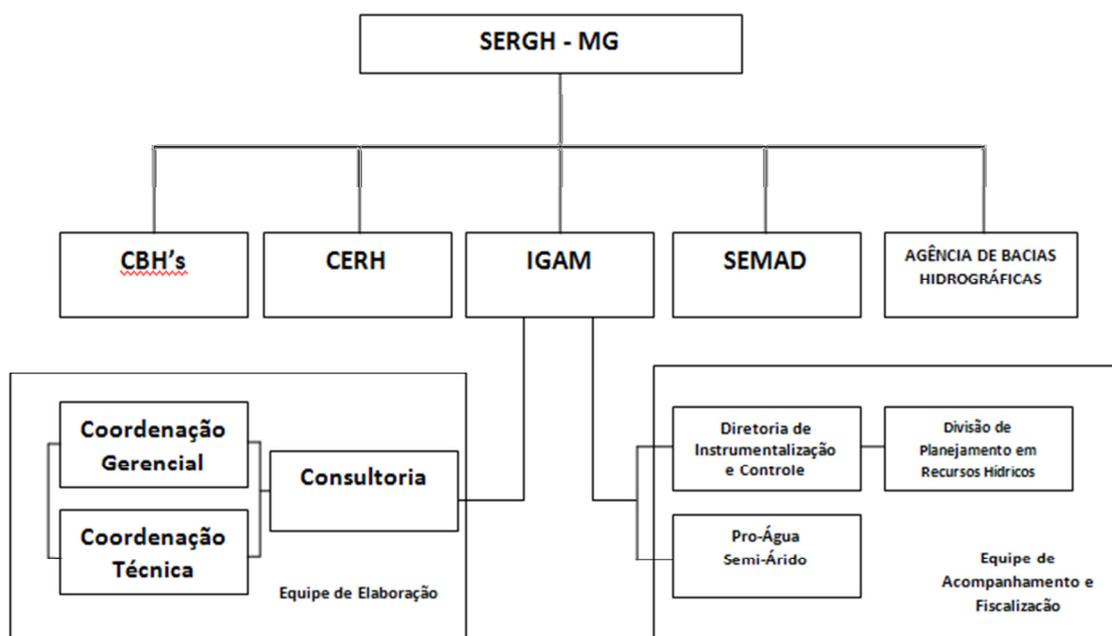


Figura 03 – Plano Estadual de Gestão de Recursos Hídricos – MG

Fonte: MINAS GERAIS (2006).

O início do processo de concepção dos Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH, em Minas Gerais, foi dado no ano de 1970 com a instituição dos comitês e sub-comitês de estudos integrados. Por interesse e incentivo da união, criou-se o CEEI-VASF, do Vale São Francisco, CEEIGRAN, da Bacia do Rio Grande, o CEEIVAP, da Bacia do Rio Paraíba do Sul, o CEIDOCE, da Bacia do Rio Doce, o CEEIPAR, da Bacia do Paranaíba, e finalmente o CEEIPARMO, englobando as bacias dos rios Pardo e Mogi-Guaçu.

Dentre os rios de interesse do estado, foram criados dois Subcomitês Executivos de Estudos Integrados: SEEIASF, do alto São Francisco (bacia do rio Pará), e o SCOBVER, da bacia do rio Verde, ambos em 1987. Atualmente, o CEEIVASF é um dos remanescentes desse processo de concepção inicial dos comitês.

A Lei das Águas estabelece a bacia hidrográfica como unidade prioritária de atuação e define os CBH como instância de gestão das bacias, integrando representantes do poder público, usuários e entidades da sociedade civil ligada aos recursos hídricos, com sede ou representação na bacia hidrográfica de forma paritária.

Até o ano de 2007 o estado contava com 36 CBH's cadastrados, distribuídos ao longo de nove grandes unidades hidrográficas: bacias dos rios São Francisco, Grande, Paranaíba, Doce, Jequitinhonha, Pardo, Paranaíba do Sul, Piracicaba/Jaguarí e Mucuri. Grande parte destas representações está na bacia do São Francisco, que drena maior parte do território de Minas Gerais (Figura 04).

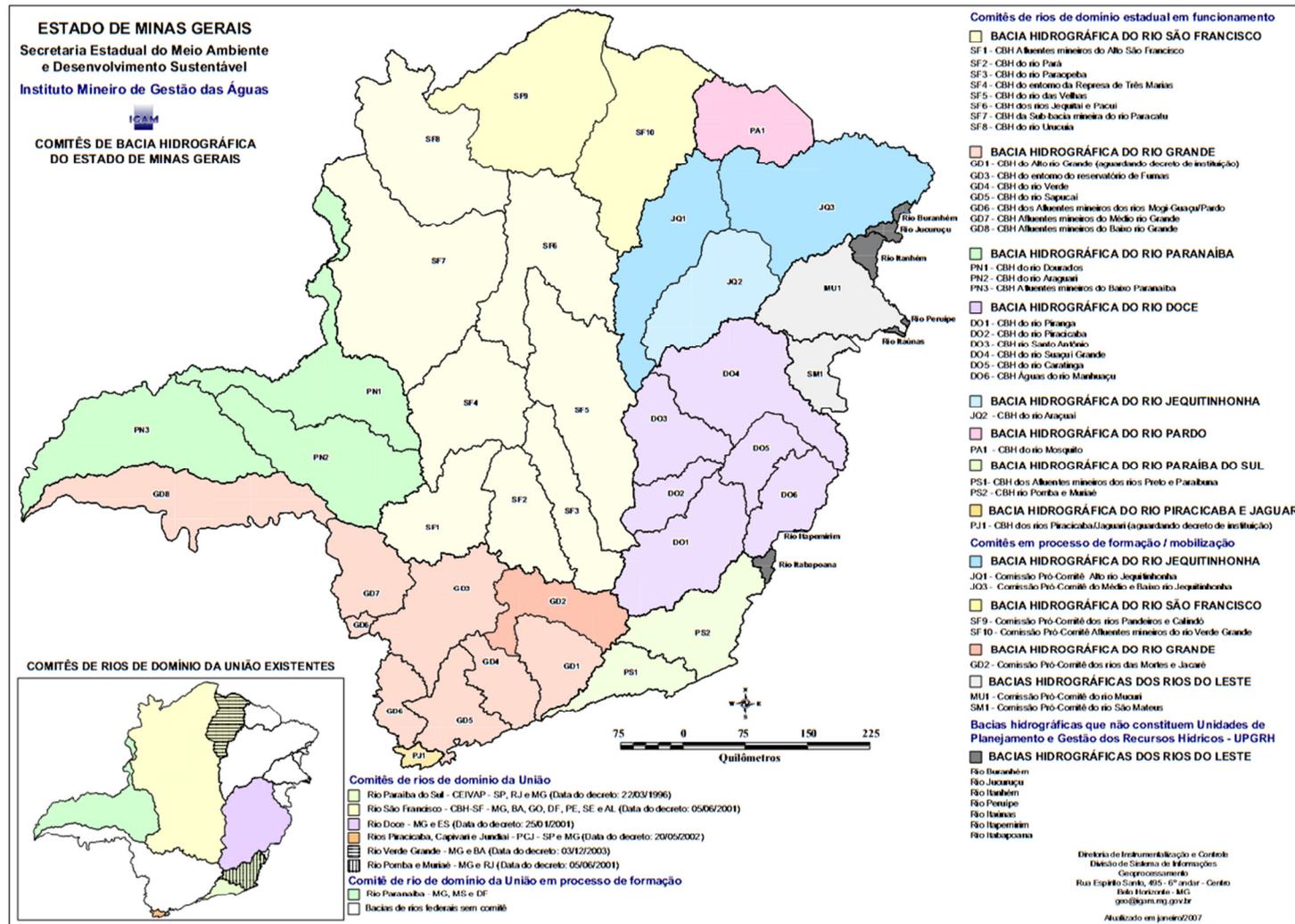


Figura 04 – Comitês de bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais – 2007

Fonte: IGAM (2011).

O atual estágio de implementação do SGRH no estado, mesmo nas principais bacias federais, mostra que o grande número de comitês de bacias enfrenta problemas de falta de *quórum*, a exemplo do que ocorre com outros comitês e conselhos estaduais do país. Tal panorama tem se dado, muitas das vezes, em decorrência da falta de instalação de Agências de Bacia, bem como a inconsistência das pautas de debates nas quais estão ausentes deliberações objetivas que interfiram positivamente nas bacias (MINAS GERAIS, 2006).

A priorização, quase sempre equivocada, da mera formação de comitês de bacias, sem que instrumentos de gestão sejam implementados e postos em operação, tem conduzido à inoperância ou comprometimento das funções destas representações.

Diversos textos legais nortearam, ao longo de décadas, o processo de gerenciamento dos recursos hídricos a nível estadual (Tabela 08), sob a forma de decretos, deliberações normativas, bem como demais documentos relacionados, além de determinar o nível de atuação de várias instituições ligadas à gestão ambiental de recursos hídricos como: COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental; IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas; IEF – Instituto Estadual de Florestas; FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente, dentre outras.

Muito embora Minas Gerais esteja à frente de muito estados no que se refere a informações quantitativas e qualitativas sobre as águas, o estado ainda não conta, tal qual previsto em legislação, com um sistema de informações integradas sobre os recursos hídricos, ou mesmo uma política focada em planejamento e ações às bacias hidrográficas agrícolas. O IGAM, responsável legal pelo funcionamento do que seria um Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, disponibiliza informações em seu sítio eletrônico que, mesmo que atualizadas diariamente, não sintetizam e integram estudos. Não há um sistema facilitador para o desenvolvimento e manutenção de outros instrumentos legais como outorga, enquadramento e cobrança, assim como a normatização de ações para mitigação de danos causados pelos usos das águas.

A aplicação eficiente de um sistema de cobrança pelo uso da água, por exemplo, demanda um conjunto de parâmetros representativos dos impactos dos usos pretendidos, que devem levar em conta o enquadramento dos corpos d'água, orientar a outorga de direito de uso. Ações prioritárias de prevenção, controle, recuperação, fiscalização integrada e aplicação de penalidades sob o uso indevido dos recursos hídricos, carecem da sistematização de tais instrumentos gestores.

Tabela 08 – Marcos legais e institucionais de gestão das águas em Minas Gerais

Legislação	Destinação/Objetivo
Decreto nº 19.947/79	Criou o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas.
Lei nº 9.528/87	Reformulou o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado.
Lei nº 28.170/88	Alterou a denominação do DAE - Departamento de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais.
Lei nº 11.504/94	Instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e fundamentou o Instituto Mineiro de Gestão das Águas.
Lei nº 11.903/95	Criou a Secretaria de Estado de Meio Ambiente Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD, com a finalidade de propor e executar a Política Estadual de Meio Ambiente.
Decreto nº 37.191/95	Dispôs sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos.
Lei nº 12.584/97	Alterou a denominação do DRH para Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM.
Lei nº. 12.581/97	Propôs organização à SEMAD integrando por subordinação o Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/MG e, por vinculação, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, o Instituto Estadual de Florestas – IEF e a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM.
Decreto nº 40.055/98	Dispôs sobre o regulamento do IGAM.
Decreto nº 40.057/98	Dispôs sobre a fiscalização e o controle da utilização dos recursos hídricos em Minas Gerais pelo IGAM.
Lei nº 13.199/99	Instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos pela substituição da Lei nº 11.504/94.
Portaria do IGAM/ nº 6/00	Regulamentou o processo de outorga de direito de uso de águas de domínio de Minas Gerais.
Lei nº 13.771/00	Dispõe sobre a administração, proteção e conservação das águas subterrâneas de domínio de Minas Gerais.
Decreto nº 41.578/01	Definiu as Agências de Bacias Hidrográficas e as entidades equiparadas como unidades executivas descentralizadas.
DN 04, de 18/02/2002	Estabeleceu diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês Estaduais.
DN 06, de 04/10/2002	Estabelece as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais.
Decreto nº. 43.372/03.	Criou o Núcleo de Gestão Ambiental–NGA nas Secretarias de Estado que menciona e dá outras providências.
DN CERH-MG nº 09/04	Estabeleceu critérios que definem os usos considerados insignificantes no Estado de Minas Gerais, sendo necessário, nesse caso, fazer um cadastramento junto ao IGAM.
DN 12, de 16/06/04	Instituiu a Câmara Técnica de Instrumento e Gestão
Decreto nº 44.046/05	Regulamentou a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado.
DN CERH nº. 34/10	Definiu uso insignificante de poços tubulares localizados nas unidades de planejamento e gestão de recursos.
Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado – PMDI/03	Lançou o plano estratégico estadual que consolidou um conjunto de grandes ações governamentais num horizonte de longo prazo (2020).
Lei nº. 15.910/05	Regulamentou o FHIDRO dando características mais próximas da política de gestão das águas.
Decreto nº. 44.314/06	Previu a destinação de até 55% do total dos recursos do Fundo em aplicações não reembolsáveis, no rol dos investimentos financiáveis.

SILVA, L. M. (org.).

A operacionalização de tais instrumentos está diretamente ligada ao Plano Estadual de Recursos Hídricos, que vem se materializando após longos anos de amadurecimento. Até o ano de 2006, Minas Gerais contava com o enquadramento de apenas

sete corpos d'água, dos rios Pará, Piracicaba, Paraopeba, das Velhas, Paraibuna, Verde e Paracatu (MINAS GERAIS, 2006).

A outorga tem sido o grande desafio para o IGAM, segundo informações institucionais. O órgão gestor considera a falta de informações detalhadas sobre os usuários das águas o elemento mais restritivo para emissão das outorgas. Até 2006 eram 8.420 usos superficiais outorgados e 6.621 usos de águas subterrâneas.

A cobrança pelo uso da água ocorreu em Minas Gerais de forma pioneira na bacia do rio Paraíba do Sul. Entretanto, ainda de forma limitada, pelas exigências legais, dentre as quais, a necessidade premente de estruturação e atuação de comitês, bem como o cumprimento de outros passos evolutivos que, ainda com uma atuação prematura, não atingiram grande parte dos comitês estaduais.

É notório que nas últimas décadas têm ocorrido avanços no aparato legal e institucional de gestão dos recursos hídricos no país e em Minas Gerais e que, mesmo frente a diversos obstáculos, tal processo ainda se encontra em curso, haja vista a dinâmica complexa que os usos das águas e seus conflitos vêm delineando na sociedade e no meio natural. As experiências observadas nesse processo vêm demonstrando a crescente necessidade de análise de múltiplos fatores, tanto quanto de uma maior comunicação e interação das várias áreas correlatas de estudo acerca da gestão dos recursos naturais.

### **2.3 Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos**

Segundo COIMBRA (2000), a eficiência dos processos de gestão dos recursos hídricos no Brasil está relacionada às estratégias de aplicação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, instituída pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.

Segundo o Art. 5º, os instrumentos da PNRH são: os planos de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso; a compensação a municípios e o sistema de informação sobre recursos hídricos.

Conforme publicação normativa de técnicas e procedimentos administrativos do Sistema de Apoio ao Gerenciamento do Usuário da Água – SISAGUA<sup>6</sup>, “a outorga de direito de uso se destaca dentre os instrumentos da PNRH como um dos mais importantes, pois tem como objetivo assegurar o controle quantitativo da água bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso” (COIMBRA, 2000). Cabe ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, conforme o Decreto 2.612, de 03 de junho de 1998, que dispõe sobre as competências do CNRH, o estabelecimento dos critérios gerais para a outorga de direitos de uso. Segundo a PNRH, os instrumentos de gestão dos recursos hídricos estão descritos na Tabela 09 quanto aos seus objetivos e órgãos responsáveis e/ou ligados ao processo de implementação do referido instrumento.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos, estabelecido pela Lei 13.199/99, definiu a agenda de recursos hídricos para bacias hidrográficas, delineando ações de gestão, programas e projetos, obras e investimentos prioritários discutidos pelos poderes públicos e a sociedade civil.

Como documento norteador dos demais instrumentos de gestão, o Plano Diretor deve conter grande número de informações: quanto à disponibilidade das águas, a evolução do quadro demográfico e sócio produtivo, os conflitos potenciais, definição de metas quanto à melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, estimativa de custos, diretrizes e critérios para cobrança pelo uso das águas, criação de áreas sujeitas à restrição de uso, dentre outras ações relacionadas à racionalização e proteção ambiental.

O instrumento econômico, cobrança pelo uso de recursos hídricos, não é uma taxa ou imposto, mas sim uma forma de precificação do bem, uma compensação paga por usuários de água visando garantia ou manutenção de padrões de quantidade e qualidade segundo os regimes. Ainda com grande limitação em sua operacionalização em Minas Gerais, a definição de uma metodologia que estabeleça o cálculo de valores a serem cobrados, frente às singularidades de cada bacia, parece ser o grande obstáculo à cobrança pelo uso das águas (IGAM, 2011c).

---

<sup>6</sup> Esse documento refere-se aos procedimentos administrativos e gerenciais relativos à tramitação dos pleitos de outorga encaminhados à SRH e ao SISAGUA apresentando suas finalidades, principais funções e características de cada um dos três sistemas que o compõe, a saber: Sistema de Controle de Outorgas – SISCO; Sistema de Informações Georreferenciadas de Outorgas – SIGEO e Sistema Quali-quantitativo de Outorgas – SQAQ. Atualmente SISAGUA corresponde ao Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.

Tabela 09 – Instrumentos de gestão dos recursos hídricos

Instrumentos de gestão das águas	Definição e Objetivo	Órgãos Ligados
Plano de Recursos Hídricos	<p>Documentos que visam fundamentar e orientar a implementação da PNRH e o gerenciamento dos recursos hídricos. Seu conteúdo deve incluir o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, análises e estudos prospectivos da dinâmica socioeconômica, identificação de conflitos potenciais, metas de racionalização e cobrança, além de projetos a serem implantados na bacia hidrográfica, por Estado e para o País.</p>	CNRH SNRH COMITÊ
Enquadramento	<p>Estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. Tem como objetivo assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, além de diminuir os custos de combate à poluição das águas.</p>	CNRH CONAMA COMITÊ
Outorga	<p>Ato administrativo, de autorização, mediante o qual o poder público outorga ou faculta ao outorgado o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato. Tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água respeitando as prioridades de uso.</p>	CNRH
Cobrança pelo uso	<p>Cobrança de recursos financeiros pelo uso da água. Tem por objetivo indicar o valor da água, incentivar a racionalização, obter recursos para financiamentos e programas pró-gestão dos recursos hídricos.</p>	CNRH SNRH COMITÊ
Compensação aos municípios	<p>Embora esteja vetada em Lei, algumas leis estaduais o aprovam. Para as bacias hidrográficas pertencentes a esses, deverão ser propostos critérios para compensação aos municípios que possam vir a ter áreas inundadas por reservatórios ou restrições de uso para fins de proteção dos recursos hídricos, definidos no PDRH.</p>	CONSELHOS COMITÊ
Sistema de informação sobre recursos hídricos	<p>Sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como sobre fatores intervenientes em sua gestão, com dados gerados pelos órgãos integrantes do SINGRH. São princípios básicos para a sua organização: descentralização da obtenção e produção de dados e informações; coordenação unificada do sistema; acesso garantido a toda sociedade. São objetivos: reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos, atualizar informações e fornecer subsídios para elaboração dos Planos de Recursos hídricos.</p>	CNRH SINGRH SNIRH COMITÊS OUTROS

Fonte: BRASIL (1997), KRAUSE & RODRIGUES (1998) e COIMBRA (2000).

É assegurado pelo instrumento de outorga, o direito de uso dos recursos hídricos. Com a emissão de autorização ou concessão, parcial ou total, é possível ao IGAM, órgão responsável pelos atos, executar a gestão quantitativa e qualitativa dos usos que representem quaisquer níveis de intervenções às reservas ou corpos d'água. Com vista à manutenção da disponibilidade hídrica, a outorga possibilita o monitoramento dos usos, sejam subterrâneos ou superficiais, atendendo às necessidades prioritárias e de interesse coletivo (ibidem).

Além de buscar assegurar o cumprimento de metas de qualidade para os corpos d'água, assim como a garantia de usos preponderantes, o enquadramento dos corpos d'água em classes, deve estar associado às propostas de mitigação dos impactos diretos sobre os usos instalados em determinado curso d'água. Para tanto, é necessário identificar as condições atuais de qualidade das águas e definir os usos preponderantes da bacia.

O enquadramento é importante instrumento na compatibilização de usos múltiplos dos recursos hídricos superficiais, auxiliando no planejamento ambiental das bacias e no uso sustentável de seus recursos naturais. Fornece subsídios aos outros instrumentos de gestão, como outorga e cobrança pelo uso da água, de forma complementar, quando implementados, além de disponibilizar recursos e informações facilitadoras do processo de gestão.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005<sup>7</sup>, o enquadramento deve ser feito de forma participativa e descentralizada. Deve estar de acordo com as expectativas e necessidades dos usuários. São os comitês de bacias hidrográficas que têm por responsabilidade a aprovação da proposta de enquadramento, bem como sua implantação no âmbito da bacia.

---

<sup>7</sup> Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

Tabela 10 – Classificação das águas doces segundo Resolução do CONAMA 357/05

Classe	Cor	Usos Possíveis
Especial		Abastecimento para consumo humano com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I (um)		Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário (natação); Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
II (dois)		Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, onde o público possa vir ter contato direto à água; Aquicultura e atividade de pesca.
III (três)		Abastecimento para consumo humano após tratamento Convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
IV (quatro)		Navegação; Harmonia paisagística.

Fonte: BRASIL (2005).

O autor ainda menciona que os instrumentos de gestão ambiental (Tabela 11) tornam-se instrumentos da gestão dos recursos hídricos ao induzirem o cumprimento de planos e normas que estejam voltados a garantir a qualidade e disponibilidade das águas, como um dos recursos ambientais. Desta forma, podem ser previstos e estabelecidos, durante a elaboração dos planos de recursos hídricos, o Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE.

Tabela 11 – Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente

Instrumentos	Definição	Tipos
Instrumentos de intervenção ambiental	Mecanismos normativos destinados a condicionar a atividade particular ou pública aos fins da Política Nacional do Meio Ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;</li> <li>– Zoneamento ambiental;</li> <li>– Avaliação de impacto ambiental;</li> <li>– Criação de espaços territoriais, especialmente protegidos pelo poder federal, estadual e municipal, tais como estações ecológicas, reservas biológicas, áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;</li> <li>– Incentivos à produção e instalação de equipamentos, criação ou absorção de tecnologias, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.</li> </ul>
Instrumentos de controle ambiental	Atos e medidas destinados a verificar a observância das normas e planos que objetivam não só a defesa e a recuperação da qualidade do meio ambiente, como também do equilíbrio ecológico. Em função do momento de sua utilização, estes instrumentos podem ser classificados em:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prévios, quando o controle se realiza através de estudo e avaliação de impacto ambiental e do licenciamento prévio de obras ou atividades potencialmente poluidoras;</li> <li>– Concomitantes, quando o controle se efetiva, quer por inspeções, fiscalizações e divulgação de relatórios de qualidade do meio ambiente, quer pelo cadastramento das atividades potencialmente poluidoras ou usuárias dos recursos ambientais, ou daquelas de defesa do meio ambiente;</li> <li>– Posteriores, quando o controle se dá mediante vistoria e exames, a fim de se verificar se a ação cumpriu às exigências legais de proteção ambiental.</li> </ul>
Instrumentos de controle repressivo	Sanções administrativas, civis ou penais, voltadas à correção dos desvios da legalidade ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Multas, interrupção das atividades, processos criminais.</li> </ul>

Fonte: LEAL (2001).

Nos planos de gerenciamento dos recursos hídricos é estimada a oferta e caracterizada a demanda por recursos hídricos. Os seguintes instrumentos, destinados a esse propósito, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Instrumentos aplicados à gestão da oferta e demanda

Gestão da oferta	Gestão da demanda
<p>a) regularização de descargas por meio de barragens e reservatórios de acumulação;</p> <p>b) recuperação de recursos hídricos mediante obras e serviços de tratamento de esgotos urbanos e industriais;</p> <p>c) transferência de reservas hídricas para compensar desequilíbrios e carências regionais, por meio da transposição de vazões entre bacias hidrográficas ou da recarga artificial de aquíferos subterrâneos ou, ainda, da dessalinização de águas salobras;</p> <p>d) melhoria da produtividade hídrica quantitativa e qualitativa na bacia hidrográfica mediante articulação com programas de desenvolvimento urbano, reflorestamento, proteção do solo e aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas;</p> <p>e) redução de perdas regionais por evaporação e evapotranspiração.</p>	<p>a) gerenciamento efetivo do direito de uso de recursos hídricos da bacia, considerados como um bem público escasso e susceptível de planejamento plurianual que compatibilize os múltiplos interesses convergentes ou divergentes dos usuários e da população sediada na bacia;</p> <p>b) cadastro dos usuários e medição ou avaliação das respectivas demandas, com atualização frequente do perfil de cada usuário significativo em termos de qualidade, quantidade e sazonalidade;</p> <p>c) cobrança pelo uso de recursos hídricos;</p> <p>d) regularização técnica da fabricação e instalação de equipamentos e dispositivos que utilizem água;</p> <p>e) fixação de normas e padrões técnicos para o volume e concentração de nocividades nos efluentes a serem descarregados nos cursos de água;</p> <p>f) incentivos e orientação técnica para o controle de perdas, a recirculação de água nas instalações industriais, a reutilização de efluentes, o desenvolvimento tecnológico de processos industriais ou agrícolas menos poluentes ou com menor consumo de água e o macrozoneamento de novos usuários em função do binômio qualidade e quantidade disponível na região.</p>

Fonte: LEAL (2001).

A aplicabilidade de qualquer instrumento na gestão dos recursos hídricos necessita de um arcabouço legal e institucional que garanta o cumprimento de suas funções, os direitos dos usuários e amenize situações de conflito.

### **3. DIAGNÓSTICO DA BACIA DO RIO PRETO: QUADRO FÍSICO, SOCIOECONÔMICO E APARATO LEGAL-INSTITUCIONAL DE GESTÃO**

Além de constituir uma delimitação natural, as bacias hidrográficas se configuram como importante recorte espacial para a gestão territorial do país, dadas as vantagens de avaliação integrada das relações de causa e efeito que transcorrem a partir da dinâmica hidrográfica. Processos hidrológicos superficiais, e processos de interação entre a sociedade e as águas, podem ser melhor compreendidos no âmbito das bacias hidrográficas, devido aos cenários que se configuram nas relações entre áreas a montante e jusante.

A adoção de bacias hidrográficas para a implantação de programas, projetos e políticas públicas tornou-se nacionalmente difundida nos últimos anos. A perspectiva tradicional das questões ambientais e econômicas, com o propósito de difundir técnicas e práticas conservacionistas de proteção dos recursos naturais, foi sendo gradualmente complementada pela incorporação da dimensão social, com o intuito de aumentar a geração de renda e de melhorar as condições de vida da população residente nas bacias hidrográficas (KONRAD, et. al., 2008).

No âmbito da gestão dos recursos hídricos, tem se percebido o aumento gradativo do uso de água para irrigação em bacias agrícolas, algo que tem sido objeto de constante preocupação de órgãos ligados à gestão desses recursos. Para uma adequada gestão desses recursos, é fundamental conhecimento sobre estas unidades hidrográficas, informações sobre a oferta e a demanda hídrica, mas, sobretudo, quanto ao desenvolvimento das atividades que comprometem o funcionamento desse importante sistema ambiental, tanto do ponto de vista natural quanto no tocante à sua importância socioeconômica.

No intuito de elaborar uma proposta metodológica sobre indicadores ambientais, voltada à gestão dos recursos hídricos em bacias hidrográficas de economia prioritariamente agrícola, tomou-se o caso da bacia do rio Preto (Figura 05), subunidade da bacia do São Francisco. Tal qual prevê a legislação brasileira, definiu-se como unidade espacial de estudo toda a bacia do rio Preto, portanto suas porções nos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. A escolha do rio Preto se fundamenta no consenso, observado na literatura, da necessidade de se conceber a gestão integrada de unidades hidrográficas, sobretudo em se tratando de bacias agrícolas, cujos impactos podem representar grandes prejuízos a jusante.

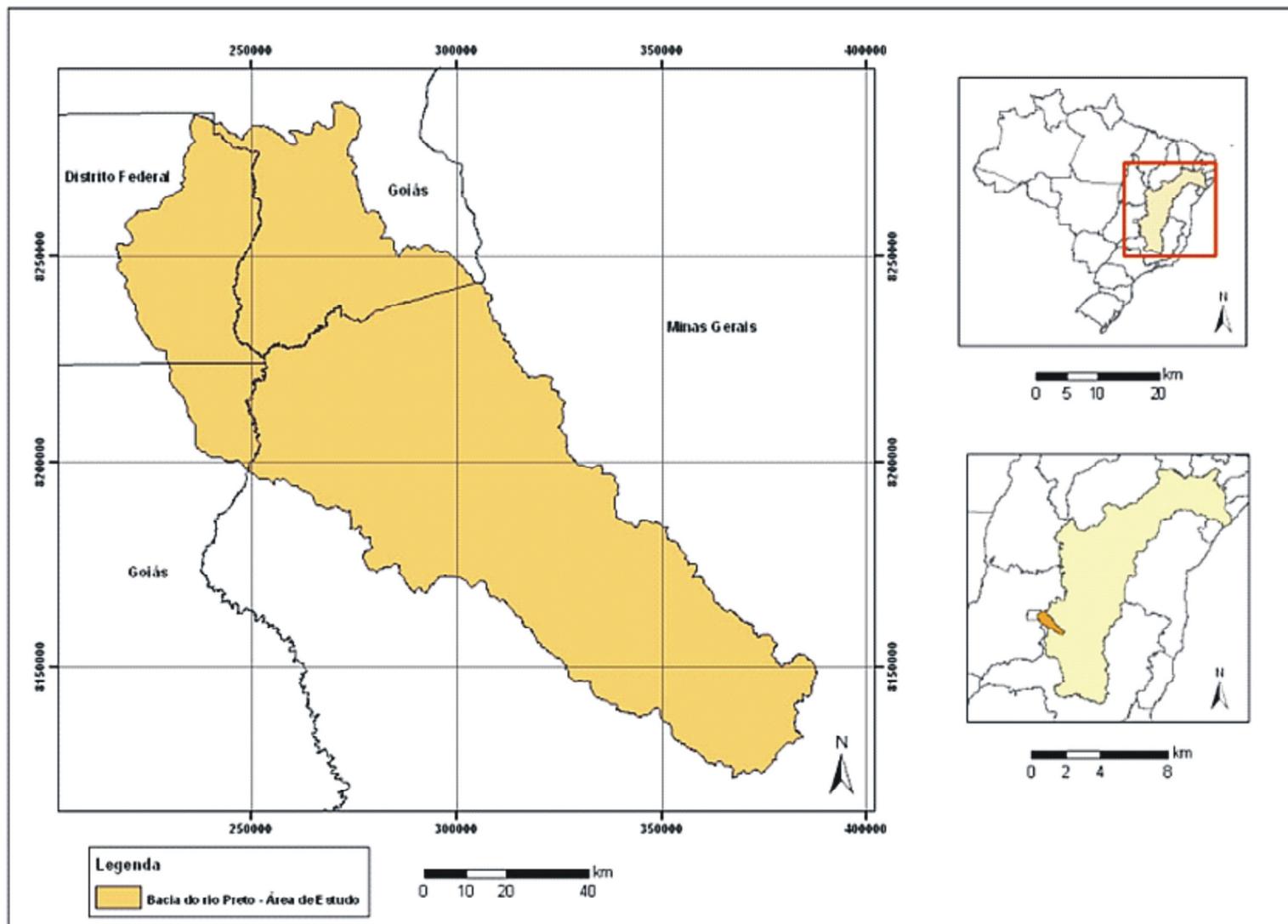


Figura 05 – Bacia do rio Preto: área de estudo

Fonte: BORGES (2008).

### 3.1 Características do quadro físico e informações hidrológicas

A bacia do rio Preto faz parte de uma densa, rica e extensa rede hidrográfica. Juntamente com a bacia do Ribeirão Entre Ribeiros, compõem o rio Paracatu, um dos principais contribuintes do médio São Francisco (3ª ordem), que drenam uma área de aproximadamente 14.149 km<sup>2</sup>, dos quais 74,8% (10.621 km<sup>2</sup>) encontram-se no estado de Minas Gerais, 15,71% (2.212 km<sup>2</sup>) no estado de Goiás e 9,42% (1.316 km<sup>2</sup>) no Distrito Federal. Na Figura 06, o quadro 1 ilustra a inserção do rio Preto na bacia do São Francisco, o quadro 2 apresenta a distribuição da rede hidrográfica da bacia nos limites das unidades da federação.

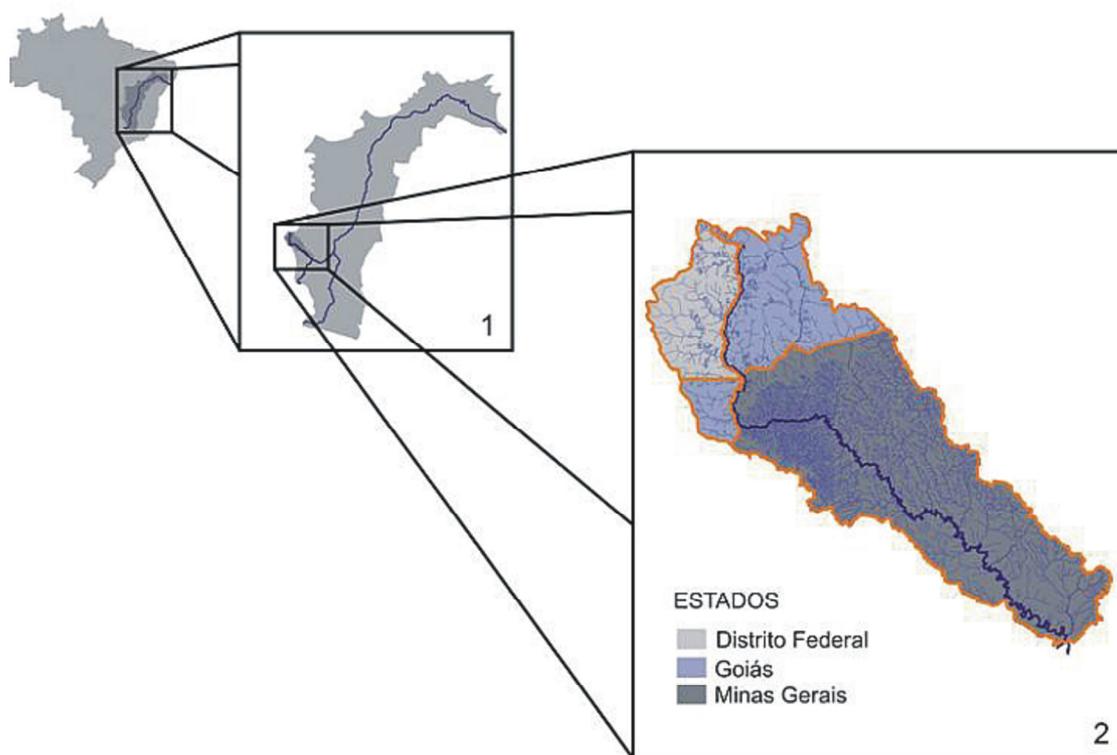


Figura 06 – Representação esquemática de localização das bacias do S. Francisco e rio Preto no território brasileiro

Fonte: RODRIGUES (2007).

São 10 municípios divididos nos três estados, dos quais nove apresentam, individualmente, áreas inferiores a 13% da área total da bacia. O município mineiro de Unai é o que ocupa a maior área da bacia, algo em torno de 39% da área total.

Em toda sua extensão, a bacia ocupa uma área de 1.045.900 hectares. Suas nascentes estão localizadas no município de Formosa onde, em suas cabeceiras, tem

início um percurso de aproximadamente 380 km até a foz. No Distrito Federal localiza-se na porção oriental, limitando-se a oeste e sudeste com as bacias dos rios São Bartolomeu e São Marcos, que drenam o rio Paranaíba. Seus principais afluentes são os ribeirões Santa Rita e Jacaré, localizados na porção norte da bacia; o ribeirão Extrema e o rio Jardim, localizados na porção central; e o córrego São Bernardo, ao sul. Tais tributários seguem em sentido subparalelo, drenando no sentido geral noroeste-sudeste a região.

O rio Preto é o principal afluente da margem esquerda do Paracatu. Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos do rio Paracatu, o curso d'água tem sua extensão dividida em três trechos principais: o Alto Preto, que compreende as nascentes até a estação fluviométrica do rio Preto, englobando uma rede de drenagem de 3.882 km<sup>2</sup>, 94 km de extensão, localizados em grande parte na fazenda Limeira; o Médio Preto, entre a fazenda Limeira e a estação de rio Preto em Santo Antônio do Boqueirão, são 130 km de extensão em 2.021 km<sup>2</sup> de contribuição parcial; e o Baixo Preto, de Santo Antônio de Boqueirão até a foz, são 104 km em 4.556 km<sup>2</sup> de drenagem parcial.

Segundo dados do PLANPAR (2006) a bacia apresenta um clima megatérmico do tipo chuvoso. Trata-se de um clima tropical chuvoso, com temperaturas elevadas e chuvas concentradas principalmente no período que compreende os meses de outubro a abril, período em que chove aproximadamente 93% do total anual. Suas variações térmicas são pequenas, a mínima média mensal gira em torno de 18°C.

O regime pluviométrico se destaca por médias máximas no verão e mínimas no inverno. O total de precipitação decresce de 1600 mm a 1000 mm no sentido oeste-leste e chuvas concentradas nos meses de outubro a abril. A precipitação média da bacia é de 1340 mm, valor que retoma a porção da bacia localizada no Distrito Federal, conforme ilustra o mapa (Figura 07).

Segundo estudo hidrológico do regime de variação das vazões dos principais rios da bacia do Paracatu, dentre os quais o da bacia do rio Preto, realizado pelo PLANPAR (2006), o mês de outubro marca o início do ano hidrológico da região, que representa o período de aumento das vazões devido às primeiras chuvas da primavera (Tabela 13). O término do referido período ocorre em setembro, quando as vazões atingem seus valores mínimos. Dentre o período de vazões elevadas, de novembro a abril, os maiores picos de cheia se devem ao rio Preto.

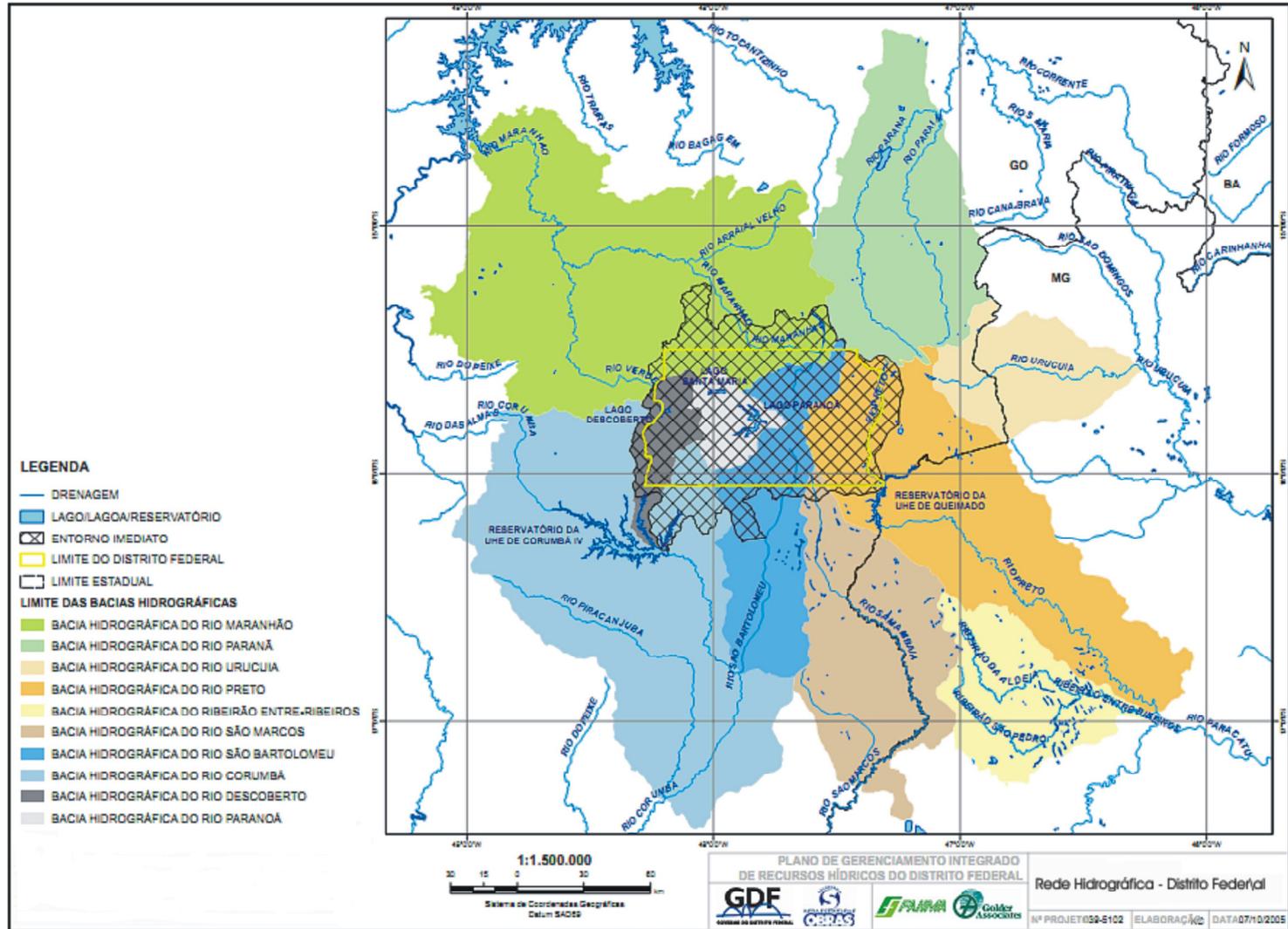


Figura 07 – Bacia do rio Preto no Distrito Federal

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).

O PGIRH/DF aponta o problema de obtenção de uma série homogênea de dados para toda a área de estudo. Algumas estações fluviométricas não permitem correlações para preenchimento e extensão da série. Nesses casos utilizou-se apenas o histórico de dados disponíveis na determinação das disponibilidades hídricas. Os dados do rio Preto compreendem uma série histórica de 1957 a 2002 (46 anos), obtidas em estações de monitoramento.

Tabela 13 – Sub-bacias do alto rio Preto e suas respectivas contribuições

Sub-bacias	Áreas (km <sup>2</sup> )	Disponibilidade Hídrica (m <sup>3</sup> /s)
Estreito	50,06	0,83
Jardim São Bernardo	552,12 147,97	8,12 2,38
Rio Preto	569,93	25,65
Santa Rita Jacaré	123,60 181,90	1,95 2,83
São José e Pedras	35,30	1,54
Extrema	264,35	3,78

Fonte: CARNEIRO et. al. (2007).

A disponibilidade hídrica é baixa em alguns pontos da bacia, conforme dados se observa na tabela acima. Esses pontos correspondem, principalmente, a porção do alto rio Preto, onde a demanda por água é elevada, algo que a enquadra como a mais sujeita a déficits hídricos. Durante os meses de menores índices a vazão dos rios é diretamente dependente da água reservada no subsolo, o que explica, pelo menos em parte, a acentuada demanda por irrigação no alto curso, onde as terras são agricultáveis. No baixo e alto curso da bacia é significativa a presença de cultivos irrigados via uso de pivô central.

A Tabela 14 reúne alguns dados quanto à vazão anual média e a precipitação média em diferentes estações fluviométricas localizadas na bacia do rio Preto. A Tabela 15 e a Figura 08, respectivamente representam a localização das estações pluviométricas e fluviométricas distribuídas ao longo da bacia.

Tabela 14 – Estações fluviométricas da bacia do rio Preto em Minas Gerais

Código	Nome	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	I mm <sup>-1</sup>
42460000	Fazenda Limeira	3.482	153,20	0,0063
42490000	Unai	4.978	234,40	0,0054
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	5.533	286,80	0,0054
42545002	Fazenda Roncador	429	66,88	0,0062
42545500	Fazenda "O" Resfriado	690	115,02	0,0053
42546000	Fazenda Santa Cruz	552	56,30	0,0079
42600000	Porto dos Poções	9.095	409,50	0,0047

A – área de drenagem  
L – comprimento do talvegue principal  
I – declividade longitudinal média

Fonte: Adaptado de PLANPAR (2006).

Tabela 15 – Estações pluviométricas da bacia do rio Preto

Código	Nome	Latitude	Longitude	P <sub>anual</sub> (mm)
1647008	Fazenda Limeira	-16° 12' 32"	-47° 13' 57"	1347,7
1646004	Fazenda O Resfriado	-16° 30' 10"	-46° 39' 46"	1251,7
1746004	Fazenda Rio Verde	-17° 16' 00"	-46° 12' 00"	1314,1
1745014	Fazenda Santana	-17° 49' 31"	-45° 28' 45"	1244,7
1746001	Porto da Extrema	-17° 01' 51"	-46° 00' 49"	1161,5
1646000	Porto dos Poções	-16° 49' 47"	-46° 19' 20"	1161,5
1746002	Santa Rosa	-17° 15' 19"	-46° 28' 26"	1295,6
1646001	Unai	-16° 21' 05"	-46° 53' 23"	1302,7

P<sub>anual</sub> – precipitação anual média.

Fonte: Adaptado de PLANPAR (2006).

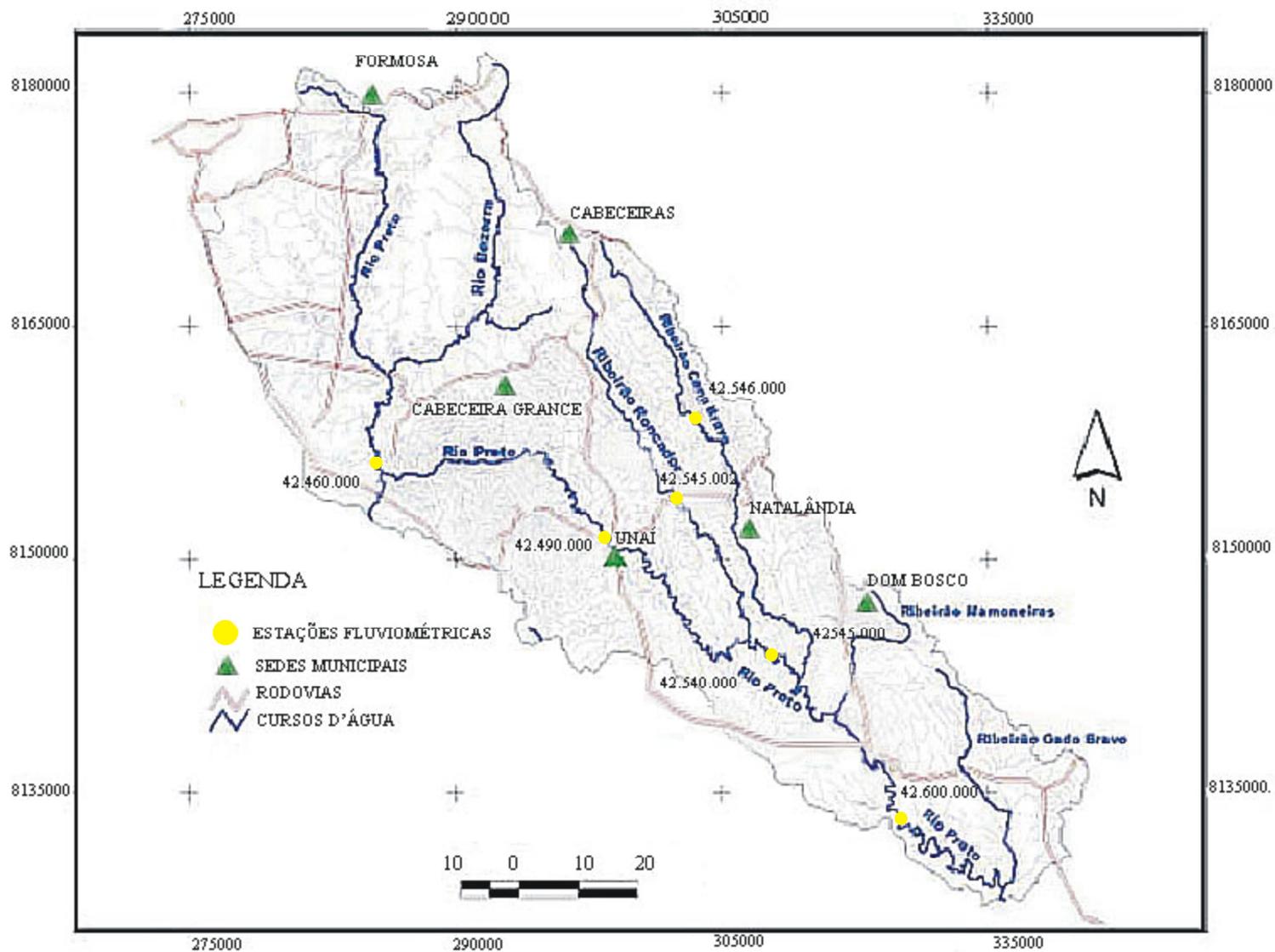


Figura 08 – Hidrografia e estações fluviométricas da bacia do rio Preto

Fonte: Adaptado de CARNEIRO (2007) e PLANPAR (2006).

A rede de drenagem reflete o quadro litoestrutural subjacente. A drenagem apresenta padrão geral dentrítico aberto com baixa densidade de ramificações. Nos xistos o padrão dentrítico é mais denso, com ocorrência de vales em “V” fechados. Em estruturas dômicas, tais como nos corpos graníticos e gnáissicos de composição granodiorítica, o padrão apresentado pela rede de drenagem é radial divergente (FIGUEIREDO FILHO et. al., 1982).

O substrato litológico é marcado por filitos, ardósias, quartzitos, metassiltitos, calcários e dolomitos distribuídos pelas seguintes unidades geológicas: Formação Vazante, Grupo Canastra, Grupo Paranoá, Grupo Bambuí, além de coberturas detríticas e lateríticas do Cenozóico. Segundo SCHOBENHAUS (1985), as rochas ocorrem como intercalações de metassedimentos clásticos finos e arenosos com lentes de calcário. Na formação vazante ocorre uma composição basicamente formada por sericita xisto, quartzo-sericita xisto, calcita-clorita-sericita xisto e quartzo-sericita-clorita xisto.

O Grupo Paranoá abrange, sobretudo nos relevos planálticos da bacia, a unidade Rítmica Quartzítica Intermediária formada por quartzitos feldspáticos friáveis finos e muito finos, que evoluem ao topo, para uma alternância de laminações síltico-argilosas, metassiltitos e metargilitos com intercalações de quartzitos finos a médios classificados como ritmitos. O Sub-Grupo Paraopeba, pertencente ao Grupo Bambuí, é constituído por siltitos e argilitos de coloração cinza-esverdeada a avermelhada, por vezes calcíferos, lentes de calcário e intercalações de arenito arroxeadado. Os depósitos cenozóicos englobam coberturas detritolateríticas, terraços fluviais antigos e planícies fluviais ativas.

As formações geológicas geraram condições de infiltração, acúmulo e transmissão de água através de estruturas porosas (mantos de intemperismo), fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos (formações cársticas). Pela natureza de percolação e acumulação, a bacia apresenta uma hidrogeologia marcada por aquíferos granulares, cársticos, cárstico-fissurado e aquíferos fraturados. As formações hidrogeológicas estão sub-agrupadas em função das unidades geológicas associadas, assim como os tipos de rochas dominantes na bacia (PLANPAR, 2006).

A bacia do rio Preto possui um relevo que pode ser descrito como suave a moderadamente ondulado, com ocorrência de extensas chapadas e colinas com elevações variando entre 480m a 1200m de altitude. Segundo LACERDA FILHO et. al. (2000) parte da área está inserida no domínio dos planaltos de estruturas dobradas, que

reproduzem feições de relevo resultantes da exumação dessas estruturas no decorrer de vários ciclos tectônicos, fato refletido por diferentes estilos estruturais.

Os planaltos e serras da região, segundo ROSS (1985), estão associados à faixa de dobramentos Brasília e estendem-se desde o norte do estado de Goiás até o sudoeste do estado de Minas Gerais. O domínio é frequentemente sustentado por rochas metamórficas como os quartzitos e, em alguns casos, por corpos intrusivos graníticos.

BORGES et. al. (2007) destacam cinco unidades geomorfológicas na área: (a) Planalto e superfícies planas suavemente convexas na forma de chapadas, com altitudes entre 823 e 1186 m; (b) Planalto Dissecado, caracterizado por uma frente erosiva das chapadas em contato com as zonas deprimidas; (c) Unidade Cristas de Unaí, marcada pelos alinhamentos de serras orientados na direção NNW-SSE, com intercalação de zonas deprimidas e aplainadas; (d) Unidade Terraços, constituída por depósitos fluviais desenvolvidos durante o Quaternário e por uma área rebaixada e aplainada com cotas variando entre 503m e 818m (Figura 09). Podem apresentar formas cársticas típicas quando assentados sobre substrato carbonático; (e) Unidade Planície Fluvial, associada ao leito do rio Preto, apresentando depósitos fluviais em altitudes entre 440 e 559m.

A bacia se encontra inserida no domínio do bioma Cerrado, muito embora apresente variações de formações fitogeográficas, assim como no aspecto fisionômico. Segundo PLANPAR (2006), as vegetações de maior abrangência na bacia são Cerrado e o Campo Cerrado, compostos de estratos arbóreos, arbustivos e subarbustivos de densidade variável, sendo que quase sempre são árvores esparsas e sem formação de dossel. Ademais, há uma variabilidade fisionômica que vai desde Cerradão à Capoeira. De vegetação arbórea de dossel contínuo ou interrompido a uma vegetação em diferentes processos de regeneração.

O cenário zoogeográfico é bem típico das regiões de Cerrado, composto por três grupos faunísticos: ombrófilas, heliófilas e ubíquas (PLANPAR, 2006). Nas formações florestais, nos Cerrados e nas Veredas, habitat úmidos, sombreados, de temperatura amena e menor sazonalidade climática, são encontradas lontras, ariranhas, capivaras, antas, dentre outros.

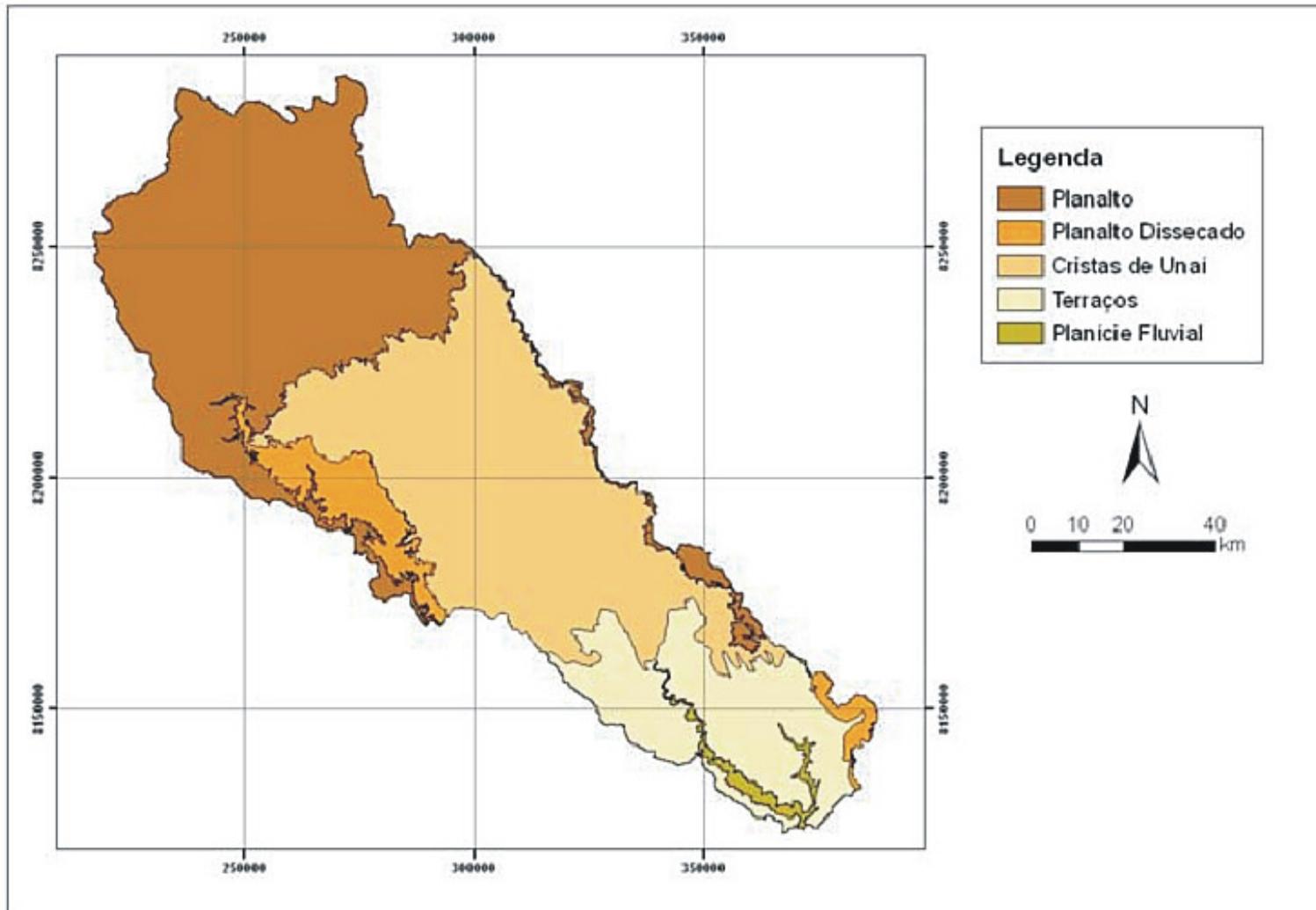


Figura 09 – Compartimentação geomorfológica da bacia do rio Preto.

Fonte: BORGES et. al. (2007).

Entre os heliófilos, típicos de áreas de brejo, Vereda e Campo Cerrados, em que a variação de temperatura e umidade é diária, encontram-se animais subterrâneos e fossoriais, como tatus, formigas, abelhas, coruja-buraqueira, corujas, lobo-guará, gambás, roedores, morcegos, emas, seriemas, raposas-do-campo, tamanduás, cascavéis, calangos, jaritacas, entre outros.

A fauna ubíqua concentra os animais de maior porte, mobilidade e com hábitos alimentares onívoros. As matas são habitats de espécies, que a usam como refúgio e abrigo, diurno ou noturno, bem como local de nidificação<sup>8</sup>. Estes animais são menos dependentes de fatores ambientais, sendo, geralmente, carnívoros e insetívoros como a jagatirica, gambá, queixada, caititu, urubu, carcará e rato-do-chão.

Entretanto, nas áreas planas, localizadas na porção superior e inferior da bacia, a intensa atividade agrícola destruiu visivelmente boa parte das áreas de vegetação nativa. Os projetos de irrigação no agronegócio, associados a projetos de represamento e aproveitamento hidrelétrico, colocam as condições ambientais em risco, podendo comprometer a saúde ambiental da bacia, gerar encargos econômicos e uma série de conflitos de ordem socioambiental.

### 3.2 Aspectos socioeconômicos

Em virtude da disponibilidade de dados, agregados por municipalidade, a análise socioeconômica foi desenvolvida por municípios da bacia do rio Preto. A Tabela 16 apresenta os municípios ou unidades administrativas cujos territórios se inserem na referida bacia.

Tabela 16 – Municípios e unidades administrativas na bacia do rio Preto

Município	Estado
Bonfinópolis de Minas	MG
Brasilândia de Minas	MG
Cabeceira Grande	MG
Cabeceiras	GO
Dom Bosco	MG
Formosa	GO
Natalândia	MG
Paranoá	DF (RA)
Planaltina	DF (RA)
Unai	MG

SILVA, L. M. (Org.).

<sup>8</sup>Ato de construção do ninho de determinada espécie.

Entretanto, alguns recortes foram aqui realizados para fins de sistematizar a análise socioeconômica. O espaço ocupado pelo município de Formosa-GO é quase que totalmente, ocupado pelo Exército Brasileiro, que o utiliza como área de reserva e treinamento. Os municípios de Brasilândia de Minas e Bonfinópolis de Minas possuem parcelas muito pequenas dentro da bacia do rio Preto para integrarem a análise aqui proposta.

Nos limites das bacias, como já mencionado, encontram-se duas Regiões Administrativas do Distrito Federal- RA/DF, com população total pouco superior a duzentas mil pessoas. Os limites dessas RA's dentro da bacia têm um caráter de ocupação agrícola, com uma população rural de aproximadamente 15% de todo o montante.

Desse modo, os municípios cuja análise socioeconômica da bacia hidrográfica abrangeu foram: Cabeceira Grande (MG), Cabeceiras (MG), Dom Bosco (MG), Natalândia (MG) e Unaí (MG), municípios cujas sedes municipais estão totalmente inseridas na bacia.

A síntese do comportamento populacional dos municípios que integram a bacia, no período de 1992 a 2010, leva a intuir que não há tendência a um crescimento populacional acelerado. Os dados apresentados na Tabela 17 demonstram certa estabilidade do tamanho populacional ao longo da última década, com pequenas flutuações para decréscimo em alguns municípios, mas sem grandes variações populacionais.

Tabela 17 – Dimensão populacional da bacia do rio Preto

Município	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Cabeceira Grande	-	-	-	-	-	5.470	5.523
Cabeceiras	6.533	6.766	6.903	7.037	5.973	5.827	5.702
Dom Bosco	-	-	-	-	-	3.978	3.893
Natalândia	-	-	-	-	-	2.912	2.850
Unaí	69.692	69.977	70.143	70.305	73.664	65.977	66.621
(continuação)							
Município	1999	2000	2001	2002	2003	2007	2010
Cabeceira Grande	5.577	5.630	6.630	6.090	6.170	6 294	6.453
Cabeceiras	5.579	5.455	6.793	6.820	6.849	6 610	7.346
Dom Bosco	3.808	3.722	4.023	4.001	3.976	3 781	3817
Natalândia	2.788	2.726	3.304	3.321	3.335	3 271	3288
Unaí	67.264	67.909	71.023	71.801	72.622	74495	77.590

Fonte: IBGE (1991; 2000; 2010).

Os municípios em geral apresentam estimativas populacionais praticamente estáveis, com taxas de crescimento próximas de zero. Trata-se de um padrão de crescimento inferior ao padrão nacional. A dinâmica populacional dos municípios é uniforme em praticamente todas as taxas, com pequeno acréscimo em municípios mineiros.

O município de Cabeceiras apresenta uma expectativa de vida ao nascer bem menor do que os municípios mineiros. Muito embora, segundo dados da Tabela 18, em Natalândia sejam encontradas as maiores taxas de mortalidade infantil.

Tabela 18 – Indicadores populacionais dos municípios da bacia do rio Preto

Municípios	Esperança de vida ao nascer		Mortalidade até um ano de idade		Taxa de fecundidade total	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	66,83	71,28	32,79	24,94	3,59	3,29
Cabeceiras	63,66	65,65	33,83	33,49	3,97	3,3
Dom Bosco	66,83	72,81	32,79	20,8	3,56	3,48
Natalândia	66,83	67,96	35,54	35,19	3,86	2,89
Unaí	66,83	74,75	32,79	16,03	3,82	2,47

Fonte: PNUD (2000).

As pequenas taxas de crescimento populacional são, em parte, explicada pelo nível de renda média entre os municípios componentes da bacia do rio Preto. Muito embora tenha se observado crescimento nos últimos anos, a renda *per capita* dos municípios é inferior ao salário mínimo do mesmo período, exceto o município de Unaí. Além de uma baixa renda média, observa-se que a distribuição também é desigual, com uma tendência maior nos últimos anos. A Tabela 19 reafirma tal constatação através de evidências apresentadas pelo Índice de Gini<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> O Índice de Gini mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda da sociedade e a renda de todos os outros indivíduos é nula).

Tabela 19 – Renda *per capita* (R\$), segundo o Índice de Gini, na bacia do rio Preto–1991/00

Municípios	Percentual da renda apropriada pelos 80% mais pobres da população		Percentual da renda apropriada pelos 20% mais ricos da população	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	45,28	42,4	54,72	57,6
Cabeceiras	38,65	38,66	61,35	57,6
Dom Bosco	40,87	40,75	59,13	59,26
Natalândia	43,09	39,68	56,91	60,33
Unaí	36,59	25,57	63,41	74,43
Municípios	Renda <i>per capita</i> média do quinto mais pobre		Renda <i>per capita</i> média do quinto mais rico	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	21,37	17,57	331,69	457,81
Cabeceiras	25,58	25,68	284,14	501,07
Dom Bosco	20,61	20,79	319,04	480,16
Natalândia	24,19	22,7	321,3	523,35
Unaí	23,11	33,18	468,72	1278,38
Municípios	Percentual de pessoas com renda <i>per capita</i> abaixo de R\$ 37,75		Percentual de pessoas com renda <i>per capita</i> abaixo de R\$ 75,50	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	28,89	21,03	61,90	47,88
Cabeceiras	28,08	19,09	60,86	44,83
Dom Bosco	25,81	22,12	55,52	49,85
Natalândia	23,19	20,99	52,41	45,54
Unaí	21,9	10,54	49,48	29,13

Fonte: PNUD (2000).

Por seu caráter agrícola, como mencionado ao longo do trabalho, existe uma grande concentração de estabelecimentos e empregos no setor agropecuário, largamente predominante sobre o setor secundário, de transformação e ao terciário, por sua extensão na bacia. O total de população ocupada por município é apresentado na Tabela 20 e, em sequência, a Tabela 21 apresenta o PIB total dessa população por setores da economia.

Tabela 20 – População ocupada nos municípios que compõem a bacia do rio Preto

Município	Total	Homens	Mulheres
Unaí (MG)	11.914	8.590	3.324
Paracatu (MG)	7.543	5.738	1.805
Formosa (GO)	4.346	3.163	1.183
Cabeceiras (GO)	1.419	1.030	389

Fonte: IBGE(1996).

Tabela 21 – PIB dos municípios da bacia do rio Preto

Municípios	PIB por setor						PIB Total
	Primário		Secundário		Terciário		
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Cabeceira Grande	14.812,00	58,39	1.058,00	4,17	9.499,00	37,44	25.368,00
Cabeceiras	16.148,00	60,37	1.657,00	6,20	8.995,00	33,44	26.750,00
Dom Bosco	4.120,00	34,04	2.341,00	19,34	5.644,00	46,63	12.105,00
Natalândia	2.207,00	46,30	373,00	7,82	2.187,00	45,88	4.767,00
Unaí	135.959,00	42,48	54.588,00	17,06	129.479,00	40,46	320.026,00

Fonte: PNUD(2000).

Em se tratando da infraestrutura social e econômica, percebe-se em uma análise imediata, que existem limitações infraestruturais e situações muito distintas entre os municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Preto. O elevado índice de analfabetismo, e o decrescente acesso às modalidades dos ensinos fundamental, médio e superior, demonstram que existem limitações ao acesso à educação na área estudada. Os indicadores educacionais, que atestam tal constatação, são apresentados na sequência nas Tabelas 22 e 23.

Tabela 22 – Educação e analfabetismo nos municípios da bacia do rio Preto

Municípios	Percentual de pessoas de 25 anos ou mais analfabetas		Percentual de pessoas de 25 anos ou mais com menos de quatro anos de estudo	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	34,49	27,58	66,85	51,82
Cabeceiras	33,58	22,75	60,81	49,1
Dom Bosco	27,89	19,27	65,03	49,18
Natalândia	34,7	24,08	66,83	53,02
Unai	26,21	16,38	54,57	40,29
Municípios	Percentual de pessoas de 25 anos ou mais com menos de oito anos de estudo		Percentual de pessoas de 15 anos ou mais analfabetas	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	92,43	83,81	27,69	20,87
Cabeceiras	87,95	81,13	26,3	17,88
Dom Bosco	94,09	85,38	24,42	14,78
Natalândia	93,83	85,37	27,82	18,54
Unai	84,99	73,99	20,83	12,77

Fonte: PNUD(2000).

Tabela 23 – Acesso aos níveis de educação nos municípios da bacia do rio Preto

Municípios	Percentual de pessoas que frequentam o fundamental em relação à população de 7 a 14 anos		Percentual de pessoas que frequentam o fundamental em relação à população de 7 a 14 anos	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	99,1		100,0	
Cabeceiras	100,0		100,0	
Dom Bosco	94,66		100,0	
Natalândia	95,27		100,0	
Unai	100,0		100,0	
Municípios	Percentual de pessoas que frequentam o ensino médio em relação à população de 15 a 17 anos		Percentual de pessoas que frequentam curso superior em relação à população de 18 a 22 anos	
	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	13,96	56,41	0,32	8,85
Cabeceiras	28,86	73,74	0,26	7,32
Dom Bosco	13,15	64,58	2,21	2,89
Natalândia	12,61	72,66	3,27	6,45
Unai	26,25	96,54	1,82	13,98

Fonte: PNUD(2000).

O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH apresentado pelos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Preto finaliza a análise dos aspectos socioeconômicos. Os IDH's também se apresentam de maneira muito pouco uniforme entre os municípios em seus vários componentes, educação, longevidade e renda, sobretudo quando comparados com outros cenários, como o estadual e nacional. A Tabela 24 apresenta os dados dos componentes do IDH dentre os municípios na bacia do rio Preto.

Tabela 24 – IDH municípios da bacia do rio Preto

Municípios	IDH Municipal		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal					
			Educação		Longevidade		Renda	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Cabeceira Grande	0,641	0,730	0,677	0,785	0,697	0,771	0,548	0,634
Cabeceiras	0,635	0,695	0,706	0,800	0,644	0,677	0,555	0,608
Dom Bosco	0,647	0,750	0,690	0,832	0,697	0,797	0,554	0,622
Natalândia	0,644	0,722	0,672	0,817	0,697	0,716	0,562	0,633
Unai	0,681	0,812	0,740	0,860	0,666	0,761	0,622	0,675

Fonte: IBGE (2000).

Os estados que compõem a bacia, Goiás e Minas Gerais, apresentam respectivamente 0,770, o 7º do país, e 0,757, o 11º do país. Nos vários componentes, renda, longevidade e educação, apresentam na ordem, 0,718, 0,726 e 0,866, para o estado de Goiás e 0,711, 0,736 e 0,850 para Minas Gerais. O município de Unai, a exemplo da análise do PIB, apresenta grande disparidade neste indicador, pois apresenta índices superiores aos estaduais e até aos padrões nacionais, em todos os componentes do índice, é o 25º município dentre os municípios mineiros, enquanto Natalândia o 454º.

### 3.3 Históricos de ocupação e uso do solo

É a partir do século XVII que a ocupação da região, tradicionalmente de cultura e aproveitamento econômico indígena das terras, começa a dar lugar à mineração e à pecuária, atividades que, de modo complementar, contribuíram para o processo de formação econômico-social e histórica do território brasileiro.

Na porção sudeste da bacia, município de Paracatu, a exploração do ouro e a criação do gado gerou estabelecimentos humanos através da espacialidade de pequenos povoados, com forte presença de mão-de-obra escrava.

A intensificação da pecuária e a decadência aurífera da segunda metade do século XVIII deram uma nova lógica econômica à região. Porém, a baixa integração regional, em parte relacionada à dificuldade de locomoção e ligação com os mercados do sul e sudeste do país, praticamente levou à estagnação do desenvolvimento urbano e econômico da região (WIRTH, 1982). Com uma economia basicamente centrada na agricultura de subsistência e no parcelamento do solo em grandes escalas, eram predominantes as famílias pecuaristas que viviam basicamente do trabalho no campo.

Segundo aponta WIRTH (1982), entre 1920 e 1940 a economia da região continuou a acompanhar a dinâmica da economia do estado, tendo a agricultura de sequeiro<sup>10</sup> e a pecuária como atividades predominantes. Porém, a região não se tecnificou tal qual o ritmo das outras regiões mineiras, permanecendo submetida a práticas agrícolas predominantemente tradicionais.

Sob os ideais desenvolvimentistas dos governos militares, baseados na promoção de grandes projetos de crescimento econômico, sob o formato de pólos de desenvolvimento e centralização do planejamento na esfera estatal, os pesados investimentos incentivaram a agricultura.

Com a construção e a mudança para a nova capital federal na década de 1960, a área do entorno do então Distrito Federal passa a apresentar um elevado potencial de crescimento populacional, incrementando a demanda por alimentos e água. Novas formas de destinação do uso das terras tornaram-se necessárias.

Na década de 1970 os projetos de agricultura irrigada já representavam o principal uso das águas na bacia do rio Preto, apresentando expressivo crescimento, tanto na porção mineira como dentro do próprio Distrito Federal. Este crescimento esteve atrelado à incentivos advindos principalmente de programas governamentais, como o POLOCENTRO – Programa de Desenvolvimento de Cerrados, que visava corrigir os desequilíbrios socioeconômicos regionais e a consequente pressão sobre Brasília.

O programa aplicou, entre 1975 e 1984, muitos recursos na construção de armazéns, apoio à pesquisa, sistemas de transporte e redes de energia. Em virtude de tais investimentos o cerrado mineiro passou a receber um dos maiores rebanhos bovino do Brasil. A expansão da fronteira agrícola substituiu a cultura de cultivo e pastagem de subsistência pelas culturas de exportação (SEBRAE, 1999).

---

<sup>10</sup> Trata-se de uma cultura sem irrigação em regiões onde a precipitação anual é inferior a 500mm. A agricultura de sequeiro depende de técnicas de cultivo específicas que permitem um uso eficaz e eficiente da limitada umidade do solo (QUARANTA, 2004).

O Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste de Minas Gerais – PLANOROESTE I, na década de 1970, e PLANOROESTE II, entre 1980 e 1988, encabeçaram grande parte das ações do Governo Estadual, destinados a fomentar o desenvolvimento. O objetivo era implantar obras de infraestrutura na região que permitissem integrá-la à economia do estado. Para tanto, o governo promoveu a expansão agrícola, criou frentes de trabalho, implantou programas especiais de crédito<sup>11</sup> e incentivos fiscais à agropecuária e à indústria (PLANPAR, 2006).

O processo de colonização privada na área foi conduzido na década de 1980 pela CAMPO – Companhia de Promoção Agrícola a partir de recursos do PRODECER – Programa de Desenvolvimento dos Cerrados. O PRODECER foi implantado no Brasil em 1979 no intuito de ocupar áreas do cerrado na região centro-oeste e incentivar o desenvolvimento da agricultura moderna por intermédio da mecanização.

O modelo de colonização que foi sendo implantado nessa região foi espelhado na experiência agrícola norte-americana, baseada em capacitação gerencial e uso de insumos modernos, um modelo que em quase nada se assemelhava à tradicional produção regional. As terras tinham parcela predominante de colonos oriundos do sul do país, cuja racionalidade produtiva melhor se adaptou a tal modelo (PLANPAR, 2006).

A porção do alto rio Preto teve crescimento das atividades agrícolas com a implantação dos Núcleos Rurais do rio Preto, Jardim, Taquara e do rio Tabatinga, sobretudo a partir do início dos anos 1980, com a implantação do Assentamento Dirigido do Distrito Federal – PAD/DF. Desde então a região se tornou altamente produtiva, responsável por 80% da produção agrícola do Distrito Federal (MALDANER, 2003; CARNEIRO, 2003).

A tendência corrente, desde então, foi a substituição de parte das pequenas propriedades rurais pelas grandes monoculturas irrigadas, via de regra pela compra de pequenas propriedades. Nesses solos foi sendo introduzida uma agricultura de tipo empresarial, intensiva em mecanização e insumos.

A dinamização, modernização das atividades agropecuárias, o crescimento do trabalho assalariado no campo, os movimentos migratórios e a diversificação econômica, contribuíram para o fortalecimento de adensamentos populacionais e o surgimento de centros urbanos na região noroeste do estado como, por exemplo, Paracatu e Unai.

---

<sup>11</sup> O plano teve como fonte de recursos o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID e do Governo do Estado.

As atividades agrícolas de maior destaque regional referem-se à produção de leite, grãos e hortaliças, com destaque para as culturas de milho, soja, feijão, sorgo e trigo, concentradas principalmente nas unidades de relevo suave (CARNEIRO et. al., 2007).

Foco de constante preocupação dos órgãos de gestão dos recursos hídricos e da população do Distrito Federal, o aumento da demanda de água para irrigação exerce forte pressão sobre os mananciais hídricos regionais. A região apresenta baixo índice de disponibilidade hídrica por habitante e por ano. Tal qual afirma LIMA (1999), o Distrito Federal possui atualmente disponibilidade hídrica de aproximadamente 1.400 m<sup>3</sup> hab./ano. Tal disponibilidade é considerada baixa pela classificação das Nações Unidas, colocando a região como área sujeita à ocorrência de conflitos pelo uso das águas.

Estudos realizados pela Secretaria de Agricultura do Distrito Federal, quanto à demanda por água em pivôs de irrigação na bacia do rio Preto, apontam a importância do uso de água em sistemas de produção agrícola irrigada. A referida secretaria é um órgão do Governo do Distrito Federal – GDF que, entretanto, em suas ações integram o município de Unaí-MG, o qual faz parte da RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal<sup>12</sup>.

Segundo MALDANER (2003), a área agrícola da bacia do rio Preto é uma das principais regiões produtoras de grãos e hortaliças para o Distrito Federal e municípios do entorno nos estados de Goiás e Minas Gerais. Nesse cinturão, limítrofe entre o espaço rural e o urbano de Brasília verifica-se uma dinamização do setor de agronegócios, cuja rápida implementação de novas tecnologias possibilitou o surgimento de cooperativas e associações, proporcionando o fortalecimento das atividades agropecuárias. Inclui-se também na área de estudo, na porção do alto rio Preto, as reconhecidas regionalmente como agrovilas, a exemplo os núcleos São José, Jardim, Carirú, Capão Seco e Lamarão.

Nos limites da bacia com o Distrito Federal não se observa ocupações urbanas consolidadas, nem mesmo captações para abastecimento urbano ou lançamentos de esgotos. A bacia do rio Preto é a única bacia do DF que continua mantendo suas características totalmente rurais, mas com início da especulação imobiliária de condomínios.

---

<sup>12</sup> Criada em 1998, a RIDE/DF objetiva a articulação interinstitucional e intergovernamental, com vistas ao aprimoramento, ampliação dos serviços públicos essenciais e a promoção de atividades econômicas na região.

O Núcleo Rural rio Preto(Figura 10) é hoje o maior produtor de culturas anuais de grãos do Distrito Federal, com destaque para a agricultura intensiva tecnificada aplicada na produção regional do milho e feijão. Segundo dados da EMATER/DF, apresentados nas Tabelas 25 e 26, a distribuição das propriedades na bacia demonstra uma estrutura fundiária concentrada, entretanto com número elevado de empreendimentos rurais de natureza familiar.



Figura 10 – Núcleo Rural rio Preto

Fonte: GREENTEC/SEDUMA (2010).

Tabela 25 – Propriedades rurais na bacia do rio Preto por classe de área (ha)

Até 2 ha	2 a 5 ha	5 a 20 ha	20 a 75	75 a 100 ha	100 a 300 ha	300 a 500 ha	>500 ha	Total
3	32	53	61	101	96	6	8	360

Fonte: GREENTEC/SEDUMA (2010).

O Pólo Agroindustrial Rural do rio Preto, criado pelo Decreto n.º 22.452, de 05 de outubro de 2001, se constituiu como importante instrumento no desenvolvimento do Distrito Federal e da RIDE. Criado para a instalação de novas agroindústrias, o pólo propicia o fomento do agronegócio local, o incremento da capacidade produtiva da região e a geração de oportunidades de trabalho, emprego e renda (GDF, 2004).

Tabela 26 – Empreendimentos rurais na bacia do rio Preto

Familiar	Patronal	Total
307	112	419

Fonte: GREENTEC/SEDUMA (2010).

No estado de Minas Gerais o aproveitamento agrícola das águas é intenso. O estado é o segundo maior utilizador de águas para irrigação na região sudeste, perdendo em área apenas para São Paulo. De acordo com as estimativas apontadas por CHRISTOFIDIS (2003), existem 2.801.400 hectares de áreas plantadas em Minas Gerais, sendo 313.956 hectares irrigados, algo em torno de 11,2% do total. As informações do estudo, quanto à demanda de água para irrigação no estado, apontam para grandes perdas nos volumes de água entre a captação nos mananciais (3.429.553 mil/m<sup>3</sup>/ano) e a efetiva aplicação nas atividades agrícolas (2.055.560 mil/ m<sup>3</sup>/ano).

Unai, drenado boa parte pela bacia do rio Preto, tem figurado no cenário nacional como importante município mineiro de agricultura irrigada. Foi o grande destaque da pesquisa Produção Agrícola Municipal de Cereais, Leguminosas e Oleaginosas (PAM – 2004). Sua produtividade lhe conferiu a posição de maior produção nacional de feijão em 2003, com 66,6 mil toneladas, cerca de 2,25% da produção brasileira e 14,34% da produção mineira<sup>14</sup>. Além disso, ocupa a oitava posição entre os maiores produtores de sorgo (57,6 mil toneladas) e a 10<sup>a</sup> em produção de milho, com 292,8 mil toneladas em 46 mil hectares (IBGE, 2004b).

Como alerta o Comitê da Bacia do rio Paracatu, que tem promovido estudos e ações nas áreas do alto rio Preto em Unai, os grandes projetos de irrigação constituem a principal fonte de conflitos associados ao uso de água na bacia, e estes conflitos são essencialmente de natureza quantitativa e não qualitativa<sup>15</sup>.

De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paracatu (CBH-Paracatu), que abrange apenas a área mineira da bacia do rio Preto, a sua organização surgiu a partir da preocupação de membros da CAMPO<sup>16</sup> com os conflitos de uso da água na região, notadamente os que envolviam os irrigantes<sup>17</sup>. De acordo DINO (2002) o comitê

---

<sup>14</sup>Na área de estudo destaca-se a produtividade agrícola, em feijão irrigado, encontrado na propriedade da família Mânica (Fazenda Varjão e Guaribas), onde o aproveitamento do solo e o manejo de técnicas de irrigação garantem elevada produtividade, contribuindo para que município de Unai se destaque no cenário nacional na produção desse gênero agrícola.

<sup>15</sup>A questão quantitativa revela-se por demais preocupante, pois em dois dos mananciais que abastecem os três maiores centros urbanos da região - Unai, Paracatu e João Pinheiro – foi verificada uma queda substancial das vazões de 50 l/s para 8 l/s em um caso, e cerca de metade das vazões usuais em outro caso (DINO, 2002).

<sup>16</sup> Empresa mista, de capital nacional (51%) e de capital japonês (49%), foi criada para coordenar o programa de colonização e realizar a aquisição de terras do cerrado para assentamento de colonos.

<sup>17</sup> Apesar do Plano Diretor do Comitê referenciar a área da bacia como abrangente de cidades satélites do Distrito Federal e municípios do Estado de Goiás, observa-se no material cartográfico e nas próprias informações desse documento que estas áreas não foram contempladas, ou mesmo informações foram integralizadas. Da mesma forma, o Comitê não conta com qualquer representante, em sua atual composição, destas outras porções da bacia.

foi criado pela vontade política estadual, em decorrência da existência de uma lei, que o previa, e pelo governo estadual que estava financiando um Plano Diretor, que precisava de um comitê para aprová-lo.

Desde a sua criação, o CBH-Paracatu esteve predominantemente voltado às questões de sua organização, como eleição da diretoria, discussão e aprovação de seu regimento interno. Ao observar as atas das primeiras reuniões, percebe-se que este tentou discutir o Plano Diretor, no entanto, a criação desse organismo parece ter gerado algumas mudanças de comportamento e uma discussão informal sobre assuntos relativos à gestão de recursos hídricos.

Segundo DINO (2002), a criação da ANA, pela Lei 9.984, em 17 de julho de 2000, e do comitê, de 03 de novembro de 1998, fez com que os empreendedores se arriscassem menos a usar a água de forma irregular na bacia. Alguns produtores rurais chegaram a mudar seus projetos em decorrência disso. Comentou-se, durante a época, que essa preocupação, em parte, não se justificava, já que a bacia não é de responsabilidade da ANA e que só o IGAM pode conceder outorga e fiscalizar, com exceção da própria calha do rio Preto. Verificou-se, dessa forma, carência de informação sobre as competências dos órgãos de gestão de recursos hídricos.

A criação do comitê gerou uma maior discussão da população da bacia em relação à questão dos recursos hídricos. Contudo, o processo gerou uma demanda maior pela exploração de novos pontos de captação de água e também pelo aumento dos registros de uso, embora muitos ainda utilizem a água sem qualquer autorização.

Segundo dados do PLANPAR (2006), o setor agropecuarista regional envolve irrigantes e pecuaristas do ramo leiteiro que são responsáveis pelas maiores demandas de água na bacia, estando organizados em sindicatos, associações e cooperativas. Esse setor possui considerável força política e econômica na região. É no âmbito do governo e dos núcleos partidários que ocorre a relação entre as elites rurais na bacia do rio Preto. Nesse sentido, ainda existe uma forte relação entre proprietários rurais e o poder público, como meio de manter o domínio da elite sobre as terras e a apropriação dos recursos naturais.

Em decorrência dos citados, projetos de fomento ao desenvolvimento regional, verificou-se forte fluxo migratório em direção à área, entre 1970 e 1980. Em relação à geopolítica mineira, a área carece de maior vinculação com o Estado nos dias atuais, voltando-se mais para Brasília enquanto pólo econômico e cultural. Por outro lado,

a região vem definindo cada vez mais seu papel de forte expoente na agropecuária nacional, devido às condições agroclimáticas favoráveis, à qualidade dos solos, os recursos hídricos disponíveis, o nível de mecanização e adoção de modernas tecnologias de produção. Porém, a forte presença de usos agrícolas na bacia do rio Preto implica em elevadas demandas para irrigação. Neste sentido, operacionalizar instrumentos de gestão das águas exige, necessariamente, uma atenção especial à busca de processos de gestão das demandas e da oferta de água, bem como dos cultivos e das técnicas de irrigação.

A escolha da bacia do rio Preto, como unidade espacial de pesquisa, se faz sob a justificativa da carência de estudos que contribuam para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas de economia predominantemente agrícola no país e, particularmente, em Minas Gerais. As bacias agrícolas devem ser foco de alternativas e propostas de gestão que busquem compatibilizar a disponibilidade hídrica às elevadas demandas de água oriundas da irrigação, para tanto, devem considerar as demais dimensões ecológicas, econômicas e sociais inerentes ao desenvolvimento. Considerando-se que a maior parte das demandas hídricas do país e de Minas Gerais decorre da irrigação, a implementação das políticas nacional e estadual de recursos hídricos, incluindo os seus princípios, fundamentos e instrumentos, somente podem ser eficientes se o uso agrícola das águas for contemplado de modo específico. O que se deve ao fato de que o uso agrícola das águas exerce fortes pressões sobre os mananciais e deve ser objeto de suportes metodológicos que contribuam para a tomada de decisão.

A análise sistematizada de informações, sobre a bacia hidrográfica do rio Preto, possibilitará um melhor conhecimento do atual estágio de apropriação e uso das águas pelo setor agrícola. Permitirá conhecer os focos de maior impacto socioambiental e de comprometimento quali-quantitativo das águas, identificar áreas de potencial conflito entre usuários, além de auxiliar na implementação de instrumentos de gestão, para o qual se propôs um Painel de Indicadores Ambientais para Gestão do Uso Agrícola das Águas.

### **3.4 Quadros legal e institucional de gestão das águas**

Os limites territoriais do rio Preto denotam um aspecto complexo na gestão dos recursos hídricos. Como já comentado em capítulo anterior, os processos decisórios, amparados por aparatos legais e institucionais, são iminentes de três vertentes.

O primeiro refere-se à Brasília e sua representatividade enquanto instância federal centro do aparato legal e institucional de gestão das águas do país. Outro corresponde aos processos decisórios que emanam das instituições estaduais, praticamente todos centrados na capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte. Por fim, o associado aos municípios, onde se processam as ações de apropriação, manejo e conflito pelo uso da água. Entretanto, este último é o que apresenta maior limitação em sua atuação, sobretudo pela falta de acompanhamento técnico.

Quanto à gestão da bacia, no contexto da RIDE, é importante atentar que, pelo fato de estar constituída por um conjunto de municípios, dentre os quais Cabeceiras, Cabeceira Grande e Unaí, assim como por diferentes esferas de governança estadual, Goiás e Minas Gerais, a articulação pode se materializar como verdadeiro entrave à implantação de soluções comuns e cooperativas. Tal fato é confirmado quando se observa a composição dos membros do CBH-Paracatu e do CBH-rio Preto.

O CBH-Paracatu foi instituído pelo Decreto nº 40.014, de 3 de novembro de 1998, e a Deliberação Normativa CBH Paracatu nº 01, de 28 de abril de 2006, que aprovou o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu – PLANPAR. O documento passou a nortear ações do comitê ao longo da porção mineira da bacia do rio Preto, porção essa correspondente às Cristas de Unaí – médio e baixo curso (Figura 11).

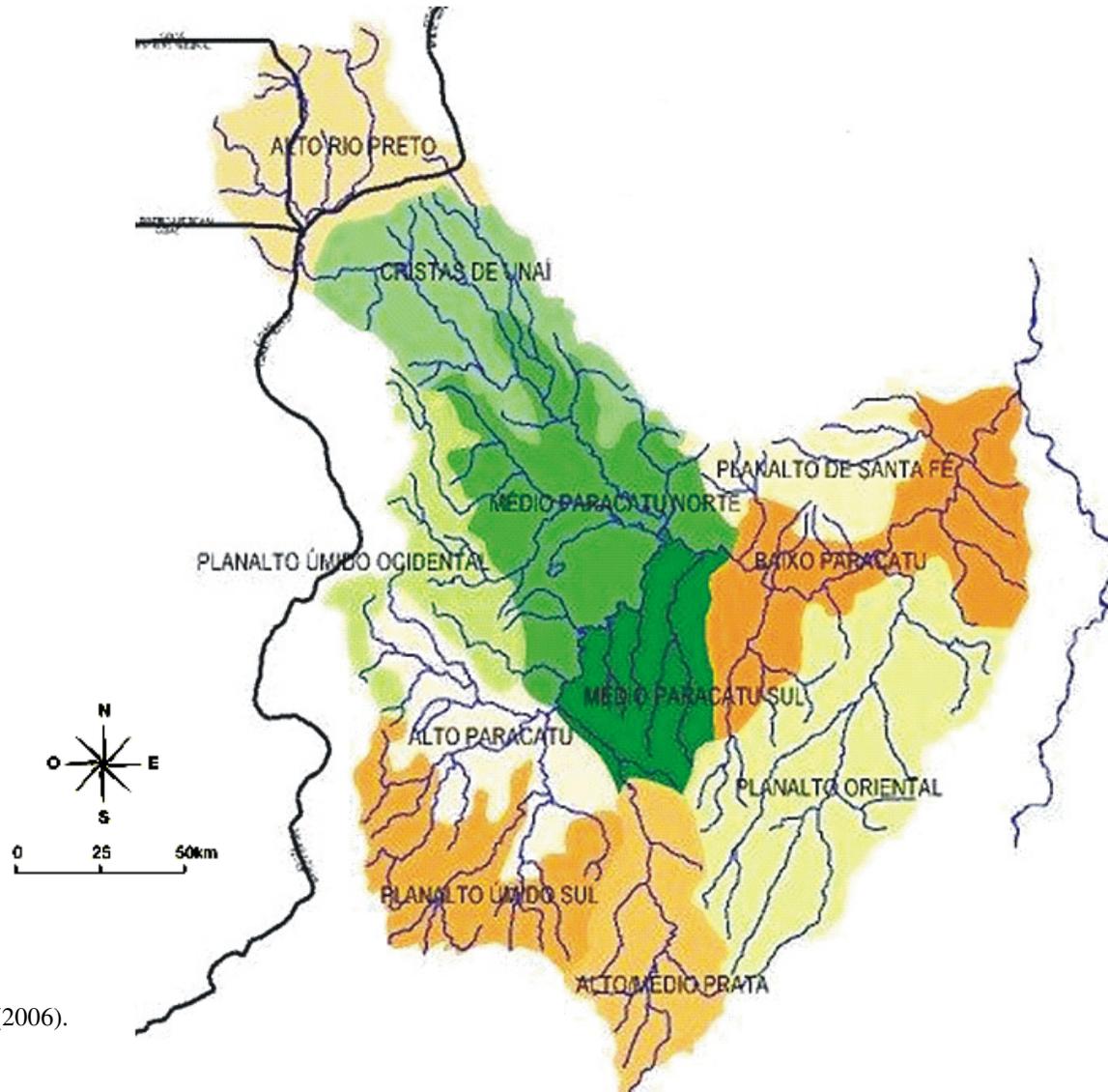
O PLANPAR (2006) buscou “reunir conhecimentos científicos e tecnológicos que possibilitasse a fundamentação de ações gestoras ao longo da bacia, para que as intervenções fossem realizadas, mas dentro de parâmetros sinérgicos entre fatores ambientais e os cuidados com a água”. Para tanto foi feito um diagnóstico das características gerais da bacia no tocante ao meio físico e socioeconômico, quanto à qualidade e conservação ambiental, os programas e projetos implementados ao longo da bacia e suas respercussões sobre os recursos hídricos, além de informação quanto à disponibilidade quali-quantitativa das águas superficiais e subterrâneas.

Muito embora o plano previsse uma aplicação por um período de 10 anos (2006-2015), e atualizações a cada quatro, estruturados nos seguintes itens: diagnósticos da bacia e cenários de desenvolvimento, diretrizes e critérios para instrumentos de gestão, plano de ação à revitalização, recuperação e conservação hidroambiental e cronograma físico-financeiro, até o momento de conclusão deste estudo, não se teve conhecimento de estudos complementares ou mesmo de atualização destas informações.

O CBH-rio Preto é recente, tendo sido criado pelo Decreto nº 31.253 de 18 de janeiro de 2010, vinculado ao Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal – CRH/DF. Este documento define a área de atuação do comitê como sendo a totalidade dos afluentes do alto rio Preto de domínio do Distrito Federal. O comitê não conta com um Plano Diretor de Recursos Hídricos. As ações do CBH-rio Preto são norteadas por documentos e estudos institucionais cujo foco é a porção do alto rio Preto. Dentre os documentos institucionais, destaque maior para o PGIRH – Plano de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos do Distrito Federal e Entorno Imediato.

Dentre esses documentos, destaque para o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – Caderno Distrital de Recursos Hídricos. O documento data de abril de 2005 e foi elaborado pelo consórcio Golder/Fahma de Belo Horizonte – MG para a Secretaria de Infraestruturas e Obras do Distrito Federal – SEINFRA/DF. O plano traz uma caracterização e análise dos recursos hídricos, identificando as principais variáveis e atores que condicionam o uso, controle e proteção das águas no Distrito Federal.

As legislações, citadas na Tabela 27, regulamentam a destinação, o uso, manejo e os processos de gestão das águas ao longo da bacia do rio Preto. Não foram encontrados documentos nesse sentido nos municípios de Cabeceiras – GO, Natalândia – MG e Dom Bosco – MG. A legislação municipal encontrada aborda também os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano - PDDU's, que regulamentam o uso de corpos hídricos nos limites urbanos, além das áreas de margem. Parte da legislação encontrada se refere ao saneamento e monitoramento da qualidade das águas de alguns dos municípios da bacia.



Fonte: PLANPAR (2006).

Figura 11 – Rio Preto: bacia de contribuição do Paracatu

Tabela 27 – Aparato legal de gestão das águas na bacia do rio Preto

APARATO LEGAL – DISTRITO FEDERAL		
Portaria Conjunta de 16/01/1991.	de	Cria comissão de recursos hídricos para irrigação, com objetivo de definir critérios e estabelecer parâmetros para análise dos pedidos de concessão do uso das águas no Distrito Federal.
Decreto Distrital nº 22.356, de 31 de agosto de 2001.		Regulamenta o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Distrito Federal e dá outras providências.
Decreto Distrital nº 22.358, de 31 de agosto de 2001.		Dispõe sobre a outorga de direito de uso de água subterrânea no território do Distrito Federal de que trata o inciso II, do artigo 12, da Lei nº 2.725 de 13 de junho de 2001, e dá outras providências.
Decreto Distrital nº 22.359, de 31 de agosto de 2001.		Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos no território do Distrito Federal, e dá outras providências.
Lei Distrital 2.725 de 13 de junho de 2001.		Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal.
Lei Complementar nº 711, de 13 de setembro de 2005.		Cria a Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - TFS e a Taxa de Fiscalização dos Usos dos Recursos Hídricos - Tfu e dá outras providências.
Instrução Normativa nº 02, de 11 de outubro de 2006.		Estabelece valores de referência para outorga de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e dá outras providências.
Resolução nº 163, de 19 de maio de 2006.		Estabelece os procedimentos gerais para a fiscalização, apuração de infrações e aplicação de penalidades pelo uso irregular dos recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e outros, cuja fiscalização lhe sejam delegadas.
Resolução nº 350, de 23 de junho de 2006.		Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e em corpos de água delegados pela União e Estados.
Resolução nº 420, de 01 de novembro de 2006.		Estabelece os procedimentos gerais para a obtenção e lacração dos poços escavados e poços tubulares, e dá outras providências.
Lei Distrital nº 3.984, de 28 de maio de 2007.		Cria o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal - Brasília Ambiental e dá outras providências.
Lei Complementar nº 798, de 26 de dezembro de 2008.		Altera a Lei Complementar nº 711, de 13 de setembro de 2005, que cria a Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário - TFS e a Taxa de Fiscalização dos Usos dos Recursos Hídricos - Tfu e dá outras providências.
Lei Distrital nº 4.285, de 26 de dezembro de 2008.		Reestrutura a Agência Reguladora de Águas e Sanamento do Distrito Federal - ADASA/DF dispõe sobre recursos hídricos e serviços públicos no Distrito Federal e dá outras providências.
Decreto 31.253 de 18 de janeiro de 2010.		Dispõe sobre a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do rio Preto.
Resolução nº 001, de 1º de fevereiro de 2010.		Estabelece as diretrizes e critérios para requerimento e obtenção de outorga do direito de uso dos recursos hídricos por meio de canais em corpos de água de domínio do Distrito Federal e delegados pela União.
Resolução nº 004, de 12 de maio de 2010.		Instituir o cadastro eletrônico dos usuários de recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e em corpos de água delegados pela União e Estados.
Resolução nº 001, de 28 de fevereiro de 2011.		Define as disponibilidades hídricas dos aquíferos subterrâneos no território do Distrito Federal.
Resolução nº 009, de 08 de abril de 2011.		Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados.

(continua)

Tabela 27 – Aparato legal de gestão das águas na bacia do rio Preto (continuação)

APARATO LEGAL – UNAÍ (MG)	
Lei Complementar nº 44, de 25 de março de 2003.	Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e dá outras providências relacionadas ao uso urbano das águas.
Lei n.º 2.309 DE 8 de julho de 2005.	Reinstitui e reestrutura o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE modifica sua denominação, atribuindo-lhe novas competências.
Lei Orgânica do Município de Unaí - Emenda Nº 28/2006.	Institui a Lei Orgânica do Município de Unaí e dá outras providências de cunho ambiental.
Lei n.º 2.576, de 12 de dezembro de 2008.	Reconhece utilidade pública a Associação dos Produtores Rurais da Bacia do Areia do Município de Unaí – ASBACIA.
Lei n.º 2.607, de 17 de julho de 2009.	Regulamenta a pesca nas águas do rio Preto e seus afluentes, rios e córregos, localizados nos limites do Município de Unaí, e dá outra providência.
APARATO LEGAL – CABECEIRA GRANDE (MG)	
LO 15/1997.	Estabelece a obrigatoriedade de análise da balneabilidade das águas da barragem do córrego Cabeceira Grande, no perímetro urbano do município, e dá outras providências.
LO 40/1998.	Dispõe sobre a criação do Serviço Autônomo de Saneamento de Cabeceira Grande — SANECAB, e dá outras providências.
LO 231/2006	Dispõe sobre a pesca no reservatório da usina de Queimado, nos limites do domínio territorial do município de Cabeceira Grande, e das sanções aplicáveis as condutas lesivas ao meio ambiente.
LO 294/2009.	Institui o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável – CMDRS e dá outras providências.
LO 297/2009.	Regulamenta a pesca nas águas do rio Preto e seus afluentes nos limites do município de Cabeceira Grande.
SILVA, L. M. (Org.).	

Segundo a legislação federal e em conformidade com a Constituição Federal de 1988, a dominialidade de um corpo hídrico pode ser relativa à União ou aos estados e Distrito Federal, ou seja, não compete ao município legislar sobre os recursos hídricos. É notório que a participação dos municípios não foi muito valorizada pela Política Nacional de Recursos Hídricos, algo que pode realçar, ainda mais, conflitos entre a gestão municipal e a de recursos hídricos, sobretudo tomando-se os municípios nos contextos das bacias, como focos de instrumentos gestores.

O fato do município não legislar sobre os recursos hídricos pode sugerir uma desresponsabilização para com este recurso natural. Isso se mostra contraditório, pois cabe ao município legislar sobre o território. Talvez esse seja um ponto de questionamento e incompatibilidade, pois gerir o território não é também gerir seus recursos? A gestão dos recursos pode perder de vista a gestão do território?

O Estatuto da Cidade, Lei 10.257/01, estabelece dentre outras normativas, que o planejamento e a gestão municipal devem englobar tanto a área urbana como a área rural. A gestão municipal da área rural não pode abrir mão de delegar sobre os recursos naturais, muito embora isso ocorra, em específico na gestão das águas.

O desenvolvimento do presente estudo pretende contribuir para a instrumentalização e compatibilização do processo de gestão das águas no espaço rural, também pela esfera municipal. A proximidade dos usuários com as questões locais, que envolvem o uso das águas, reitera a necessidade da gestão municipal ser valorizada e integrada às diversas etapas do processo de gestão dos recursos hídricos, dentre as quais, a aquisição de informações, importante instrumento de gestão das águas.

#### **4. INDICADORES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO DE SUPORTE À GESTÃO DAS ÁGUAS**

Cada vez mais presentes nas pesquisas científicas, os indicadores refletem as rápidas transformações, incertezas e multiplicidades de fatores intervenientes do mundo contemporâneo. Tal conjuntura tem despertado a necessidade das organizações, tanto privadas quanto públicas<sup>18</sup>, de construir cenários futuros a fim de subsidiar decisões a serem tomadas frente às problemáticas, ou mesmo estabelecer metas e estratégias de ações alternativas em diferentes contextos sócio-temporais.

A informação, particularmente nesse contexto, é um insumo fundamental na formulação de políticas e estratégias nos mais diferentes setores da vida econômica e de gestão dos recursos naturais. São os conjuntos de informações que orientam o planejamento, estimativas, potenciais e diagnósticos de um determinado espaço, da mesma forma como também orientam as ações, os níveis de participação e intervenção dos diversos atores.

MERICO (2001) vê na política ambiental, baseada em indicadores ambientais, uma aliada para avaliar o nível de sustentabilidade do processo econômico e social, pois “a construção dos mesmos pode subsidiar a implantação de políticas associadas à melhoria dos padrões avaliados” (op. cit.: 258).

De grande interesse na atualidade, o uso de indicadores tem se materializado em diversos planejamentos setoriais e regionais das mais diferentes áreas, sobretudo nos processos de gestão e implementação de políticas públicas. O atual desenvolvimento técnico e científico alcançado tem dado nova dimensão ao uso dos indicadores, vez que,

---

<sup>18</sup> Trabalhos têm sido realizados nesse sentido pela OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 1994; 1998); Banco Mundial (WORLD BANK, 2005); UNEP - United Nations Environmental Programme (BAKKES et. al., 1994); CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, da Colômbia - em conjunto com UNEP (WINOGRAD, 1995); EEA - European Environment Agency (SMEETS & WETERINGS, 1999), são alguns exemplos.

com a ampliação dos processos de informática e telemetria<sup>19</sup>, tem aumentado a capacidade de conhecimento de fenômenos, processos e situações adversas (MARANHÃO, 2007).

Na gestão ambiental os indicadores podem funcionar como instrumentos de democratização do conhecimento e avaliação das intenções e ações do próprio processo de gestão, permitindo subsidiar os processos decisórios (MAGALHÃES Jr., 2007). Mesmo que de uso recente nos processos de gestão das águas, o aumento do uso de indicadores na gestão dos recursos hídricos pode possibilitar maior viabilidade funcional do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, assim como maior efetividade na implementação de instrumentos gestores, tal qual previsto em legislação.

#### **4.1 Definições, Tipologias e Terminologias**

Um indicador denota um conjunto de dados que, por seu valor informativo específico, favorecem a mensuração e conhecimento da condição de um determinado recurso ou conjunto de recursos ambientais. Seu uso possibilita conhecer os níveis de interferência e mudança quali-quantitativa de um recurso ambiental, além de orientar processos decisórios no que se refere a processos de monitoramento. São, portanto, informações de uma realidade posta, ou seja, um informante do estado e da tendência de um processo, integrado por distintas variáveis e dados, que têm como objetivo, facilitar a tomada de decisões (ABRAHAM, 2003).

O termo “indicador” é utilizado por várias ciências como termo técnico. Segundo ABRAHAM (2003), nas ciências ambientais, indicador significa um parâmetro físico, químico, social, dentre outros, que serve como medida das condições de um fator ambiental, ou um ecossistema. O indicador é visto como um parâmetro que informa ou descreve um fenômeno, a qualidade ambiental ou uma área, significando, porém mais do que aquilo que se associa diretamente ao referido valor.

Nesse sentido, considerações de MAGALHÃES JR. (2007) ressaltam a importância de não se tomar indicadores como meros elementos explicativos ou descritivos, mas sim como ferramentas de auxílio, modelos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, de aumentar a capacidade de

---

<sup>19</sup> Trata-se de tecnologia que permite medição e comunicação de informações operadas e desenvolvidas por um sistema que visa o monitoramento de diversas aplicações. Sistema semelhante, por exemplo, já é utilizado para recolhimento de dados meteorológicos.

comunicação de dados brutos e de adaptar tais informações à linguagem e interesses locais dos decisores (op. cit.: 171).

Portanto, indicadores são mais do que ferramentas estatísticas. São variáveis que podem expressar valores que nem sempre são percebidos de maneira imediata. Um indicador é uma representação particular na concepção e interpretação de um determinado fenômeno.

O principal objetivo dos indicadores é agregar e quantificar informações de modo que seu significado fique mais aparente. São capazes de simplificar informações sobre fenômenos complexos e melhorar, com isso, o processo de comunicação. Os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos. Há autores que defendem os qualitativos como os mais adequados para avaliação de experiências, devido às limitações explícitas ou implícitas que existem em relação aos quantitativos.

Segundo GALLOPÍN (1996), são preferíveis os indicadores quantitativos em pelo menos três casos: quando não forem disponíveis informações qualitativas; quando o atributo de interesse não é quantificável e quando determinações de custos assim o obrigarem.

Os indicadores são tão diversificados quanto os próprios fenômenos, processos e fatos por eles tratados. Segundo MARANHÃO (2007), existem diferentes fontes de indicadores e esses têm três funções básicas: mensuração, simplificação da informação e comunicação. Tais funções contribuem para a percepção dos processos alcançados e o despertar da consciência da população (op. cit.: 36).

Algumas etapas são fundamentais na construção de indicadores: a definição das variáveis e o levantamento e sistematização de informações (informações brutas, sem tratamento, não são consideradas indicadores). Os indicadores necessitam apresentar um certo grau de sistematização de forma que expressem informações relevantes, fazendo com que fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes (BELLEN, 2005).

Como instrumentos essenciais para guiar ações e subsidiar o acompanhamento de políticas, os indicadores podem reportar fenômenos de curto, médio e longo prazos. Viabilizam ainda o acesso à informações relevantes geralmente retidas a pequenos grupos ou instituições, assim como podem apontar a necessidade de novas informações (IBGE, 2004a).

Como qualquer outra ferramenta de gestão, os indicadores apresentam limitações técnicas, pois não apresentam um sistema conceitual único e mensuram aspectos aproximativos da realidade, não a realidade precisamente (BELLEN, 2005). A seleção equivocada de indicadores pode conduzir a uma sistema deficiente que leve à ambiguidade sendo, portanto, passível de manipulação ou interpretações “produzidas” da realidade. Assim sendo, a seleção e interpretação de informações deve estar acompanhada de uma análise minuciosa do fenômeno em questão (KAYANO & CALDAS, 2002).

Garantir a confiabilidade da informação trazida pelos indicadores é um processo delicado, dependente da existência de dados organizados, de gestões políticas transparentes e da prestatividade dos administradores públicos na etapa de coleta dessas informações. A própria hierarquização dos departamentos relacionados aos sistemas de prestação de serviços não é padronizada, ficando a cargo da gestão vigente, o que dificulta o rastreamento dos dados necessários, às vezes, até mesmo dispersos em várias secretarias municipais.

Como a manutenção de um sistema atualizado de indicadores envolve recursos financeiros, geralmente escassos nos cofres públicos, também a periodicidade de divulgação dos indicadores pode ficar comprometida, gerando lacunas que prejudicam uma avaliação satisfatória das tendências favoráveis ou não à sustentabilidade.

Dessa forma, a adoção de indicadores de sustentabilidade permite a organização/sistematização de informações de forma a facilitar a avaliação do grau de sustentabilidade das sociedades, monitorar as tendências de seu desenvolvimento e definir metas de melhoria. Tais indicadores têm sido utilizados, também, como forma de melhorar a base de informações sobre o meio ambiente, detectar problemas, auxiliar a elaboração de políticas públicas, simplificar estudos e relatórios, além de possibilitar a comparabilidade entre diferentes épocas e entre diferentes regiões (MILANEZ, 2002).

Os indicadores devem ser entendidos como informações que podem representar qualquer variável ou componente dos sistemas ambientais. O indicador preferível é aquele que represente maior precisão em descrever uma função particular do ambiente, servindo para assinalar mudanças desejáveis ou indesejáveis, que tenham ocorrido ou que possam ocorrer em um determinado ambiente (WALKER & REUTER, 1996).

Segundo WALKER & REUTER (1996), os indicadores não devem ser entendidos como um conjunto completo de parâmetros ou variáveis que possam ser usados

em um processo de modelagem, mas sim como atributos chaves que dão uma impressão das principais tendências e condições ambientais.

Encontra-se de modo diverso, na literatura existente, a categorização de indicadores. WALKER & REUTER (1996) indicam três tipos de indicadores: *Indicadores de Concordância* – os quais avaliam desvios a partir de condições previamente definidas ou a partir de limites aceitáveis; *Indicadores de Diagnóstico* – os quais identificam a causa dos desvios a partir desses mesmos limites aceitáveis e *Indicadores de Prevenção ou Preventivos* – os quais assinalam tendências declinantes de determinadas condições.

A partir de tal leitura JENKINS & SANDERS (1992) converteram os *indicadores de concordância* e os *indicadores de diagnóstico* em três séries de especificidade ou de detalhamento, baseada na resposta a ser obtida pelo uso no monitoramento:

Série 1: Existe um problema?

Série 2: Que tipo de problema é esse?

Série 3: Qual é a causa específica do problema?

De acordo com os autores, para diferentes tipos de indicadores, se encontram diferentes respostas, questões, escalas de análise e níveis de complexidade. Do ponto de vista metodológico, tal subdivisão orienta a avaliação do processo de gestão dos recursos naturais e, por conseguinte, a elaboração de planos estratégicos de intervenção, manejo, e subsidia possíveis reorientações dos atuais instrumentos gestores em execução.

CARVALHO et. al. (2003) fazem distinção entre os que seriam indicadores absolutos, indicadores relativos, indicadores de processo e indicadores relacionados com a quantidade e custo.

Os indicadores absolutos informam dados básicos sem análise ou interpretação, ou seja, são reflexos globais de processos quantificáveis. Esses indicadores, do ponto de vista dos recursos hídricos, representam o consumo direto das águas sem qualquer relação com outros parâmetros. Os indicadores relativos estabelecem parâmetros comparativos de mensuração com informações de significado e referência. Do ponto de vista ambiental, estes são muito aplicáveis, pois são capazes de demonstrar o comportamento ambiental em suas várias determinantes, enfatizando de uma maneira mais consistente a complexidade dos sistemas ambientais em suas inter-relações.

Os Indicadores de Processo podem referir-se às diferentes etapas de uso e/ou manejo de uma atividade. Pode-se obter informações a partir do todo ou de etapas de um mesmo processo, podendo-se desmembrar os indicadores. Esse tipo de indicador é apropriado como instrumento de planejamento, controle e supervisão, pois detectam os pontos fracos de um processo, podendo desencadear, de maneira rápida e direcionada, ações corretivas.

Os Indicadores Relacionados com a Quantidade e com o Custo indicam a quantidade, isto é, com medidas físicas ou valores específicos necessários ao funcionamento de um sistema. Devido à relevância cada vez maior dos aspectos relacionados com os custos na proteção ambiental, pode-se desenvolver ao mesmo tempo indicadores relativos aos custos ambientais. Neste caso pode-se considerar os custos diretos e indiretos, podendo obter condições favoráveis à adoção de medidas de proteção ambiental.

WALKER & REUTER (1996), a partir de um conjunto de 11 critérios de escolha, identificaram três conjuntos de indicadores para situações e objetivos diferentes. São eles:

✓ *Indicadores de Condição*: são utilizados para avaliar o estado de um sistema ou componente natural, comparado a uma condição desejada. Por sua abrangência em micro escala, para tais indicadores não são esperadas importantes variações nas informações ao longo de um ano, por exemplo. Portanto, recomenda-se uma frequência de amostragem para período entre dois e cinco anos;

✓ *Indicadores de Tendência Biofísica*: são utilizados para monitorar mudanças biofísicas em curto prazo. São propostos indicadores de micro e meso escala, motivo pelo qual é esperada a variação sazonal das informações. A frequência de amostragem deve ser conduzida mais de uma vez no ano;

✓ *Indicadores de Produtividade*: oferecem uma resposta global, ou uma resposta que possibilita chegar a inferências sobre a condição de uma unidade hidrográfica, mas não indicam, geralmente, o local de ação imediata, isto é, as áreas onde o manejo necessita de regulação e/ou reordenamento. Nesse conjunto de indicadores se enquadram informações sobre a qualidade das águas, área total com cobertura vegetal nativa, condição do sistema ripário<sup>20</sup>, balanço hídrico, entre outros.

---

<sup>20</sup> Representa tanto a porção do terreno que inclui a ribanceira do rio como também a planície de inundação com suas condições edáficas próprias e a vegetação que ocorre – mata ripária ou ciliar. (LIMA, 1999).

Os indicadores de produtividade, em se tratando de bacias hidrográficas agrícolas, são de grande importância, pois nesses sistemas podem traduzir a forma e eficiência com que os recursos naturais disponíveis estão sendo empregados, ou seja, se o consumo desses recursos de fato reflete uma produtividade esperada, segundo parâmetros estabelecidos, ou se a adoção de técnicas de melhoramento, otimização do processo produtivo e aproveitamento dos recursos, devem ser repensados em prol da manutenção ambiental do sistema.

A implementação de um programa de monitoramento por meio do uso de indicadores deve-se ter como premissa básica o conhecimento da problemática que envolve a área de estudo, a legislação que incide sobre a mesma e os atores sobre o território, para que então outros passos fundamentais sejam dados. A Figura 12 apresenta estes e outros passos fundamentais na implementação desses programas.

De acordo com DUMANSKI & PIERI (2000), a principal demanda em nível nacional e global, para o aumento e intensificação da produção agrícola, é a busca por Indicadores de Qualidade dos Recursos Naturais (Land Quality Indicators - LQI) que permitam medir e avaliar o progresso rumo a metas de incremento produtivo, com base no manejo sustentável.

O mencionado conjunto de indicadores identificou lacunas do conhecimento sobre os impactos das intervenções humanas no ambiente, resultando na definição de um Plano de Pesquisa de LQI's. As principais lacunas identificadas se relacionavam à compreensão da relação entre qualidade dos recursos naturais, o manejo desses recursos naturais e a pobreza; séries históricas de dados e de informações sobre a resiliência dos sistemas; interação entre o manejo dos recursos naturais urbano-rurais e planejamento de uso da terra; impactos de políticas sobre a decisão dos usuários dos recursos naturais e a qualidade de tais recursos.

Assim, os indicadores apontados pelo Programa de LQI's estão dimensionados em:

- ✓ Balanço de nutrientes e perda de nutrientes;
- ✓ Produtividade;
- ✓ Diversidade e intensidade de uso dos recursos naturais;
- ✓ Cobertura do solo;
- ✓ Qualidade do solo;

- ✓ Degradação do solo;
- ✓ Agrobiodiversidade;
- ✓ Qualidade da água;
- ✓ Qualidade dos recursos florestais;
- ✓ Qualidade das pastagens;
- ✓ Poluição e contaminação do solo.

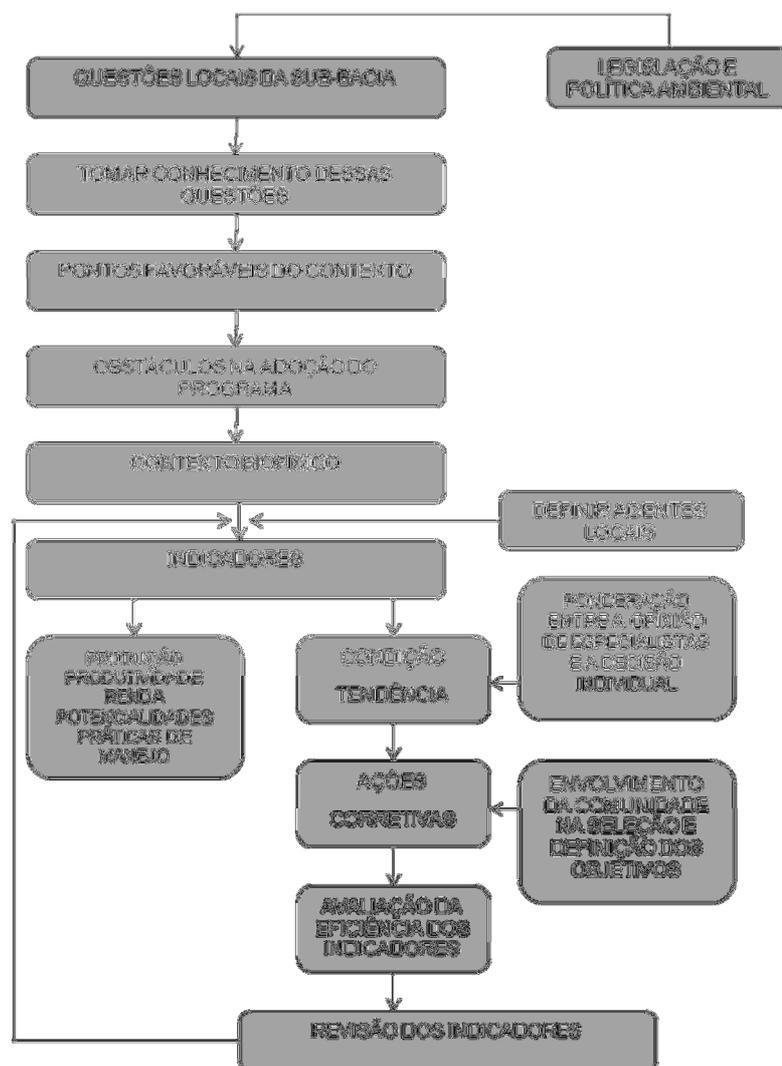


Figura 12 – Passos fundamentais para a implementação de um programa de monitoramento com o uso de indicadores

Fonte: WALKER et. al. (1996).

Tais indicadores podem ser agrupados em diferentes escalas, avaliados e ou monitorados segundo seus atributos ou indicadores-chave. Nesse sentido, LIMA (1999)

descreve alguns atributos e indicadores que orientam o manejo sustentável de microbacias hidrográficas, tendo como orientação o conceito de saúde da microbacia:

a) Processos hidrológicos: regime de vazão, quantidade e qualidade da água;

b) Biogeoquímica: relativa à manutenção do potencial produtivo ao longo do tempo, ou seja, a manutenção da capacidade de suporte do solo;

c) Biodiversidade, levando em conta as condições da mata ciliar, das zonas ripárias e a distribuição das reservas de vegetação natural, as quais estão relacionadas com a resiliência e estabilidade da área.

De acordo com LEONARDO (2003), os critérios e indicadores estão contidos em cinco princípios gerais, relacionados com questões ligadas à política, legislação, ecologia e ao aspecto social e de manejo propriamente dito. São tais princípios:

- (I) Planejamento, legislação, planejamento e infraestrutura institucional;
- (II) Manutenção da integridade do ecossistema;
- (III) Plano de manejo;
- (IV) Aspectos sociais;
- (V) Monitoramento.

Em se tratando de bacias hidrográficas agrícolas, o terceiro princípio, referente à elaboração de planos de manejo, retrata a etapa fundamental no processo de intervenção com vistas à conservação dos recursos hídricos. Para obter êxito no uso de indicadores, com vistas ao manejo sustentável das águas, há de se medir e avaliar, por meio de indicadores de condição ou estado do meio, e monitorar por meio de indicadores de tendência.

Com vistas às intenções da pesquisa, a partir do primeiro critério acima citado, serão abordados os demais princípios, a fim de se construir um painel de indicadores capaz de monitorar e avaliar o uso de instrumentos gestores, legalmente instituídos, em bacias hidrográficas agrícolas.

Conforme salienta ESWARAN et. al. (2000), a determinação da dinâmica de mudança na qualidade dos recursos naturais é fundamental para a orientação de planejamentos, que vai desde a formulação de políticas nas diferentes esferas, nacional, estadual, regional, passando pela bacia, até a tomada de decisão pelos administradores rurais, agricultores, aqueles que efetivamente poderão ou não alterar o seu manejo, dependendo de diversos fatores.

Ainda, segundo os autores, tais mudanças nas condições dos recursos naturais são o resultado cumulativo das mudanças em cada elemento e em cada processo empreendido na bacia ao longo de um dado período. Para se compreender e avaliar tais alterações é preciso se identificar o “marco zero”, a força motriz da alteração das condições e delinear um período de monitoramento, afim de se estabelecer padrões de comparação.

São citados como padrões de comparação: os valores obtidos pelas medições da condição do marco zero; níveis históricos; níveis estabelecidos pela legislação; níveis de qualidade desejado pela sociedade, comunidades rurais, agricultores etc; e níveis potenciais de produtividade, por exemplo.

No manejo de bacias hidrográficas, sobretudo naquelas ocupadas por intensa exploração agrícola, além do planejamento do uso do solo, de modo a se pensar nas condições de infiltração da água no solo, é de crucial importância a proteção dos cursos d'água e suas matas ciliares.

Para a implementação de estudos de gestão ambiental com vistas à identificação e validação de indicadores, é também importante, a premissa de que toda atividade sobre os recursos naturais vai, necessariamente, causar alguma forma de impacto, direto ou indireto, sobre os recursos hídricos(LIMA & ZAKIA, 1996). A operacionalização de tal premissa traduz de modo científico, a avaliação do uso das águas e, de forma correlata com os demais recursos naturais da bacia.

## **4.2 Categorizações de Indicadores**

Para se obter uma melhor compreensão do sistema que se quer analisar é de grande importância a categorização dos indicadores segundo algum modelo. BAKKES et. al. (1994) enfatizam que a classificação representa não apenas uma atividade intelectual, mas algo que permite a sistematização de objetivos propostos e descritos na literatura.

Segundo MACLAREN (1996), a classificação de indicadores pode seguir as seguintes abordagens:

- ✓ Causais, que se orientam pela noção de causa e efeito;
- ✓ Baseada em domínio, que se estruturam a partir das dimensões chave, quer seja, ambiente economia, sociedade, entre outras;
- ✓ Baseada em metas, que partem da identificação das metas, por exemplo, a capacidade de suporte às necessidades humanas básicas, à manutenção de um sistema, participação do governo, dentre outros exemplos;
- ✓ Setoriais, que definem indicadores para cada setor sob a responsabilidade do governo, como gestão, desenvolvimento de políticas públicas, ambiente, desenvolvimento econômico; e
- ✓ As baseadas em assuntos de interesse da comunidade como o manejo do lixo, do uso da água, educação, poluição, etc..

Nesse sentido, são apresentadas a seguir algumas estruturas metodológicas de classificação de indicadores. O modelo P.E.R – Pressão – Estado – Resposta desenvolvido pela OECD (1994) vem sendo aceito e utilizado mundialmente (Figura 13) . Tal modelo de classificação se baseia no princípio de causalidade, ou seja: as atividades humanas exercem Pressão sobre o ambiente promovendo alterações, qualitativas ou quantitativas nos recursos naturais, gerando mudanças no seu Estado, e em Resposta a tais mudanças a sociedade procura promover ações, políticas ambientais, econômicas ou setoriais no intuito de amenizar e/ou combater tal conjuntura.

Se por um lado a adoção desse modelo pode sugerir um processo linear e pouco interativo entre suas partes, deve-se considerar que as relações entre as mesmas existem intrinsecamente e de forma complexa que suas relações se processam. O ponto inicial na concepção do modelo matricial P.E.R foi o surgimento das seguintes perguntas, independentemente da escala territorial adotada:

- ✓ O que está acontecendo ao meio ambiente? (estado);
- ✓ Por que está acontecendo? (pressão);
- ✓ O que pode ser feito e o que está sendo feito ou poderá ser feito? (resposta).

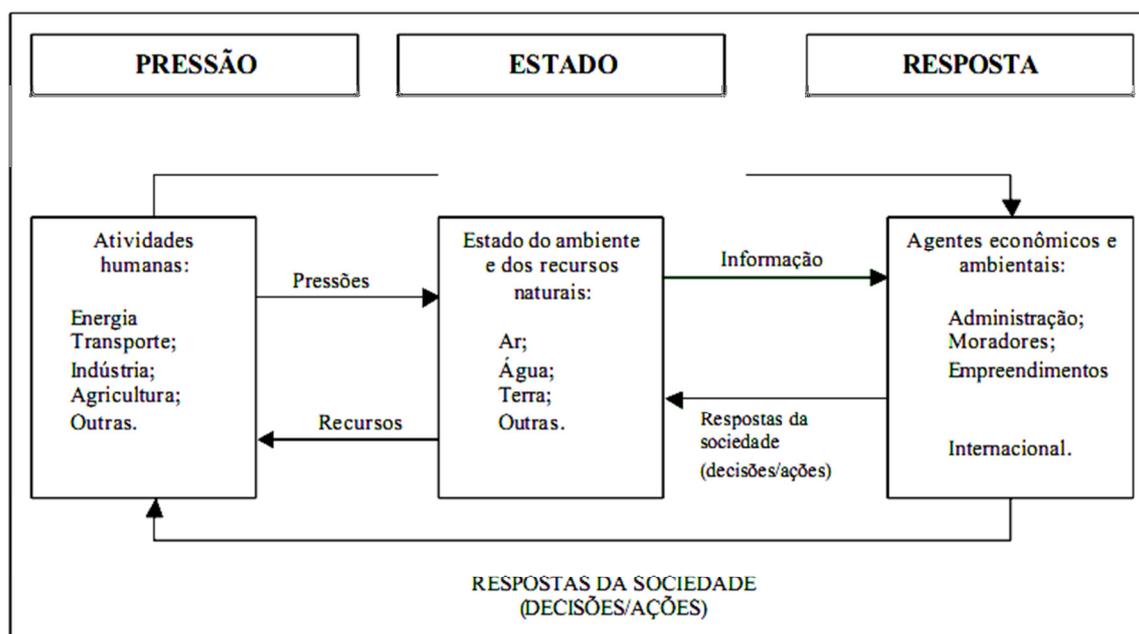


Figura 13 – Modelo – Pressão – Estado – Resposta (P.E.R)

Fonte: OECD (1994).

Através deste modelo, são propostas três categorias de indicadores, sendo estas:

- ✓ Indicadores de pressão ambiental – descrevem os impactos<sup>21</sup> das atividades humanas sobre o ambiente, apresentando as causas dos problemas ambientais;

- ✓ Indicadores de estado, situação ou condições ambientais – referem-se à qualidade do ambiente e a qualidade e quantidade dos recursos naturais;

- ✓ Indicadores de resposta sociais – são as medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais. Estas podem estar relacionadas à mitigação ou prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou prevenção dos efeitos negativos da ação antrópica sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.

Entretanto, GALLOPÍN (1996) alerta que, no uso de tal modelo os usuários, muitas vezes, podem ser tentados a utilizá-lo dentro de uma visão mecanicista, enten-

<sup>21</sup> Vale salientar, que se assume impacto ambiental tal qual MENIN (2000), toda ação ou atividade, natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o ambiente ou apenas em alguns de seus componentes.

dendo a pressão como causa, o estado como efeito, e a resposta como uma retroalimentação reguladora. O autor salienta ainda que o meio ambiente não é um receptor passivo das influências humanas, tanto quanto subsistemas ambientais, pois como o humano, estes apresentam dinâmicas que resultam em efeitos que não são simples funções diretas nos mecanismos de entrada dos sistemas (*inputs*).

Outras cinco propostas de classificação e uso de indicadores são mencionados em BAKKES et. al., (1994): na avaliação das condições ambientais e das tendências em escala nacional, regional ou global; na comparação entre espaços de países ou regiões; na elaboração de prognósticos; no fornecimento de informações preventivas; e na avaliação das condições existentes em relação às metas estabelecidas.

Tais propósitos de uso de indicadores são associados, pelo autor, a três diferentes fases de implementação de uma política: na identificação dos problemas, na formulação de políticas e no monitoramento do desempenho da política adotada.

Mediante a implementação da Agenda 21, as Nações Unidas através do Departamento de Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável – DPCSD, propôs a classificação de indicadores segundo o modelo D.P.S.I.R - Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta (Figura 14), uma adaptação do modelo P.E.R. Tal modelo foi proposto como mais apropriado para integrar indicadores econômicos, sociais e institucionais (MORTENSEN, 2001).

O modelo apresenta os seguintes componentes, segundo MORTENSEN (2001) e SHAH (2000):

✓ Força Motriz – (*Driving Force*), referem-se a atividades humanas, processos e padrões que exercem impactos sobre o desenvolvimento sustentável. (O desenvolvimento econômico, social e demográfico da sociedade e suas correspondentes mudanças nos estilos de vida, nos níveis de consumo, padrões de produção e consumo de recursos naturais);

✓ Pressão – (*Pressure*), descreve as variáveis que causam ou podem causar problemas ambientais. São informações que abordam esse propósito: emissões de poluentes; aplicação de agentes químicos e biológicos, uso do solo e de outros recursos naturais (a produção e o consumo da sociedade são transformados em uma grande variedade de processos naturais que podem resultar em mudanças no padrão de um sistema ambiental);

✓ Estado – (*State*), tal componente fornece informações sobre o nível, a qualidade e/ou quantidade de fenômenos físicos, químicos e biológicos que têm atuado em dada área num período estabelecido (mostram a condição atual do meio ambiente);

✓ Impacto – (*Impact*), as mudanças no estado do meio ambiente podem gerar impactos econômicos e ambientais sobre os ecossistemas, direta ou indiretamente, sobre a saúde e bem estar dos humanos, na produção de uma atividade, dentre outras formas (apresenta informações em geral que a mudança de estado promoveu, descrevendo efeitos finais ou contínuos de tal alteração);

✓ Resposta – (*Response*), medidas políticas, reações da sociedade aos impactos, a fim de prevenir, mitigar, melhorar ou mesmo adaptar-se a tais impactos demonstram esforços da sociedade – decisores, públicos em geral, representantes, atores – na resolução de problemas ambientais.

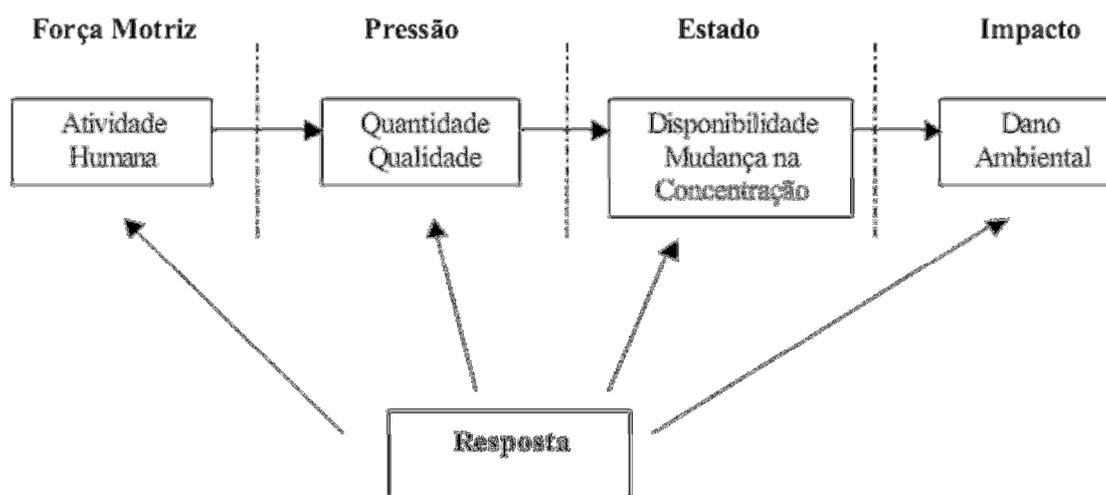


Figura 14 – Fluxograma das relações causais do modelo D.P.S.I.R

Fonte: Adaptado de SHAH (2000).

Os indicadores selecionados, segundo o modelo de classificação D.P.S.I.R, devem explicitar as relações causais e analisar as relações entre as variáveis. Segundo SHAH (2000), em muitos casos as relações entre as variáveis não são lineares e o uso de tal modelo irá organizar a informação de maneira sistemática. De qualquer forma, a visualização de algumas interações e relações existentes, possibilita uma visão de conjunto acerca do desenvolvimento e sua relação com o meio ambiente.

Apesar da essencialidade de modelos que direcionem a seleção e o desenvolvimento de indicadores, deve-se reconhecer que nenhum modelo é uma ferramenta perfeita para se organizar e expressar a complexidade das inter-relações possíveis por um sistema ou subsistemas ambientais ou humanos. A escolha de um modelo deve tomar como referência as necessidades e prioridades dos responsáveis, em última instância, pela utilização desse conjunto de informações.

### **4.3 Construção e Seleção de Indicadores**

Segundo GALLOPÍN (1996), os indicadores mais desejados são aqueles que resumem ou simplificam as informações relevantes, fazendo com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes. Alguns requisitos universais devem ser observados durante o processo de construção e seleção dos indicadores, por exemplo:

- I. Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis;
- II. Deve existir disponibilidade dos dados;
- III. O método para a coleta e o processamento dos dados, bem como para a construção dos indicadores, deve ser limpa, transparente e padronizada;
- IV. Os meios para construir e monitorar os indicadores devem estar disponíveis, incluindo a capacidade financeira, humana e técnica;
- V. Os indicadores devem ser financeiramente viáveis; e
- VI. Deve existir aceitação política dos indicadores no nível adequado, ou seja, indicadores não legitimados pelos tomadores de decisão são incapazes de influenciar as decisões.

A escolha adequada dos indicadores é fator preponderante para sua posterior aplicação. As propriedades que devem caracterizar um indicador, segundo a OCDE (1994) são:

- ✓ Relevância – deve ser representativo, de fácil compreensão e comparável;
- ✓ Consistência – deve ser bem apoiado em termos técnicos e científicos, além de exigir consenso sobre a importância de seu uso;
- ✓ Mensurabilidade – deve ser facilmente mensurável e passível de monitoramento regular a um custo não excessivo.

Quanto à relevância política e utilidade para os usuários, um indicador deve: apresentar um quadro representativo das condições ambientais; ser simples, facilmente interpretável e capaz de mostrar tendências através do tempo; ser sensível às mudanças no ambiente e considerar as atividades humanas; proporcionar uma base para comparações internacionais; ter abrangência nacional ou ser aplicado regionalmente, porém com importância nacional; e apresentar limites ou valores de referência associados, para que o usuário possa saber a significância do seu valor

O item capacidade de análise de um indicador deve: ser teoricamente bem fundamentado em termos técnicos e científicos; ser baseado em padrões internacionais e consensos internacionais sobre sua validade; e permitir seu uso em modelos econômicos, prognósticos e sistemas de informação.

Em se tratando da mensurabilidade, um indicador deve proporcionar disponibilidade de dados: prontamente disponíveis ou disponíveis a uma relação custo/benefício razoável; adequadamente documentados e de boa qualidade; e atualizados em intervalos regulares.

Reverendo as várias considerações que a literatura traz no processo de seleção de indicadores, a Tabela 28 apresenta algumas das considerações essenciais nesse processo e o respectivo referencial teórico.

O trabalho de construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável – CDS, das Nações Unidas, pôs em marcha um programa composto por diversos estudos e intercâmbios de informação, para concretizar as disposições dos capítulos 9 e 40 da Agenda 21, que tratam da relação entre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões.

A CDS, em 1996, publicou o documento intitulado *Indicators of sustainable development framework and methodologies*, conhecido como o “Livro Azul”, o qual apresentou 134 indicadores, posteriormente reduzidos a uma lista de 57, apresentada no ano de 2000.

Tabela 28 – Considerações essenciais no processo de seleção de indicadores

Critério na Seleção de Indicadores:	Referencial Teórico:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferentes pesos frente aos diferentes propósitos;</li> <li>- É importante a apresentação de valores de referência que permitam estabelecer comparações entre valores desejáveis e obtidos;</li> </ul>	(BAKKES et. al., 1994);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os indicadores devem ser relatados e interpretados dentro de seu contexto, considerando as condições ecológicas, geográficas, sociais, econômicas e estruturais nas quais eles se inserem;</li> <li>- Devem ser cientificamente válidos;</li> <li>- Devem ser alimentados por dados prontamente disponíveis ou disponíveis a uma relação custo/benefício razoável, adequadamente documentados e de boa qualidade, atualizados em intervalos regulares;</li> <li>- Depende dos objetivos do trabalho, que são definidos em função das necessidades dos usuários;</li> </ul>	(OECD, 1994/98);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos incertos ou ambíguos podem levar ao uso de variáveis inadequadas, medidas no local errado, no período errado e com pequena precisão e confiabilidade;</li> </ul>	(DALE & BEYELER, 2001);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- As informações devem ser compatíveis com a escala de trabalho e a abrangência da área de Estudo;</li> </ul>	(WINOGRAD, 1995);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- As informações produzidas devem ser de fácil compreensão e interpretação;</li> <li>- Quando for importante a análise da evolução, os indicadores devem ter a capacidade de expressar as mudanças em uma escala de tempo compatível com os problemas;</li> </ul>	(MACLAREN, 1996);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devem ser parte de um processo e não um fim em si;</li> </ul>	(STIRLING, 1999);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devem priorizar o uso da informação e não a sua obtenção;</li> <li>- Devem ser revistos e refinados quando necessário;</li> </ul>	(HEINEMANN et. al., 1999);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma das principais funções de um indicador é a comunicação.</li> </ul>	(SMEETS & WETERINGS, 1999);
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Devem possuir certas qualidades que justifiquem sua escolha: simplicidade, nível de acessibilidade social, objetividade, flexibilidade, relevância, base técnico-científica, condições analíticas, mensuralidade e qualidade dos dados e comparabilidade com outros indicadores.</li> </ul>	(MAGALHÃES JR. 2007)

Silva, L. M. (Org.).

Tendo como fundamento as considerações essenciais na seleção de indicadores, a tabela 29 apresenta os principais critérios que devem nortear a escolha de indicadores.

Tabela 29 – Principais critérios para a seleção de indicadores

Confiabilidade dos dados	Relação com os problemas	Utilidade para o usuário
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Validade científica</li> <li>- Mensurabilidade</li> <li>- Disponibilidade</li> <li>- Qualidade</li> <li>- Custo-eficiência de obtenção</li> <li>- Séries temporais</li> <li>- Acessibilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representatividade</li> <li>- Conveniência de escalas</li> <li>- Cobertura geográfica</li> <li>- Sensibilidade às mudanças</li> <li>- Especificidade</li> <li>- Conectividade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicabilidade</li> <li>- Não redundâncias</li> <li>- Compreensividade e interpretabilidade</li> <li>- Valor de referência</li> <li>- Retrospectivo-preditivo</li> <li>- Comparabilidade</li> <li>- Oportunidade</li> </ul>

Fonte: WINOGRAD (1995).

O projeto do IBGE, que toma como referência o “Livro Azul”, na publicação Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2004, trabalha com 59 indicadores sobre o desenvolvimento sustentável do país e faz recomendações adicionais que o sucederam, adaptando seus conteúdos às particularidades do país. Tal qual a CDS, o IBGE segue o mesmo marco ordenador, que organiza os indicadores em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e Institucional.

O informe da Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL, 2003) cita os seguintes marcos conceituais, ou marcos sistêmicos sobre o tema de indicadores:

✓ A proposta do “Grupo Balaton” (Donella Meadows e outros), baseado no “Triângulo de Daly”, sugere indicadores que mostrem: a) a capacidade com que as metas finais atingem a todos; b) a eficiência em que os meios decisivos se traduzem nas metas finais; e c) a sustentabilidade dos meios decisivos<sup>22</sup>;

✓ O esquema Bossel distingue seis subsistemas de indicadores (de desenvolvimento individual, de infraestrutura, de governo, econômico, social e ambiental), retomando a noção de orientação, os indicadores devem informar as viabilidades fundamentais do sistema e como cada um contribui para a viabilidade de outros subsistemas;

<sup>22</sup>A Rede Internacional de Centros de Recursos de Informação, mais comumente conhecido como "O Grupo Balaton," é uma rede internacional de pesquisadores e profissionais em domínios relacionados com a sustentabilidade. Fundada em 1982 por Dennis Meadows e Donella Meadows, coautores do livro "Os Limites do Crescimento", o Grupo Balaton é uma rede multi-disciplinar de pensadores em desenvolvimento sustentável. (Disponível em <http://www.balatonsgroup.org>).

✓ No modelo Monet da Suíça, que é um modelo de estoques e fluxos, as principais categorias são: a) grau de satisfação das necessidades; b) estado e variação dos recursos; c) uso e modificação das entradas/saídas do sistema; d) critérios de eficiência e desigualdade; e respostas sociais e políticas<sup>23</sup>;

✓ O Sistema Sócio Ecológico Total da CEPAL, que distingue em quatro subsistemas fundamentais, as dimensões econômica, social, ambiental e institucional, composto por indicadores de desempenho e sustentabilidade, também propõe indicadores para fluxos entre subsistemas. De forma conjunta, os indicadores provêm informações sobre evolução do desempenho, da eficiência, da sustentabilidade, dos fluxos físicos e de informação entre subsistemas.

Diante do exposto observa-se, que indicadores devem estabelecer um conjunto de critérios verificáveis, que possam ser usados para avaliar um sistema, ter validade, objetividade, consistência e coerência. Em se tratando de gestão de recursos hídricos a partir de indicadores, não existe um modelo final que possibilite mensurar os impactos da atividade agrícola em uma bacia hidrográfica, tanto quanto, de subsidiar, a partir de tais informações, a aplicação dos instrumentos da Política de Gestão de Recursos Hídricos, tomando particularidades desse sistema. Os modelos conhecidos não consolidam critérios ambientais para gestão de bacias hidrográficas agrícolas.

Entretanto, é corrente o uso de diversos indicadores na gestão dos recursos hídricos, cada qual abordando particularidades ou especificidades da área a que se aplica. O desenvolvimento da presente pesquisa busca propor indicadores voltados aos processos de gestão de recursos hídricos em bacias agrícolas, sendo integrados a um modelo de suporte e análise ambiental.

O Zoneamento Econômico-Ecológico de Minas Gerais apresenta (Figura 15) alguns indicadores e variáveis importantes no acompanhamento do comportamento da vulnerabilidade dos recursos hídricos. Segundo o documento, conhecer a vulnerabilidade natural dos recursos hídricos é conhecer a disponibilidade natural de água e sua potencialidade de contaminação. Em sistemas agrícolas, pode se projetar tanto de modo superficial quanto subterrâneo, a definição de indicadores que definam e quantifiquem, os teores anômalos de substâncias potencialmente contaminantes e comprometedoras da qualidade das águas, são essenciais.

---

<sup>23</sup>Ver Monet measuring sustainable development, disponível em: [http://www.statistik.admin.ch/stat\\_ch/ber21/dev\\_dur\\_e\\_fi les/eufr02.htm](http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber21/dev_dur_e_fi les/eufr02.htm).

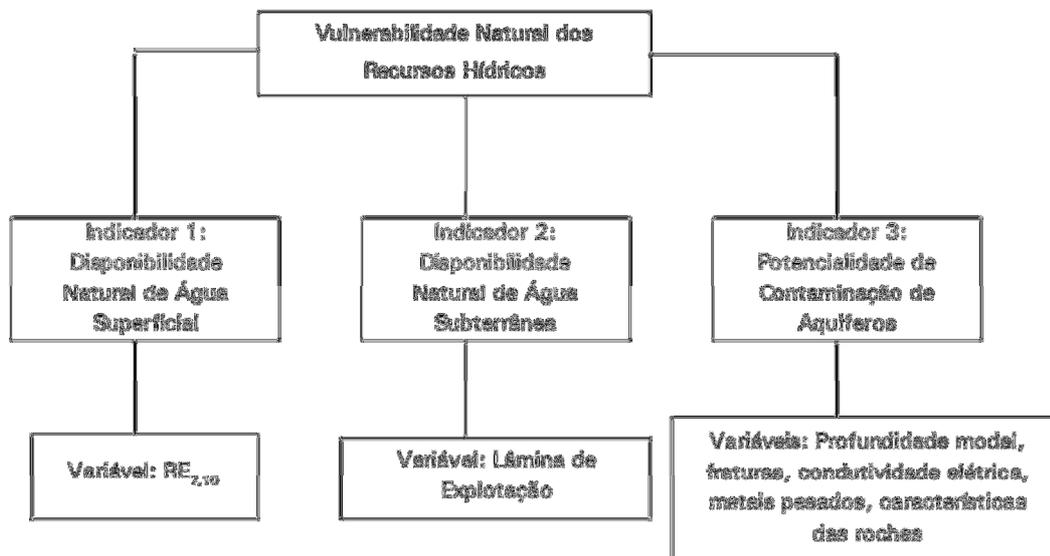


Figura 15 – Diagrama com os indicadores e variáveis que compõem a vulnerabilidade dos recursos hídricos

Fonte: ZEE/MG (2008).

Em se tratando da abordagem de atividades agrícolas a partir do uso de indicadores, há de se considerar e sintetizar um grande número de informações na definição do grupo de indicadores a serem utilizados. Nesse sentido, CAMINO & MULLER (1993) contribuem no emprego das estruturas conceituais de classificação para se identificar e categorizar as questões concernentes aos agroecossistemas<sup>24</sup>. A Figura 16 sistematiza tal proposta.

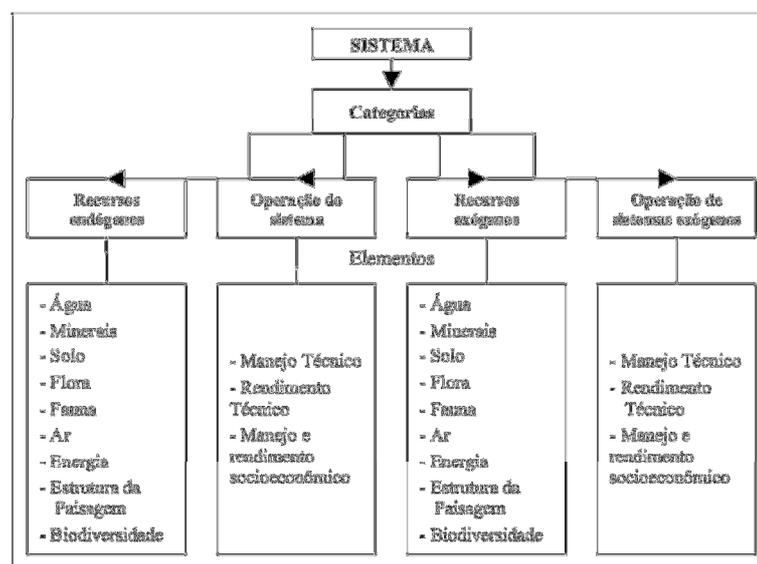


Figura 16 – Estrutura para definição de indicadores para um sistema específico

Fonte: CAMINO & MULLER (1993).

<sup>24</sup> Os agroecossistemas podem ser entendidos como unidades de trabalho de sistemas agrícolas, diferindo fundamentalmente dos ecossistemas naturais por serem, também, regulados pela intervenção humana (GLIESSMAN, 2000).

A análise de uma unidade agroecossistêmica requer a avaliação e sistematização de um grande número de informações físico-ambientais, econômico-sociais e político-institucionais, que deverão ser dimensionadas em um recorte espacial e temporal. Para tanto, serão considerados um grande número de objetivos e critérios que serão sintetizados no processo de construção, seleção e validação dos indicadores propostos para tal avaliação. Desse modo, a sistematização é algo imprescindível para se operacionalizar pesquisas com problemáticas complexas como a do uso das águas em bacias agrícolas e, sobretudo, validar indicadores capazes de subsidiar o processo decisório na gestão destas unidades.

#### **4.4 Análise Multicriterial e o Processo Decisório**

Por envolver uma grande quantidade de informação, tendo que atender a diversos grupos e interesses diversos, o processo decisório, envolvendo a gestão dos recursos hídricos, requer uma estruturação de diversos critérios e objetivos. Nesse sentido, VOOGD (1983) comenta que a análise multicriterial se enquadra como uma possibilidade de investigação de um número de possibilidades à luz de múltiplos critérios e prioridades conflitantes, além de apoiar à tomada de decisão.

Nas três últimas décadas tem havido um aumento na consciência da necessidade de se identificar e considerar, simultaneamente, vários objetivos, ou critérios, na análise de soluções de problemas, sobretudo no estudo de sistemas ambientais (ZUFFO, 1998).

Um modelo de poucos objetivos dificilmente reflete as necessidades de um processo decisório que vise atender diversos interesses. Quase sempre os grupos que participam desse processo não têm as mesmas concepções e objetivos, não havendo assim uma única solução ótima para um só grupo, mas sim aquela que contempla o maior número de grupos.

Nesse sentido, para a elaboração de indicadores, um conjunto de observações, dados e conhecimentos devem ser sistematicamente ordenados e condensados em uma informação chave. Assim, os indicadores devem ser agrupados para formar um sistema que sirva como base para avaliação do estado vigente e desenvolvimento do

sistema analisado. Em comparação com um sistema de relatório ambiental, os indicadores ambientais<sup>25</sup> são caracterizados por um maior nível de agregação (WALZ, 2000).

Em linhas gerais, a produção de informação para o processo de tomada de decisão implica numa síntese e agregação. Segundo WINOGRAD (2000), tal síntese é representada como uma pirâmide (Figura 17), na qual índices são resultantes da síntese máxima de indicadores, que se baseiam em dados primários ou em estatísticas derivadas de sua análise.

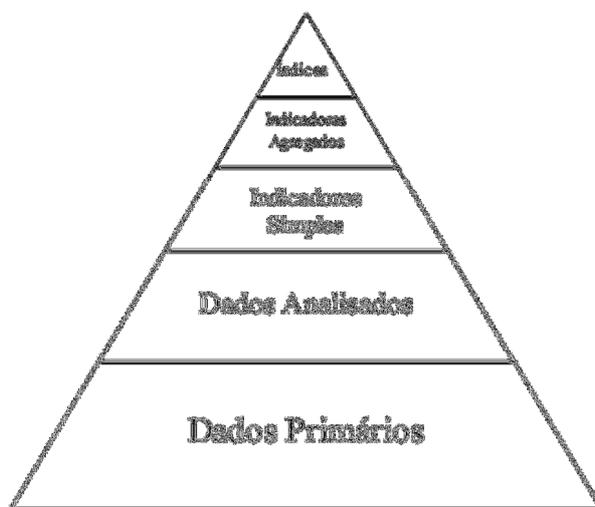


Figura 17 – Pirâmide de informação

Fonte: Adaptado de WINOGRAD (1995).

BAKKES, et. al. (1994), mencionam que um índice pode ser considerado como um conjunto de parâmetros ou indicadores agregados ou ponderados que resultam de uma combinação de várias variáveis expressas de maneira única, resumindo grande quantidade de informação relacionada e atribuindo um peso relativo a cada um de seus componentes.

Os indicadores e índices, segundo WINOGRAD (1995), podem auxiliar a sintetizar um grande volume de informação técnica, definindo temas prioritários e medidas necessárias, identificando problemas e áreas de ação, objetivos a serem fixados, metas de qualidade ambiental a serem alcançados, medição e divulgação de informações sobre tendências, evolução e condições dos recursos naturais.

---

<sup>25</sup> É importante salientar que indicadores ambientais priorizam aspectos ambientais e consideram aspectos sociais e econômicos na medida em que esses se apresentam diretamente relacionados a eles. Seu uso, segundo BAKKES et. al. (1994), requer uma adaptação ou reavaliação, pois pode apresentar lacunas em relação a outros aspectos preponderantes e realçar aspectos de menos importância em relação ao fenômeno estudado.

Entretanto, o uso de índices não é consensual entre os países e organismos internacionais. BAKKES et. al. (1994) descrevem o que seria a clássica dicotomia das visões em torno de índices. Uma visão defende que os dados devem ser disponibilizados na forma mais completa, mesmo que sua complexidade resulte numa limitação de uso devido à linguagem utilizada. E a visão oposta, que prefere dados da forma sintética, apesar das distorções possíveis devido ao processo de simplificação.

Quanto menos definidas forem as metas e objetivos, menos apropriado é o uso de indicadores agregados ou índices. Nesses casos, preferem-se dados e indicadores simples para identificar os problemas e áreas prioritárias. WINOGRAD (1995) estabelece uma relação entre escala, nível de informação e uso. A Tabela 30 apresenta os casos em que o uso de indicadores simples ou índices são mais apropriados.

Tabela 30 – Relação entre escala, nível de informação e uso de indicadores

Escala	Nível de Informação	Uso
Global	Índices e Indicadores Agregados	Acompanhamento de temas prioritários e áreas com problemas. Negociação e definição de políticas e ações.
Regional/ Continental	Índices e Indicadores Agregados e Indicadores Simples	Identificação e acompanhamento de temas prioritários e áreas com problemas. Definição de estratégias e ações.
Nacional	Índices e Indicadores Agregados e Indicadores Simples	Identificação e acompanhamento de áreas com problemas. Definição de estratégias e ações. Análise de causas, efeitos e respostas potenciais
Local	Indicadores Simples Dados Analisados	Identificação de temas prioritários. Análise, acompanhamento e verificação de ações e respostas.

Fonte: Adaptado de WINOGRAD (1995).

Para WINOGRAD et. al. (1995), esse processo deve ser realizado em diferentes níveis da sociedade, levando-se em conta diversos aspectos culturais, sociais, econômicos, institucionais, políticos e ambientais. Modelos tradicionais de tomada de decisões, focados em respostas para problemas percebidos isoladamente, acabam tornando-se parte do problema.

BAKKES et. al. (1994) mencionam a existência de três fases neste processo: a identificação do problema, o desenvolvimento de políticas para atacá-lo/solucioná-lo e

o monitoramento dos resultados. Para MOLDAN (1997) esse processo se estrutura de uma forma mais detalhada, em cinco estágios, conforme apresenta a Figura 18.

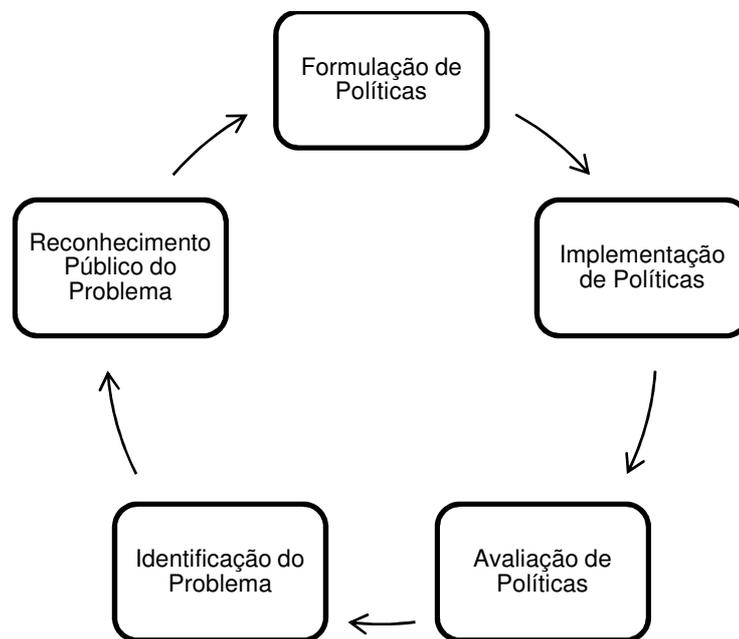


Figura 18 – Cinco estágios do ciclo de tomada de decisões

Fonte: MOLDAN (1997).

Levando em consideração a necessidade constante do processo de tomada de decisões na gestão dos recursos hídricos, em específico em se tratando do uso agrícola das águas, percebe-se que há a necessidade de um processo dinâmico e cíclico. Trata-se de um processo que tome como fundamento um grande conjunto de informações (características físico-naturais, econômicos- sociais, dentre outras) e que venha a atender uma gama variada de objetivos, fundamentos e interesses (previsões do arcabouço legal e as recomendações institucionais). A análise de bacias hidrográficas, a partir do uso de multicritérios, se mostra aplicável nesse sentido, uma vez que possibilita a busca por atender diversos pressupostos, princípios, fundamentos e objetivos.

## **5. CRITÉRIOS DE ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DO PAINEL DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA BACIAS AGRÍCOLAS**

Os passos metodológicos de construção da pesquisa buscaram atingir os objetivos propostos, concebendo uma listagem de indicadores ambientais que pudessem ser submetidos à avaliação de especialistas. Desse modo, a proposta visa permitir a identificação dos critérios e indicadores prioritários para serem concebidos como ins-

trumentos de auxílio à gestão da bacia hidrográfica do rio Preto. A abordagem dos indicadores ambientais serve de referência para outras bacias hidrográficas com economia agrícola, bem como suscita reflexões sobre as vantagens, a efetividade e os desafios no uso de indicadores ambientais específicos na gestão de bacias agrícolas.

Nesse intuito, para o desenvolvimento do presente estudo e a proposição de um Painel de Indicadores Ambientais, propôs-se uma pesquisa distribuída em duas etapas, cujos procedimentos estão explicados na sequência.

### **5.1 Pesquisa documental e marco teórico-conceitual**

Inicialmente, em caráter preliminar e exploratório, foi realizado um levantamento histórico da aplicação de instrumentos legais e do ambiente institucional vigente na área de estudo, a fim de sistematizar informações sobre o uso, manejo e processos gestores das águas na unidade de pesquisa.

Para tanto, foi feito um levantamento dos atores presentes na bacia do rio Preto. Foram identificadas instituições públicas, comitês, organizações civis e demais representações envolvidas no uso, manejo e gestão das águas. Por sua configuração espacial a investigação documental sugeriu a abrangência dos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal, ou seja, as dimensões estadual e federal da bacia do rio Preto.

Foram levantadas publicações científicas periódicas, de circulação nacional, estadual e municipal, além de reportagens, entrevistas, relatórios, legislações e demais materiais informativos confeccionados por instituições oficiais ligadas à gestão das águas, dentre as quais: ANA, SAAE, ADASA, SADF, GDF, EMBRAPA, IGAM, SEMAD, IEF, FEAM, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e os Comitês das Bacias do Paracatu e do rio Preto.

Sob a ótica das atuais discussões acerca dos processos, modelos e experiências de gestão das águas e do emprego de indicadores ambientais nos processos de gestão de recursos naturais, foi estabelecido um marco-teórico, construído por levantamento bibliográfico e discussão teórico-conceitual.

Nesse sentido, definiu-se como norteador dos procedimentos técnicos e teórico-metodológicos, além de sustentador das discussões realizadas pela presente pesquisa, o marco teórico-conceitual, discutido anteriormente e presente nos referenciais:

✓ Gestão de Recursos Hídricos: BARROS (2000), BARTH & POMPEU (1987), BARTH (1987), COIMBRA (2000), FREITAS (2001), KRAUSE & RODRIGUES (1998), LANNA (1997), LANNA (2000), LEAL (2001), THEODORO et. al. (2004).

✓ Indicadores Ambientais: ABRAHAM, 2003, BELLEN (2005), CARVALHO et. al. (2003), DUMANSKI & PIERI (2000), GALLOPÍN (1996), JENKINS & SANDERS (1992), KAYANO & CALDAS (2002), LEONARDO (2003), LIMA & ZAKIA (1996), LIMA (1999), MAGALHÃES JR. (2007), MARANHÃO, (2007), MERICO (2001), MILANEZ (2002) e WALKER & REUTER (1996).

A pesquisa documental identificou uma série de documentos e estudos institucionais que, também, se tornaram referenciais. Estes são: AAMA (2012), ALVES (2003), ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004), AZEVEDO et. al. (1997), BARROS (2011), BORDAS & LANNA (1984), BRAUN (1971), CAMPOS & SILVA (1998), CARNEIRO (2007), CHRISTOFIDIS (1999), COUTO (2011), DINO (2002), ECOPLAN/ADASA/GDF (2011), EMBRAPA (1999), FERRERAS et. al. (2001), EMBRAPA (2005), FGV (2000), FILGUEIRA et. al. (1996), FUNDAÇÃO RURAL (2004), GALANO (1999), GDF (2004), GOLDER/FAHMA (2005), HIDROWEB (2011), IBGE (2004), IBGE (2008), IBGE (2007), IBGE (2010), IGAM (2011), LATUF et. al. (2007), LIMA (2000), MINAS EM REVISTA (2002), MINISTÉRIO DAS CIDADES (2003), MOREIRA (1997), NUNES (1998), OMS (1995), PLANPAR (2006), PORTAL RIO PRETO (2011), SANO (2005), SETTI (2005), SILVA (2006), SNIS (2009), WIRTH (1982), dentre outras. Os referenciais citados serviram de base ao processo de caracterização e aquisição de informações da área de estudo, além de fundamentarem a aplicação do Painel de Indicadores, construído ao final dos procedimentos metodológicos.

## **5.2 Construção do quadro multicritérios**

A partir do marco de referência teórico-conceitual e os anseios identificados nos estudos das instituições, usuários e legislações que envolvem a área de estudo, foi sistematizado um Quadro Multicritérios com as unidades de medida comumente utilizadas para as mensurações. O Quadro Multicriterial, de Análise de Bacias Hidrográficas Agrícolas, visou aglutinar informações tidas como essenciais para a análise integrada destas unidades hidrográficas. Sua construção seguiu o modelo de classificação

D.P.S.I.R (Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta), parte integrante do marco, anteriormente apresentado.

Foram apresentadas no quadro diferentes dimensões de análise e reconhecimento de bacias hidrográficas agrícolas. As atividades que potencializam e/ou promovem alterações nas águas (Força Motriz), os comprometimentos quali-quantitativos (Pressão), a disponibilidade dos recursos naturais encontrados na bacia (Estado), os danos ambientais observáveis (Impacto) e os esforços socialmente construídos na resolução das problemáticas existentes (Respostas). Foram sugeridos, com base no marco teórico conceitual delineado, cinco critérios para cada dimensão de análise integrada, que informam quanto ao uso, manejo do solo e das águas, e procuram fazer associação direta aos instrumentos de gestão das águas. A Tabela 31 apresenta os critérios de análise sugeridos de forma preliminar.

Com intuito de propiciar uma seleção de indicadores que abarcasse o maior número de objetivos e critérios possíveis, o Quadro Multicritérios propôs 26 critérios que foram validados pela contribuição de 39 especialistas ligados aos mais diversos ramos de gestão das águas.

São encontradas de modo diverso na literatura, as aplicações de indicadores destinados aos estudos socioambientais. Em se tratando da seleção dos indicadores que melhor se destinariam às bacias agrícolas, não foi intenção inicial da pesquisa sugerir indicadores já previamente estabelecidos, mas sim que esses fossem uma construção coletiva e validada por um grupo de especialistas. Nesse sentido, propôs-se critérios de análise, que são parâmetros ou atributos individuais, para que fosse possível obter informações preponderantes sobre os sistemas agrícolas e o processo de uso das águas, para que posteriormente fossem agregados, na medida do possível, para descreverem indicadores.

Tabela 31 – Critérios de análise para bacias hidrográficas de economia agrícola

Modelo de Classificação (Dimensões de Análise)	Critérios	Unidade de Medida
FORÇA MOTRIZ (Atividades que Potencializam e/ou Comprometem os Recursos Hídricos)	1. Área agrícola	(Nº/Ha, %)
	2. Produção agrícola	(Nº/Ha, %)
	3. Consumo de fertilizantes e defensivos	(Kg/Ha)
	4. Usos das águas	(%)
	5. Eficiência do manejo técnico das águas	(Nº, %)
PRESSÃO (Atividades que Comprometem a Qualidade e a Quantidade dos Recursos Hídricos):	6. Consumo de água	(Nº, M³/Ha/Ton.)
	7. Produtividade	(Nº, Ton./Ha/M³)
	8. Desmatamento	(%, Nº)
	9. Destinação e armazenamento de recipientes de insumos químicos	(%, Nº)
	10. Saneamento	(%)
ESTADO (Níveis de Qualidade e Quantidade das Águas);	11. Volumes de água para outorga	M³, %
	12. Balanço hídrico	M³, %
	13. Qualidade física do solo	Nº, %
	14. Qualidade da água	Nº, %
	15. Biodiversidade	Nº, %
IMPACTO (Danos Ambientais Resultantes).	16. Erosão acelerada	(Kg/Ha)
	17. Perda da cobertura vegetal	(Nº, %)
	18. Espécies animais comprometidas	(%, Ha)
	19. Mananciais poluídos	(%)
	20. Assoreamento	(%)
RESPOSTA (Esforços Sociais na Resolução de Problemas)	21. Unidades de Conservação	Nº, %
	22. Grau de formação dos usuários da água	(%)
	23. Adoção de medidas agro-ambientais	(%)
	24. Participação de usuários em órgãos colegiados	(%)
	25. Conflitos pelo uso da água	(Nº, %)
	26. Suporte técnico aos usuários das águas	(%)

SILVA, L. M. (org.).

Segundo FRÖES (2009) e BAHIA (2011), ainda na fase preliminar de pesquisa, foi reafirmado pelos funcionários do IGAM, que um dos principais desafios na operacionalização dos recursos hídricos são informações que melhor orientem os processos de outorga, além da adoção da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Além

dos dados obtidos de forma preliminar, as concepções e referenciais teóricos, já discutidos<sup>26</sup>, e que diretamente justificaram a escolha dos critérios do quadro multicriterial, proposto inicialmente, foram:

- ✓ a demanda, em nível nacional e global, para o aumento e intensificação da produção agrícola, que tem perpetuado a busca por Indicadores de Qualidade dos Recursos Naturais, bem como as lacunas identificadas na compreensão da relação entre qualidade dos recursos naturais, manejo desses recursos naturais e a pobreza (DUMANSKI & PIERI, 2000). Diversos critérios partiram do Programa de Indicadores propostos pelos autores, tais como os de produtividade, qualidade do solo, agrobiodiversidade, qualidade das águas, poluição e contaminação do solo, pastagens, entre outros;
- ✓ atributos e indicadores que orientam o manejo sustentável de bacias hidrográficas, presentes em LIMA (1999), como: regime de vazão, quantidade e qualidade das águas, reservas de vegetação natural, resiliência e estabilidade da área;
- ✓ a concepção de LEONARDO (2003), de que os critérios e indicadores estão contidos em princípios gerais relacionados com questões ligadas à política, legislação, ecologia e a aspectos sociais e de manejo;
- ✓ e, por fim, as de ESWARAN et. al. (2000) que concebem que, na determinação da dinâmica de mudança na qualidade dos recursos naturais, é fundamental que haja planejamento, que vai desde a formulação de políticas nas diferentes esferas, nacional, estadual, regional, passando pela bacia, até a tomada de decisão pelos administradores rurais, agricultores, aqueles que efetivamente poderão ou não alterar o seu manejo, dependendo de diversos fatores.

As concepções e referenciais teóricos, partes do marco-teórico, embasaram a formulação dos critérios de análise, os quais somados aos demais procedimentos metodológicos da pesquisa, forneceram os subsídios para a discussão do problema levantado na bacia do rio Preto.

---

<sup>26</sup> Ver Capítulo 4 – Indicadores como instrumento de gestão das águas, item 4.1 Definições, tipologias e terminologias.

### 5.3 Aquisição e Tratamento dos Resultados: o uso da Técnica Delphi

De forma conclusiva, a etapa a seguir constou de visitas a pontos, identificados preliminarmente na etapa anterior, onde também foi elencado especialistas que seriam convidados a participar do processo de avaliação do Painel Delphi. Na sequência são citados os pontos visitados, as entrevistas realizadas e a forma como se deu a avaliação dos critérios de análise e a construção do Painel de Especialistas.

A segunda etapa da pesquisa foi iniciada com as visitas a pontos estratégicos da bacia estudada. Sua realização teve por objetivo visualizar *in locu*, as técnicas de aproveitamento das águas, a destinação de efluentes e possíveis impactos advindos destas práticas, parcialmente já identificadas na pesquisa preliminar. A realização das entrevistas com parte dos gestores visou enriquecer as informações já obtidas até então, além de melhor conhecer os processos gestores na área de estudo. A Tabela 32 lista as entrevistas realizadas e os pontos visitados na bacia.

Tabela 32 – Entrevistas e visitas técnicas no rio Preto

ENTREVISTAS	
Nome	Representação
Túlio Bahia	IGAM – Gerente de Cobrança pelo Uso das Águas
Célia Fröes	IGAM – Gerente de Planejamento de Recursos Hídricos
Solange Monteiro	SAAE – Bióloga responsável pela ETA/ETE em Unaí-MG
Murilo Vilela	UHE/Queimado – Engenheiro Ambiental
Roberto Augusto Duarte	IBGE – Engenheiro Agrônomo
Irmo Casavechia	Sindicato dos Produtores Rurais de Unaí

VISITAS TÉCNICAS	
Pontos	Localização
Estações de Tratamento de Água e de Esgoto	Unaí-MG – Médio rio Preto
Nascentes do rio Preto e lagoa Feia PAD/DF	Formosa-GO – Alto rio Preto
Lixão de Unaí	BR-251 – Médio/Alto Curso Zona rural de Unaí-MG – Médio Curso

SILVA, L. M. (org.).

Na escolha dos entrevistados buscou-se nomes de especialistas que, institucionalmente, estivessem ligados à área de estudo, seja pela aplicação de instrumentos gestores, seja pelo domínio das questões teóricas abordadas pela pesquisa. A entrevista

com o membro do sindicato rural de Unai, maior município dentro da bacia, visou representar os usuários agrícolas organizados em sindicatos.

Para a concepção da proposta de indicadores, como suporte à gestão de bacias, um Painel de Especialistas foi consultado por meio da Técnica Delphi. A técnica permitiu a apresentação e avaliação do Quadro Multicritérios por parte dos especialistas, a fim de fundamentar a análise socioambiental e a construção de um painel de indicadores ambientais para bacias hidrográficas agrícolas.

A técnica emprega o sistema *Ad hoc*<sup>27</sup> de questionamento sequencial, provavelmente, um dos mais antigos sistemas de consulta e análise conjunta de um grupo de participantes. São painéis e reuniões de especialistas, desenvolvidas para serem empregadas quando o tempo é escasso e há carência de dados. Baseia-se na opinião de que é melhor tomar uma decisão à luz das previsões de um grupo de especialistas qualificados do que o fazer levando em conta apenas razões ou motivos parciais (TOMMASI, 1994).

Inicialmente utilizada pela instituição norte-americana *Rand Corporation* nos anos 50, em caráter estratégico, a técnica Delphi se tornou anos mais tarde uma das mais usuais formas de previsões tecnológicas e de planejamento corporativo. Atualmente é definida como uma técnica para estruturar o processo de comunicação em grupo de forma que esse processo seja efetivo e permita que os integrantes, como um todo, lidem com um problema complexo.

O Delphi é uma das poucas técnicas científicas que permite analisar dados qualitativos. Trata-se de uma forma de tratamento de informações que permite descobrir as opiniões de especialistas e agrupá-las em um objetivo comum – denominado de Painel Delphi (GAVEA, 2010). Segundo PIVELLO (1998), as vantagens da técnica são o baixo custo, o anonimato que pode ser mantido entre as pessoas consultadas, a reunião de opiniões divergentes e a possibilidade de realizar análises. A maior crítica é devido à sua subjetividade, conferida pela dependência da qualidade da coordenação, do critério de escolha das pessoas consultadas e de suas características pessoais.

SANTOS (1995) propõe os seguintes cuidados na aplicação da técnica: as questões devem ser objetivas; o consultado deve ser bem informado sobre perguntas e objetivos a serem discutidos; devem-se garantir respostas curtas, se possível na forma

---

<sup>27</sup>Termo de origem latina que, em sua tradução literal significa “para fim específico”. Aplicado à pesquisa, é um sistema de organização em rede que possibilita que um ponto, comum a seus membros, comunique e organize informações.

de árvore dicotômica; as questões devem ser organizadas de forma a facilitar a organização de um banco de respostas; a linguagem deve ser acessível; devem-se criar meios para garantir a devolução dos questionários; deve-se garantir um percentual representativo de cada grupo envolvido (para representar as diversas opiniões ou interesses); deve-se garantir o anonimato dos consultados; e deve-se decidir previamente a proporção de consenso desejado.

O método se distingue, essencialmente, por três características básicas, o anonimato, a interação com “*feedback*” controlado e as respostas estatísticas do grupo. A fim de obter um bom resultado final na pesquisa, adota as seguintes características principais: utilização de um painel de peritos para obter o conhecimento; os participantes não terem confrontação frente a frente; a garantia de anonimato e; o uso de ferramentas de estatísticas simples para identificar padrões de acordo (ROWE & WRIGHT, 1999).

Para o objetivo dessa pesquisa, foi apresentada aos participantes<sup>28</sup> uma série de critérios específicos de gestão das águas em bacias agrícolas fundamentados no marco teórico previamente traçado<sup>29</sup>. Cada especialista foi convidado, individualmente, para ordenar os diferentes níveis de critérios, quanto à sua importância na análise de bacias agrícolas, atinando para futuras contribuições das informações, resultantes do quadro, para a operacionalização, legal e institucional, de instrumentos gestores das águas presentes na Política Nacional de Recursos Hídricos.

A definição dos participantes da Técnica Delphi foi dada pela formação acadêmica e experiência profissional em temas afins à gestão de recursos hídricos. Dentre os 88 nomes inicialmente elencados e convidados a participar da avaliação, 39 efetivamente participaram, representando seis Unidades da Federação (Tabela 33).

---

<sup>28</sup> Inicialmente foram convidados a participar da construção do Painel de Especialista todos os especialistas de instituições federais e estaduais que, supostamente, atuem na área de estudo, ou mesmo tivessem experiência no trato com os processos gestores das águas.

<sup>29</sup> Apêndice A – Modelo do Quadro Multicritérios para Gestão de Bacias Hidrográficas Agrícolas.

Tabela 33 – Distribuição dos participantes da Técnica Delphi

Unidades da Federação	Nº Absoluto	Percentual (%)
RJ	2	5,1
MG	19	48,6
DF	11	28,2
GO	2	5,3
SP	2	5,3
RS	3	7,5
Total	39	100

SILVA, L. M. (org.).

Pela especificidade dos critérios analisados, quase sempre exigindo do especialista uma visão integral da bacia hidrográfica, entendeu-se que seria importante contar com um número considerável de participantes que, de fato, tivessem algum conhecimento ou ligação aos processos de gestão das águas na bacia do rio Preto. Dentre os participantes, 17% não tinham conhecimentos, estudos ou ligações institucionais com a bacia. Estes contaram somente com informações fornecidas ao longo do processo. Os participantes foram importantes na avaliação dos critérios sugeridos, pois trouxeram sugestões e modificações ao quadro de multicriterial inicialmente apresentado, fruto das experiências desses especialistas nos processos de gestão das águas.

Em termos de formação acadêmica e qualificação, o perfil dos participantes, como se preconizava, foi bem diversificado (Tabela 34). Contou-se com a participação de membros de órgãos colegiados, comitês, pesquisadores e gestores institucionalizados, dentre outros. As discussões e sugestões contaram com profissionais de diferentes formações, destacando-se os engenheiros, geógrafos e agrônomos. Em termos de qualificação, cerca de 66% dos participantes possuem nível de mestrado, doutorado ou pós-doutorado.

Tabela 34 – Formação e qualificação dos profissionais participantes

Formação			Qualificação		
Área	Nº	Percentual	Nível	Nº	Percentual
Engenharia	13	33,3	Pós-Doutorado	3	7,8
Geografia	9	23,3	Doutorado	19	48,7
Agronomia	8	20,5	Mestrado	4	10,2
Biologia	3	7,6	Especialização	8	20,5
Outras	6	15,3	Graduação	5	12,8
Total	33	100	Total	39	100

SILVA, L. M. (org.).

Os especialistas participantes representaram diferentes organizações. Os professores universitários representaram 48%, os membros de instituições federais e estaduais 39%, representantes de comitês de bacia hidrográfica 13% do montante total.

O quadro multicriterial foi encaminhado via e-mail e/ou correio aos participantes tidos como atuantes no processo de gestão que envolve a área de estudo. Toda a técnica, conceitos empregados e material utilizado foram anteriormente explicados. Os participantes foram acompanhados permanentemente durante todo o processo de avaliação, a fim de integrar informações e esclarecer dúvidas surgidas ao longo do processo.

O estudo a partir da Técnica Delphi foi encaminhado em etapas. Em cada uma das etapas os especialistas responderam e estabeleceram certa ordem em suas proposições, acrescentando novas proposições, sempre comunicadas ao grupo.

Tão logo foram agregados, os resultados obtidos foram entregues novamente aos especialistas para que reformulassem e/ou reconsiderassem suas proposições. De acordo com o grau de consenso do grupo foram validados os critérios. Em outras palavras, se houver grande discrepância entre a opinião individual e a do grupo, o nível de consenso será baixo e refletirá na aprovação ou não do referido critério.

Ao término da rodada, foi encaminhado o resultado final ao grupo para a validação e possíveis contribuições para a seleção dos critérios de maior relevância. Como resultado, foram identificados os indicadores que, com suas respectivas unidades de mensuração, compuseram o Painel de Especialistas. De forma simplificada, a Figura 19, ilustra como se processou a construção do Painel por intermédio do Delphi.

Foi solicitado aos participantes que avaliassem uma lista de critérios de análise, por meio de quatro opções de julgamento, segundo os graus de importância por eles atribuídos. Nesse intuito, no final do processo os especialistas tiveram que selecionar, dentre os critérios consolidados pelo grupo, os que teriam importância na gestão de bacias, cuja configuração espacial, abrangesse diferentes níveis de governabilidade.

Os critérios de análise foram avaliados segundo sua importância e respectivo peso na composição final do Painel de Especialistas. A Tabela 35 ilustra a equivalência entre importância do critério para o especialista e seu peso no processo de avaliação e composição do painel.

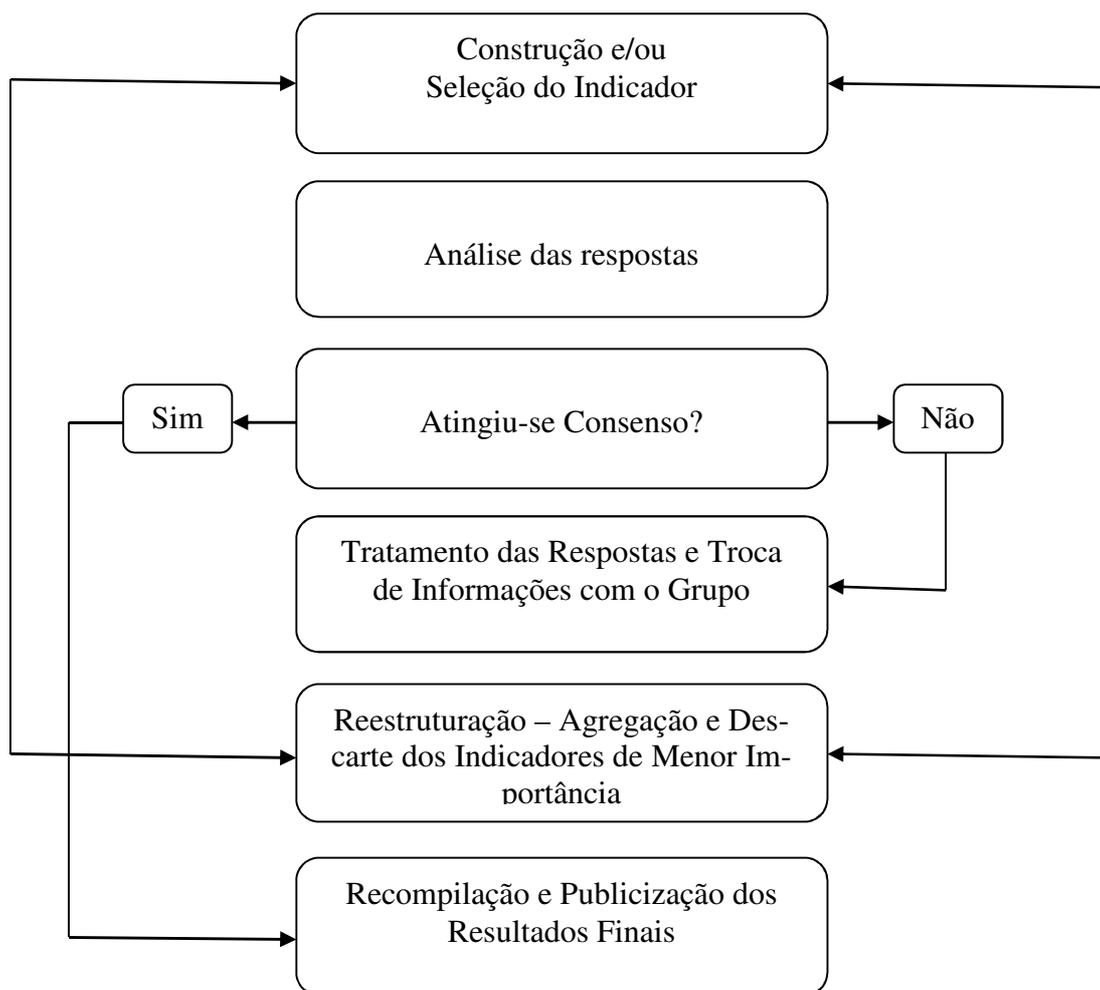


Figura 19 – Validação de Indicadores pela Técnica Delphi

Fonte: Adaptado de GAVEA (2010) e ROWE & WRIGHT (1999).

Tabela 35 – Equivalência entre importância e peso na seleção de critérios análise

Peso	Importância	Peso	Objetividade da Avaliação
0	O critério não é importante e não deve ser considerado.	0	A avaliação é completamente subjetiva, impedindo que o critério seja considerado.
1	O critério é pouco importante.	1	A avaliação é pouco objetiva.
2	O critério é razoavelmente importante.	2	A avaliação é razoavelmente objetiva.
3	O critério é muito importante.	3	A avaliação é bastante objetiva.

SILVA, L. M. (org.).

Tendo em vista a aplicação do critério, a disponibilidade de dados, o monitoramento, a viabilidade financeira e institucional, demais meios logísticos necessários e a realidade a que se aplica, os especialistas deveriam ordenar os critérios como prioritários. Para a seleção dos critérios/indicadores foi estabelecida uma forma de tratamento dos resultados que, basicamente, se fundamentou no cruzamento da importância do critério/indicador, dada pelo especialista, e o nível de objetividade de sua atribuição. A Tabela 36 apresenta a forma de ponderação utilizada no processo de seleção dos indicadores.

Tabela 36 – Pesos no tratamento dos resultados e na seleção de critérios

		Importância do Indicador			
		0	1	2	3
Objetividade da Avaliação	0	0	0	0	0
	1	0	1	2	3
	2	0	2	3	4
	3	0	3	4	5

SILVA, L. M. (org.).

A forma de cruzamento de informações permitiu, seguindo as considerações dos especialistas, selecionar apenas os critérios/indicadores com maior peso, tanto no que se refere à sua importância ou prioridade, como no que se refere ao seu nível de objetividade.

Por meio de tratamento estatístico básico os resultados foram obtidos e discutidos. Os resultados finais foram comparados com os anseios e necessidades dos usuários, gestores através das entrevistas e análise das atas dos comitês atuantes na bacia, CBH-Paracatu e CBH-rio Preto.

Os critérios, de maior importância (peso) e objetividade, embasaram a estruturação do Painel de Indicadores que, sob a perspectiva da análise multicriterial e de agregação de informações, sintetizou critérios e objetivos na gestão das águas. Critérios que obtiveram maior nível de aceitabilidade, com valorização acima de 70%, ou seja, avaliados em importantes e razoavelmente importantes, foram selecionados para compor a descrição do Painel de Indicadores, já os avaliados como de pouca ou nenhuma importância, com aceitabilidade inferior a 70%, foram descartados. O painel de indica-

dores resultante norteou as discussões sobre o caso da bacia do rio Preto, assim como a apresentação final dos resultados propostos pela pesquisa.

Essa etapa complementou as informações adquiridas e, de forma preliminar, serviram de suporte à análise ambiental e à construção do diagnóstico da bacia. Nesse sentido, foram elencados como materiais de pesquisa: dados institucionais e estudos acadêmicos quanto à aplicação dos instrumentos e gestão das águas; registros documentais – as legislações federal, estaduais e municipais (co)relacionadas à gestão e às questões ambientais que envolvem o uso agrícola das águas; estudos técnicos presentes nos domínios espaciais da bacia do rio Preto; material cartográfico – mapa hidrográfico, geológico, geomorfológico e pedológico; entrevistas e relatos de atores, gestores e usuários; dados estatísticos e fotográfico, obtidos pelo Quadro de Multicritérios e pelas visitas técnicas; gráficos resultantes das informações obtidas através da aplicação do Painel de Indicadores para Bacias Hidrográficas Agrícolas.

Os materiais de pesquisa citados totalizaram e deram sustentação teórico-empírica para o desenvolvimento dos processos metodológicos, descritos anteriormente, bem como possibilitaram a discussão da problemática previamente levantada. A experiência dos especialistas no Painel Delphi tornou possível a avaliação dos critérios de análises sugeridos, e fundamentou a construção do Painel de Indicadores ambientais, assim como a proposta de aplicação de indicadores como suporte à gestão das águas.

#### **5.4 Resultados da Avaliação do Quadro Multicritérios**

No intuito de avaliar e ordenar os diversos aspectos e variáveis que envolvem a gestão de bacias hidrográficas agrícolas, a partir de uma perspectiva metodológica do uso de indicadores ambientais, utilizou-se os procedimentos, descritos anteriormente, da Técnica Delphi. O presente capítulo apresenta os resultados desses procedimentos de avaliação e ordenamento dos diferentes níveis de critérios sugeridos aos Especialistas, assim como a construção do Painel de Indicadores resultante.

A sistematização do quadro multicritérios baseou-se no marco teórico e conceitual, mas também nos anseios dos Comitês de Bacia Hidrográfica que atuam na área de pesquisa. Pela análise das atas e do Plano Diretor de Bacia Hidrográfica, foi possível visualizar as questões que atualmente têm norteado as ações dos comitês, bem como os pontos em que era preciso maior sistematização de informações para embasar o processo decisório.

Foi solicitado aos especialistas que avaliassem um conjunto de critérios sugeridos para gestão de bacias hidrográficas agrícolas e suas respectivas unidades de medida. Como descrito no capítulo anterior, por meio da Técnica Delphi, os especialistas avaliaram os critérios sugeridos segundo sua importância no cumprimento dos objetivos a que se propõe. Para tanto, atribuíram Peso (3) para os critérios muito importantes, Peso (2) razoavelmente importante, Peso (1) pouco importante e Peso (0) para o critério não importante.

Dentre os especialistas participantes, 55% avaliaram os critérios sugeridos como muito importantes (Peso 3), 30% como razoavelmente importantes, 11% critérios pouco importantes (Peso 2) e 4% identificaram critérios com pouca ou sem importância (Peso 1 e Peso 0), sendo estes não convertidos em indicadores e, portanto, não incorporados ao Painel final. Os valores obtidos conferiram aceitabilidade ao Quadro Multicriterial por parte dos especialistas. Quanto aos pesos de seleção sugeridos, 85% dos especialistas avaliaram os critérios como muito importantes ou razoavelmente importantes na gestão de bacias hidrográficas agrícolas.

Um total de 12,8% dos critérios apresentados teve sua aplicação reafirmada em sistemas agrícolas, com excelente avaliação por mais de 70% dos especialistas. Os critérios com maior aprovação foram: qualidade das águas; mananciais poluídos; adoção de medidas agroambientais; processos erosivos; consumo de fertilizantes e defensivos agrícolas; e suporte técnico aos usuários das águas. A Tabela 37 apresenta os percentuais alcançados por cada um desses critérios.

Tabela 37 – Critérios com maior aprovação pelos especialistas

Critério	%
Qualidade da água	79,5
Mananciais poluídos	76,9
Adoção de medidas agro-ambientais	76,9
Erosão	74,3
Consumo de fertilizantes e defensivos	71,7
Suporte técnico aos usuários das águas	70,2

SILVA, L. M. (org.).

Os resultados demonstram uma preocupação maior com critérios que informam a perda da água em qualidade em detrimento da quantidade. Entretanto, critérios

importantes quanto às perdas quantitativas em sistemas agrícolas, como produtividade, desmatamento, consumo da água, tiveram boa avaliação, ficando posicionados, respectivamente, em 7º, 8º e 9º colocação<sup>30</sup>.

A retomada do uso dos pesos de seleção de critérios permitiu também ponderar sobre os critérios com menor aceitação, reunindo os avaliados como de pouca ou nenhuma importância no processo sugerido. Um total de 15% dos critérios sugeridos se enquadraram como de baixa aceitação. Percentuais referentes a estes critérios estão listados na Tabela 38.

Tabela 38 – Critérios de análise com menor aprovação pelos especialistas

Critério	%
Espécies animais comprometidas	12,8
Participação de usuários em órgãos colegiados	12,8
Produtividade	10,2
Unidades de conservação	10,2
Grau de formação dos usuários da água	10,2

SILVA, L. M. (org.).

Em se tratando da abrangência espacial da bacia do rio Preto que, como comentado anteriormente, sobrepõe limites de dois estados e o Distrito Federal, a aplicação da Técnica Delphi procurou contemplar os desafios que envolvem a gestão de bacias. Nesse intuito, foi solicitado aos especialistas que, dentre os critérios apresentados pelo quadro, fossem elencados os que pudessem ser aplicados às bacias federais e, também, aqueles que de forma alguma se aplicariam a tal propósito.

Neste sentido, os indicadores que obtiveram maior aceitação foram: adoção de medidas agro-ambientais, mananciais poluídos, participação em órgãos colegiados, medidas de saneamento e unidade de conservação. A Tabela 39 traz o percentual dos valores alcançados por estes critérios e, na sequência, os que tiveram maior reprovação na tabulação dos resultados finais do processo (Tabela 40).

<sup>30</sup> Os percentuais resultantes da avaliação dos demais critérios do quadro se encontram no Apêndice A.

Tabela 39 – Critérios de análise de bacias federais com maior aprovação

Critério	%
Adoção de medidas agro-ambientais	30,7
Mananciais poluídos	30,7
Participação de usuários em órgãos colegiados	30,7
Saneamento	30,7
Unidades de conservação	30,7

SILVA, L. M. (org.).

Tabela 40 – Critérios de análise para bacias federais com menor aprovação

Critério	%
Qualidade física do solo	17,9
Erosão	17,9
Grau de formação dos usuários da água	17,9
Qualidade da água	17,9
Área agrícola	20,5

SILVA, L. M. (org.).

Em relação aos critérios com menor índice de aprovação para gestão de bacias hidrográficas agrícolas federais, critérios relevantes para esse fim obtiveram baixa aprovação, como qualidade da água, que pode diagnosticar anormalidades em padrões físico-químicos a montante dos pontos de coleta acenando para a necessidade de medidas mitigadoras; o contrário para feições erosivas que, a jusante, podem comprometer quali-quantitativamente os cursos d'água.

Vale ressaltar que o fato do critério ter tido baixa aprovação por parte dos especialistas, não implica, necessariamente, na exclusão do critério da análise de bacias federais. No momento da escolha, um indicador pode ter sido avaliado como importante em detrimento de outro, o que não significa que esse seja menos importante, mas que melhor se adéque ao objetivo proposto. A não escolha de certos critérios pode, também, estar relacionada a relações complexas de gestão que envolvem sua aplicação, ou mesmo ao desconhecimento da operacionalização da análise a partir de tal critério.

Percebeu-se certa resistência dos especialistas em apontarem como válidos os critérios indiretos à gestão dos recursos hídricos, ou mesmo estabelecer relações entre o critério e a amplitude de gestão de bacias hidrográficas. Diversos critérios não estão diretamente ligados ao gerenciamento dos recursos hídricos, mas indiretamente tratam a condição ambiental da bacia ou o suporte dado pela água à manutenção do sis-

tema ecológico que é uma unidade hidrográfica. Critérios como ‘espécies comprometidas’ e ‘biodiversidade’ obtiveram baixa importância no quadro geral.

Segundo MAGALHÃES JR. (2007), as tendências internacionais no campo de gestão das águas têm mostrado uma crescente valorização e utilização de bioindicadores, fato motivado por sua qualidade em sinalizar os reflexos cumulativos da poluição da água nas cadeias tróficas (op. cit.: 344).

Dentre os critérios sugeridos aos especialistas, alguns faziam referência aos componentes bióticos, flora e fauna, entendidos como componentes que estabelecem relação direta com elementos abióticos, dentre os quais a água. Critérios biológicos foram sugeridos a fim de se intuir sobre a qualidade e situação de equilíbrio a que o sistema ambiental agrícola está submetido. A adoção destes critérios retoma a importância da água nos sistemas ambientais como elemento detector e “termômetro” de impactos diretos e indiretos de natureza humana.

Ao longo do processo, diversos participantes sugeriram modificações no Quadro Multicriterial. As sugestões coadunaram alterações acerca das unidades de medida, desmembramento e junção de critérios, que aprimoraram e reformularam o quadro final. Os critérios que mais sugestões receberam foram os referentes aos usos e conflitos pelo uso das águas, 34% das sugestões.

Na segunda etapa do Painel Delphi, após alterações nas definições dos critérios e em suas respectivas unidades de medida, os especialistas mantiveram a avaliação prévia, fato esse que não modificou a avaliação e análise final dos resultados obtidos, mas sim validou a construção do Painel de Indicadores.

### **5.5 Painel de indicadores para suporte ao monitoramento e gestão de bacias hidrográficas agrícolas**

Os critérios com maior aceitabilidade, por parte dos especialistas, foram descritos como indicadores, através dos procedimentos metodológicos, descritos anteriormente, permitindo a consolidação do Painel de Especialistas. Os critérios tidos como de maior aceitabilidade foram os que alcançaram maior percentual na valorização (pesos 3 e 2). Os critérios que, após a avaliação dos especialistas, se enquadraram nas classes pouco importante (peso 0) e razoavelmente importante (peso 1) foram desconsiderados. Seguindo o modelo de classificação D.P.S.I.R de relações causais, os seguintes temas foram elencados como norteadores e prioritários na gestão das águas em bacias hidrográficas agrícolas:

- a) A espacialidade das atividades agrícolas e o consumo de recursos naturais para seu funcionamento;
- b) As formas com que são exercidas pressões pelo uso das águas;
- c) Os níveis de comprometimento quali-quantitativo das águas;
- d) Os impactos e danos ambientais gerados pelo uso e manejo das águas no sistema agrícola;
- e) As organizações envolvidas na promoção de ações agroambientais associadas à gestão das águas na bacia.

Durante a aplicação da técnica, algumas alterações foram sendo realizadas no quadro inicialmente encaminhado. As principais sugestões foram no sentido de agregar critérios cuja aplicação era correlata ou alterar a unidade de medida do critério. Segundo WINOGRAD (1995), quando analisa escala, uso da informação e uso de indicadores, por se tratar de uma área de estudo com abrangência regional, os tipos de indicadores que melhor se aplicariam a esse recorte espacial são: os índices, indicadores agregados e indicadores simples<sup>31</sup>. Nesse sentido, as contribuições foram processadas e resultaram na agregação de critérios e sua composição e descrição como indicadores. A agregação de critérios somente se processou com critérios com temas correlatos e cuja avaliação tenha alcançado o percentual de aprovação previamente delimitado nos procedimentos metodológicos, a saber, 70%. A Tabela 41 mostra o resultado da avaliação do Quadro Multicritérios, as agregações e descrições dos critérios em indicadores.

Dentre os indicadores que compõem o painel, alguns representam diretamente o respectivo critério, outros sintetizam critérios integrados, sendo indicadores agregados. Alguns indicadores agregados exigiram a síntese de dois ou mais indicadores. Esse foi o caso do balanço hídrico e dos parâmetros físicos de qualidade do solo, que em sua composição reúnem outros parâmetros.

$$IS = \frac{Q_{95}}{Q_{1p}} ID = \frac{Q_{dem}}{Q_{95}} IE = \frac{P_{tot}}{Q_{1p}}$$

---

<sup>31</sup> Ver Tabela 30.

Tabela 41 – Indicadores relativos aos critérios prioritários

Modelo D.P.S.I.R	Critérios	Indicadores individuais e agregados	Unidades de Medida
FORÇA MOTRIZ	1. <u>Área agrícola</u>	Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas	(%/ha/Ano)
	2. <u>Produção agrícola</u>	<i>(Baixa prioridade de aplicação)</i>	-
	3. <u>Consumo de fertilizantes e defensivos</u>	Consumo total de fertilizantes por atividade agrícola	(Kg/ha/Ano/Safra)
	4. <u>Usos das águas</u>	Percentual de usos das águas por classe de uso	(%)
	5. <u>Eficiência do manejo técnico das águas</u>	Média das perdas d'água por técnica de uso empregada	(%)
PRESSÃO	6. <u>Consumo de água</u>	Estimativa do volume de água consumida por destinação agrícola	(l/m³)
	7. <u>Produtividade</u>	Variação percentual da produtividade média por água empregada em atividades agrícolas	(%)
	8. <u>Desmatamento</u>	Evolução das áreas desmatadas por destinação agrícola	(%/Ano)
	9. <u>Destinação e armazenamento de recipientes de insumos químicos</u>	<i>(Critério agregado ao indicador 10)</i>	(%/Nº)
	10. <u>Saneamento</u>	Emissão de resíduos sólidos e efluentes	(%)
ESTADO	11. <u>Balanco hídrico</u>	Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas	(%)
	12. <u>Volumes de água para outorga</u>	Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água	(%)
	13. <u>Qualidade da água</u>	Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais	(%)
	14. <u>Qualidade física do solo</u>	Parâmetros físicos de qualidade solo	(Nº) *
	15. <u>Biodiversidade</u>	<i>(Baixa prioridade de aplicação)</i>	(Nº)
IMPACTO	16. <u>Erosão acelerada</u>	Feições erosivas com repercussões aos corpos hídricos	(Nº)
	17. <u>Perda da cobertura vegetal</u>	<i>(Critério agregado ao indicador 8)</i>	(Nº, %)
	18. <u>Espécies animais comprometidas</u>	<i>(Baixa prioridade de aplicação)</i>	-
	19. <u>Mananciais poluídos</u>	Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com análises oficiais ou pareceres que constatem grau de poluição	(Nº)
	20. <u>Assoreamento</u>	<i>(Critério agregado ao indicador 16)</i>	(%)

(continua)

Tabela 41 –Indicadores relativos aos critérios prioritários (continuação)

Modelo D.P.S.I.R	Critérios	Indicadores individuais e agregados	Unidades de Medida
RESPOSTA	21. <u>Grau de formação dos usuários da água</u>	<i>(Baixa prioridade de aplicação)</i>	-
	22. <u>Unidades de conservação</u>	Percentual de áreas protegidas	(%/ de área por tipo)
	23. <u>Adoção de medidas agro-ambientais</u>	Programas, pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos	(Nº)
	24. <u>Participação de usuários em órgãos colegiados</u>	Usuários participantes em órgãos colegiados ligados à gestão das águas, ao setor agrícola ou às questões ambientais	(%)
	25. <u>Conflitos pelo uso da água</u>	Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia	(Nº/ÁREA)
	26. <u>Suporte técnico aos usuários das águas</u>	Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas iniciados e concluídos.	(Nº)

\* Unidade de medida sujeita à variação de acordo com os parâmetros e métodos de análise da estrutura, densidade, textura, porosidade e condução hidráulica.

SILVA, L. M. (org.).

O indicador de qualidade física do solo, por exemplo, em sua composição reúne diversos parâmetros como: textura, estrutura, resistência à penetração, profundidade de enraizamento, capacidade de água disponível, percolação ou transmissão da água e sistema de cultivo.

Apesar do abrangente dimensionamento dos indicadores de análise, sugeridos no Painel através da discussão teórico-conceitual realizada, reafirma-se aqui que a metodologia passa por uma proposta de aquisição de informações e subsídio à ponderação, gestão e tomadas de decisão. Não se trata da busca por um retrato fidedigno da realidade, mas sim da busca por caminhos, metodologicamente fundamentados, que possibilitem uma melhor descrição e compreensão de facetas da realidade que se propõe.

## **6. REFLEXÕES SOBRE O QUADRO DE INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DOS INDICADORES PRIORITÁRIOS NA BACIA DO RIO PRETO**

O capítulo que se segue apresenta resultados e discussões quanto às atividades que têm potencializado o comprometimento dos recursos hídricos na bacia do rio Preto, a partir da aplicação do Painel de Indicadores. No intuito de adquirir informações que norteiem o processo de gestão dessa unidade hidrográfica, foi aplicado e avaliado o primeiro conjunto de indicadores do Painel.

### **6.1 Atividades agrícolas e recursos hídricos**

A análise e as relações das atividades agrícolas e do uso e manejo das águas se fez através do uso dos seguintes indicadores: Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas, Consumo total de insumos químicos na atividade agrícola, Percentual de usos das águas por classe de uso e Média das perdas d'água por técnica de uso empregada.

#### **6.1.1 Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas**

No intuito de dimensionar a espacialidade das atividades agrícolas na bacia e com vistas à aplicação do indicador, o levantamento do uso do solo visou compreender os padrões de organização espacial das atividades. O indicador, nesse contexto, é de grande importância, na medida em que determinados usos do solo podem causar danos ao ambiente.

Em bacias agrícolas, mudanças no uso do solo podem ser causadas, dentre outros motivos, pelo avanço da fronteira agrícola, do reflorestamento, aumento de áreas de pastagens, desmatamento ou mesmo dos impactos inerentes dos processos de urbanização. Quando não manejadas e/ou planejadas causam danos aos recursos naturais, sendo que a água é um dos primeiros recursos a sofrer os impactos diretos, bem como se relacionar com outros níveis de impactos ambientais.

As informações de uso do solo na bacia do rio Preto tomaram por referência os estudos de LATUF et. al. (2007), que mapeou e monitorou a bacia através do uso de imagens produzidas por sensores remotos e pelo desenvolvimento de técnicas e programas de análise e manipulação digital de imagens<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> A metodologia descrita por LATUF (2007) para o monitoramento do uso do solo na bacia partiu da seleção de órbitas e pontos que recobriam a área de estudo junto ao INPE – Instituto Nacional de Pesquisas

Segundo os autores, a porcentagem de cobertura da área, em relação ao tamanho da área de drenagem da bacia do rio Preto, no ano de 1985 era de 22,69% para floresta, 0,24% para reservatórios, 14,29% para pastagem, 16,57% para cultivo e 0,27% de áreas urbanas. Desde a década citada, as informações da bacia do rio Preto já apontavam para as atividades de cultivos como a de maior destaque produtivo.

Dados do mesmo indicador, referentes ao ano 2000, registraram acréscimos nos percentuais. 29,84% de florestas, um aumento de 31,54%, 0,41% para reservatórios, elevação de 70,48%, 19,02% nas pastagens, crescimento de 33,06%, 0,38% para urbanização, 42,61% e 38,48% para cultivos, avanço de 132,19%. A Figura 20 apresenta o processo evolutivo do uso do solo na bacia.

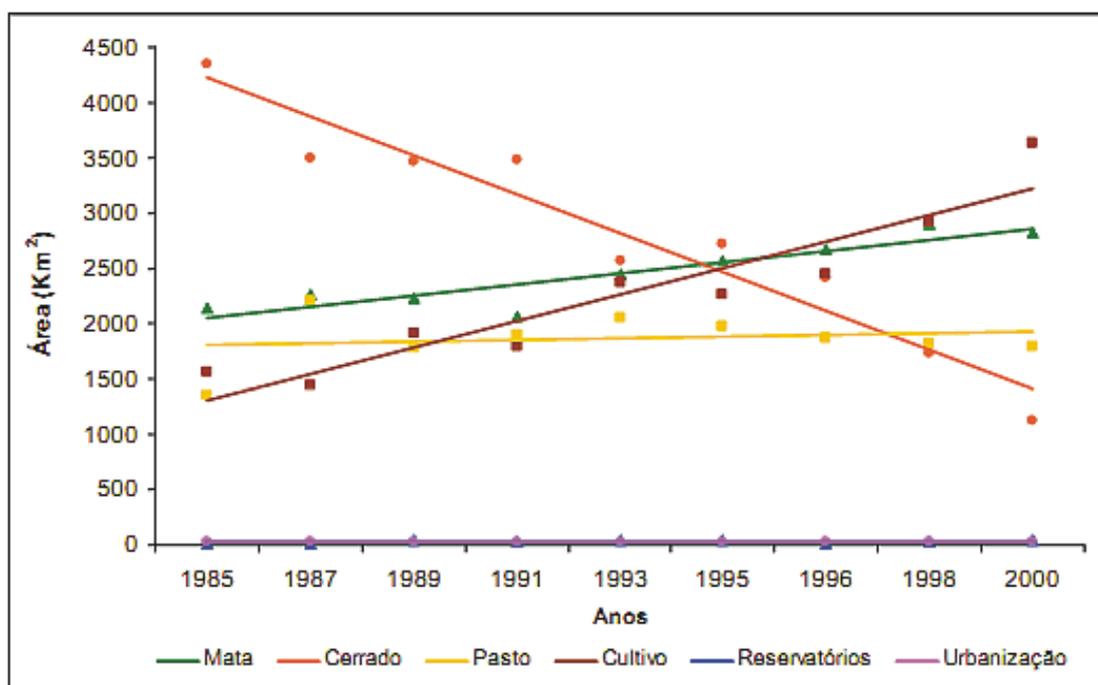


Figura 20 – Mudanças no uso do solo para a área de drenagem da bacia do rio Preto

Fonte: LATUF et. al. (2007).

A evolução das classes de uso dos solos, reservatório e urbanização, obtiveram aumentos significativos no período avaliado, muito embora ocupe menos de 1% da área da bacia, o aumento dos reservatórios representa, em parte, a necessidade de se suprir o déficit hídrico vivido nos períodos de estiagem ao longo de alguns trechos da

---

sas Espaciais – Divisão de Geração de Imagens (DGI). Para o estudo foram utilizadas 27 imagens em três órbitas/ponto (221/71, 220/71 e 220/72) do sensor Landsat 5 TM dos anos 1985 a 2000. Posteriormente as imagens passaram por processamento digital de imagens utilizando o SIG - Sistema de Informação Geográfica Spring 4.2 para elaboração do mapa temático.

bacia. Análise mais sistemática da disponibilidade hídrica da bacia será feita e discutida posteriormente.

A caracterização e a quantificação da demanda por água registrada na bacia hidrográfica do rio Preto está diretamente ligada à principal atividade econômica desenvolvida na região, a agropecuária, bem como ao uso do solo. A Figura 21 traz informações quanto a evolução do uso do solo na bacia, segundo os estudos de LATUF et al. (2007). A Tabela 42 traz informações quanto ao uso agrícola feito ao longo da bacia do rio Preto segundo suas subunidades hidrográficas.

Tabela 42 – Uso agrícola do solo no alto rio Preto

Subunidade Hidrográfica	Área Total (ha)	Área Cultivada (%)	Área com Pastagem (%)	Área com Cobertura Natural (%)
Santa Rita	8.110	71,5	2,0	28,9
Jacaré	20.250	48,7	17,6	33,7
São José	8.540	68,1	14,7	17,2
Extrema	24.360	73,7	19,2	7,1
Buriti Vermelho	5.660	69,6	0,7	29,7
Alto Jardim	23.840	47,2	21,1	31,7
Médio Jardim	15.260	7,8	52,3	35,8
Baixo Jardim	14.630	72,7	7,2	20,1
Capão do Lobo	3.930	46,6	10,7	42,7
São Bernardo	6.720	18,8	37,5	43,7

Fonte: SADF (1995).

Os dados, classificados por subunidades hidrográficas, correspondem apenas à porção do alto rio Preto, não há detalhamento semelhante nos estudos da porção mineira e goiana da bacia. A Figura 22 localiza os pivôs-centrais na porção mineira da bacia, mais precisamente os existentes no município de Unaí, que progressivamente vem se destacando nas atividades de agricultura irrigada.

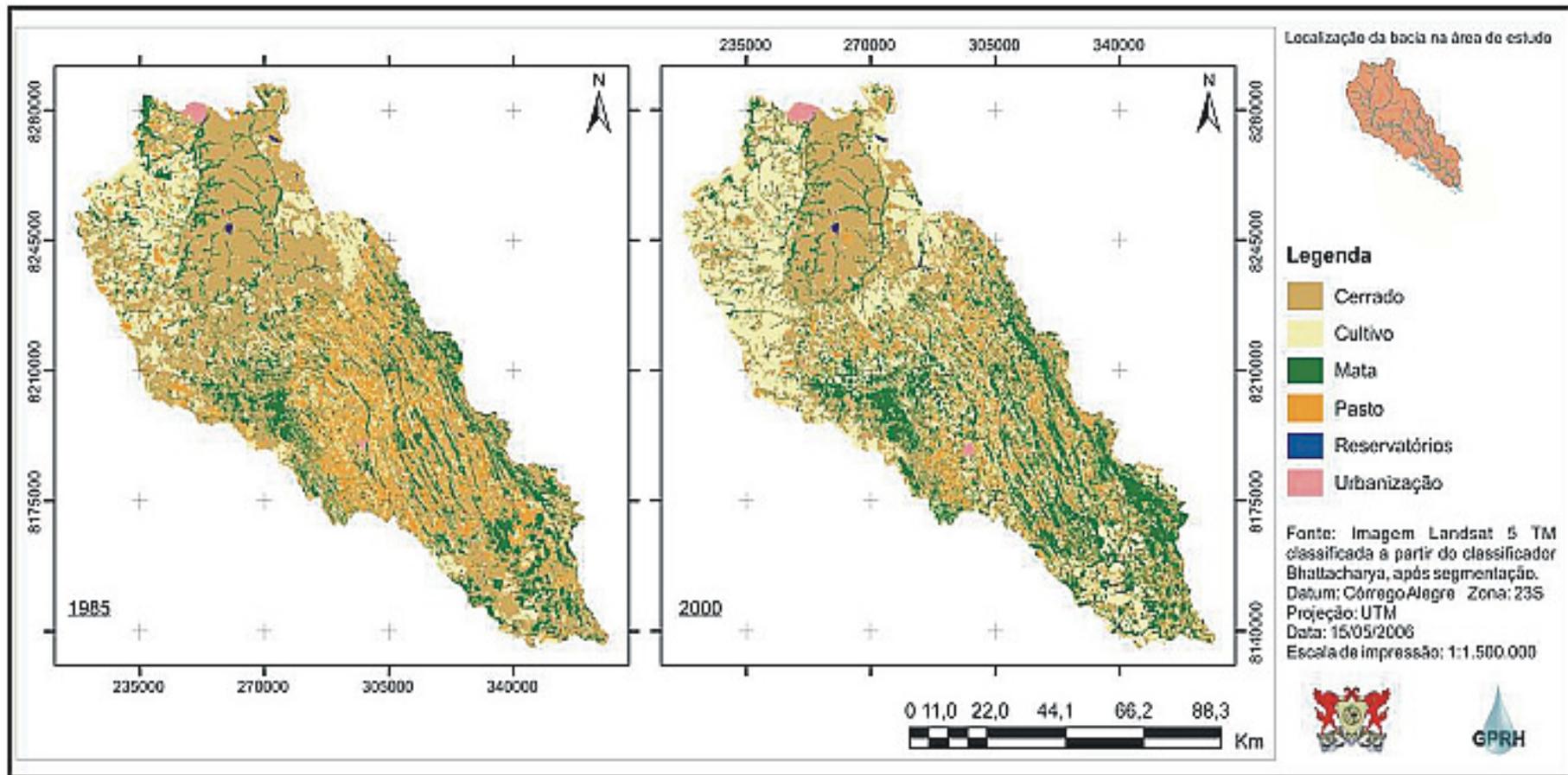


Figura 21 – Evolução do uso do solo na bacia do rio Preto

Fonte: LATUF et. al. (2007).

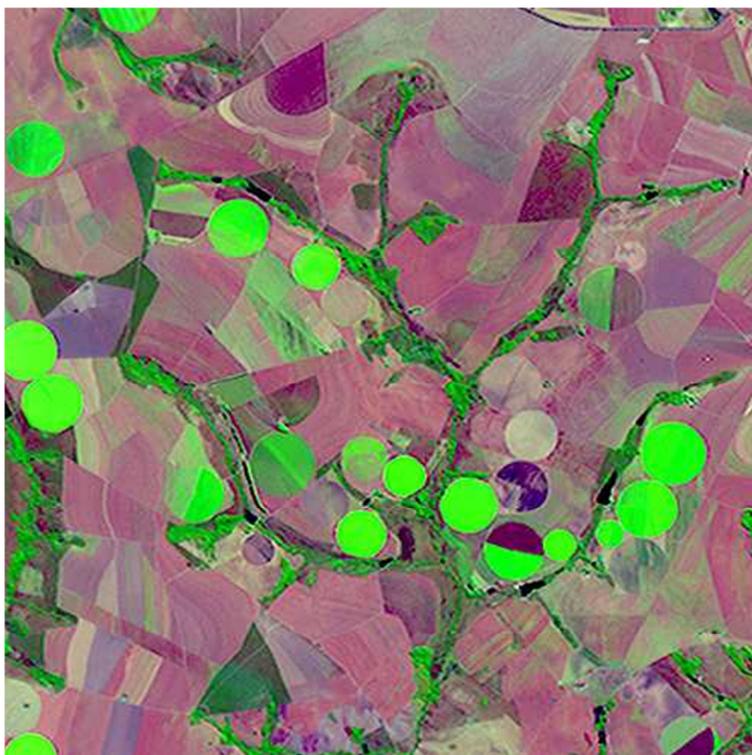


Imagem Landsat: Ponto 220/72,  
Data: 27/06/01, Carta (SE-23-V)  
Lat. 18° 00' S/Lon. 48° 00' W

Figura 22 – Imagem de áreas irrigadas por pivôscentrais em Unaí – MG

Fonte: MIRANDA et. al. (2004).

Dados da GOLDER/FAHMA (2005)<sup>33</sup> relatam que a bacia possui 40% de sua área, principalmente no alto curso, com vocação eminentemente agropecuária e menos de 1% ocupados por núcleos urbanos.

Segundo dados do PORTAL RIO PRETO (2011), o Núcleo Rural, localizado no Distrito Federal, também se destaca por atividades agrícolas associadas à fruticultura, hortaliças e produção de gramas para jardins. Estas representam, respectivamente, 150, 432,5, e 75 hectares de área plantada por ano. As principais criações existentes totalizam 10.300 bovinos de leite e misto, 2800 bovinos de corte, 11.240 na suinocultura industrial, 484.000 de avicultura de postura, 2.000 em ovinocultura e 17ha em piscicultura.

---

<sup>33</sup> Os estudos se basearam em 38 cartas topográficas, em meio analógico, adquiridas junto à Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) que, após digitalização e georreferenciamento, mapearam a área da PGIRH/DF. Imagens de satélite Landsat 7 Sensor ETM+ também foram utilizadas na classificação remota da cobertura vegetal, sobretudo para atualização dos dados. Após a montagem dos mosaicos foi utilizado o *software Erdas Imagine 8.6* para agrupar os *pixels* e classificar. Para a vetorização das imagens foi utilizado o *software ArcMap/ArcInfo 8.3*.

Segundo dados do PLANPAR (2006)<sup>34</sup>, que deixa claro a existência de informações somente sobre a parte mineira da bacia, a área de drenagem do rio Preto possui 10 classes de uso do solo. A Figura 23 apresenta esses dados.

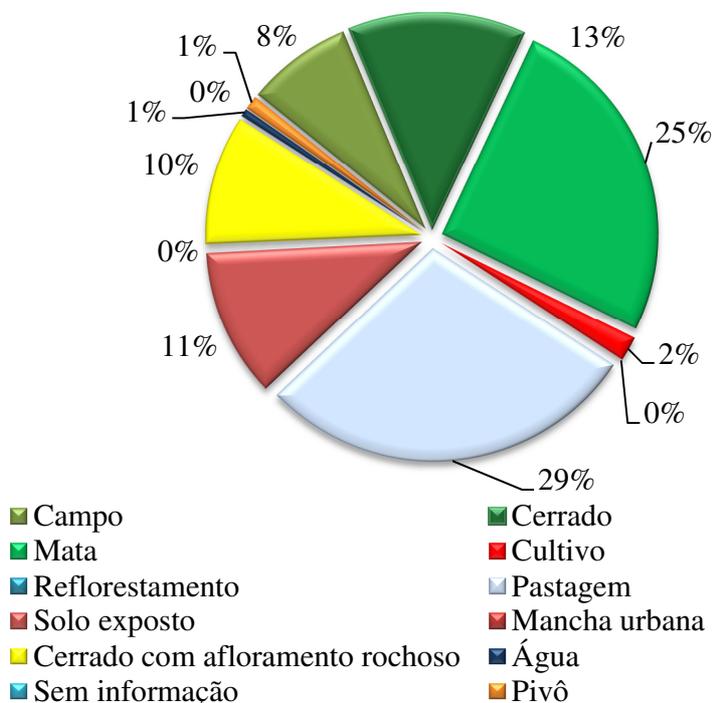


Figura 23 – Classes de uso do solo e cobertura vegetal da bacia do rio Preto em 2006

Fonte: PLANPAR (2006).

O cruzamento das informações do alto rio Preto (DF), médio e baixo curso (MG), deixa notória a intensa utilização de suas terras, principalmente em atividades agrícolas, em extensas áreas, seja de maneira intensiva ou extensiva. As boas condições de relevo associada a dos solos, sobretudo a partir de investimentos governamentais da década de 80, propiciaram o desenvolvimento acelerado dessas atividades. A Tabela 43 traz a síntese do indicador de evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas ao longo dos anos 1985, 2000 e 2006.

<sup>34</sup> A metodologia utilizada pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Paracatu constou: (1) processamento digital de imagens de satélite, (2) tratamento dos dados cartográficos, (3) criação de um banco de dados, (4) sobreposição das informações apoiada pelo Sistema de Informação Geográfica e (5) elaboração do mapa temático (PLANPAR, 2006).

Tabela 43 – Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas na bacia do rio Preto

Área da Bacia / Monitoramento	1985		2000		2006	
	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
Alto Curso (LATUF, 2007)	2726,39	28,82	5477,23	57,90	-	-
Médio e Baixo Curso (PLANPAR, 2006)	-	-	-	-	2.891,21	42,88

SILVA, L. M. (org.).

As extensas áreas de cultivo situadas nos platôs, onde ocorre a recarga dos aquíferos, são responsáveis pela retirada da cobertura vegetal que sede lugar ao plantio e à agregação de insumos agroquímicos. O desenvolvimento dessas atividades necessita de regulação e demanda intervenção dos órgãos competentes na deliberação quanto à outorga de uso da água, em se tratando de atividade potencialmente comprometedora da qualidade das águas subterrâneas.

O recorte temporal utilizado 1985/2000 não traduz o estágio atual da evolução dos usos do solo identificado, sobretudo, o uso agrícola. Uma eficiente aplicação desse indicador permite ponderar sobre as atuais áreas de expansão das atividades agrícolas, bem como a comparação destes dados com o de disponibilidade hídrica e tipologias dos solos permite ponderar sobre áreas em que programas de fiscalização sobre o uso das águas necessitam ser mais efetivos, ou mesmo sobre as concessões de uso das águas.

### 6.1.2 Consumo total de insumos químicos em atividades agrícolas

Com as projeções para o consumo total de insumos químicos, buscou-se estabelecer as relações entre esse consumo, que vêm em franco crescimento na bacia, e o uso potencial de comprometimento das águas superficiais e subterrâneas.

As relações estabelecidas tomaram por base a produção agrícola e os insumos químicos necessários por hectare cultivado. Os dados foram identificados em estudos realizados pelo IBGE (2004b), EMBRAPA (2005b). Somente foram discriminadas informações dos municípios mineiros de Unaí, Natalândia, Cabeceira Grande e Dom Bosco, pois estes se encontram totalmente dentro da área da bacia. Cabeceiras – GO possui diminuta área para representar os dados de produção agrícola do município. Já a área de Formosa não foi incluída, pois compreende área de reserva do Exército Brasileiro, além de não possuir atividades agrícolas.

A agricultura irrigada normalmente se caracteriza pelo uso intensivo de agroquímicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas e adubos inorgânicos) que, mesmo quando utilizados na forma convencionalmente considerada como adequada, invariavelmente causam algum tipo de contaminação do solo e das águas. A contaminação das águas superficiais tende a ser rápida, acontecendo imediatamente após a aplicação da água em alguns tipos de irrigação, em que ocorre escoamento superficial ou infiltração em altas taxas.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente em Unai, tem-se verificado sérios problemas decorrentes da aplicação de herbicidas na irrigação por inundação e na irrigação por sulcos, esta última com situação mais complicada, pois a água aplicada carrega, além de herbicidas, fertilizantes, defensivos e sedimentos. A contaminação ocorre também, via água de drenagem e em sistemas que empregam fertirrigação e quimigação, ainda que aplicando a água de maneira localizada.

A contaminação da água subterrânea é bem mais lenta. O tempo necessário para a percolação até o nível freático aumenta com o decréscimo da permeabilidade do solo e com a profundidade do nível freático. Para atingir um nível freático situado a cerca de 30m de profundidade, dependendo da permeabilidade do solo, podem ser necessários de 3 a 50 anos. No que parece um fato positivo, reside um sério problema. Somente após muito tempo é que se saberá que a água subterrânea vem sendo poluída por substâncias tóxicas, como nitratos, pesticidas e metais pesados(EMBRAPA, 2005b).

Na moderna agricultura, várias culturas necessitam do uso de insumos agroquímicos (inseticidas, herbicidas, fungicidas, entre outros), busque elevação de produtividade e maximização dos ganhos. As terras que possuem maior densidade de atividades agrícolas, com o emprego de defensivos agrícolas, em extensão e volume, correspondem ao Distrito Federal e ao município de Unai - MG.

Segundo o IBGE o município de Unai, Noroeste de Minas Gerais, foi o grande destaque da pesquisa Produção Agrícola Municipal de Cereais, Leguminosas e Oleaginosas (PAM – 2004). O município figurou como o maior produtor nacional de feijão, com 66,6 mil toneladas no ano de 2003, ou seja, 2,25% da produção brasileira e 14,34% da produção mineira. Além disso, ocupa a oitava posição entre os maiores produtores de sorgo (57,6 mil toneladas) e a 10ª em produção de milho, com 292,8 mil toneladas em 46 mil hectares.

De acordo com DUARTE (2008), tecnologista sênior e engenheiro agrônomo do IBGE, Minas Gerais tem 16% da produção nacional de feijão, compreendendo as três safras do grão (verão, inverno e safra irrigada). Na última década o Estado foi o segundo maior produtor e colheu 464.290 toneladas. “Unaí é destaque nessa cultura também pelo implemento de técnicas modernas de irrigação”, aponta Duarte.

De acordo com CASAVECHIA (2010), ex-presidente do Sindicato dos Produtores Rurais, a área total irrigada em Unaí chega a 35 mil hectares. O agropecuarista complementa que Unaí também se configura como o maior produtor mineiro de algodão herbáceo e de trigo, é o segundo maior de soja, atrás apenas de Uberaba. A atividade rural no município ocupa cerca de 4 mil produtores e 5 mil empregados, o que confere ao município o título de segundo maior produtor brasileiro de leite, com 300 mil litros/dia. A Tabela 44 apresenta os insumos necessários para a produção de um hectare de feijão irrigado, com alta tecnologia, em duas situações de manejo em Unaí – MG, durante as safras de 2004.

Segundo o IBGE (2008), o Brasil atingiu a marca de maior consumidor mundial de agrotóxicos nas safras de 2008/2009, um grupo de apenas quatro produtos domina esse consumo, respondendo por cerca de 75% desses insumos químicos no país. São eles: soja (45,3%), milho (12,8%), cana-de-açúcar (9,5%) e algodão (7,8%). A distribuição geográfica desses insumos é bem irregular, 80% do consumo de agrotóxicos e 81% de fertilizantes estão concentrados nos estados de São Paulo, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Goiás.

O milho, a soja, a cana-de-açúcar e o feijão são os gêneros agrícolas mais cultivados na bacia. São também, na mesma ordem, os que mais agregam insumos químicos aos sistemas de cultivo agrícola. A Tabela 45 relaciona cultivos na área de estudo que mais demandam agregação de insumos agroquímicos, apresenta ainda a produção alcançada segundo dados do censo agropecuário 2006.

Tabela 44 – Insumos necessários para a produção de 1 hectare de feijão irrigado em Unai – MG (2004)

Insumos	Manejo Modal	Manejo Melhorado
Calcário dolomítico	1,0 t	1,0 t
Herbicida Glifosate	3,0 L	3,0 L
Herbicida 2,4-D	1,0 L	1,0 L
Fungicida Carboxin+Thiran	0,25 L	0,25 L
Inseticida Tiametoxan	0,1 kg	0,1 kg
Micronutrientes (cobre+molibdênio)	0,1 L	0,1 kg
Adubo NPK 05-37-00	300 kg	-
Adubo NPK 08-28-12	-	380 kg
Cloreto de potássio	100 kg	-
Ureia	200 kg	200 kg
Herbicida Fomesafen (folha larga)	0,6 L	0,6 L
Herbicida Bentazona (folha larga)	0,8 L	0,8 L
Herbicida Fluazifop-P-butílico	0,5 L	0,5 L
Inseticida Metamidofós	0,6 L	-
Inseticida Thiamethoxam+Cipermetrina	0,2 kg	-
Inseticida Endosulfan	2,5 L	-
Inseticida Abamectina	0,4 L	0,4 L
Inseticida Acefato	-	0,5 kg
Fungicida Hidróxido de trifenil estanho	0,5 L	-
Fungicida Tebuconazole	0,5 L	-
Fungicida Azoxystrobin	0,1 kg	0,1 kg
Fungicida Fluazinam	-	1,0 L
Óleo mineral Assist	1,0 L	-
Energia elétrica (irrigação)	960 Kwh	960 Kw/h

Fonte: EMBRAPA (2005b).

Tabela 45 – Produção agrícola e média dos insumos químicos agregados em cultivos na bacia do rio Preto (2007)

Cultivos	Produção agrícola (ton)						Consumo médio de insumos químicos	
	Unaí (MG)	Natalândia (MG)	Dom Bosco (MG)	Cabeceira Grande (MG)	Núcleo Rural rio Preto (DF)	Total (kg)	(kg/ha)	Total
								(mil quilos)
Feijão	99.600	396	9	10.665	-	110.661	3,2	354,1
Café	-	-	-	-	180.000	180.000	4,2	752
Milho	247.200	2.520	5.440	31.440	-	286.600	3,2	172,2
Cana	-	-	-	-	6.700.000	6.700.000	2,0	13400
Soja	199.000	-	855	19.980	-	219.835	3,2	29,7
Trigo	13.500	-	-	-	-	13.500	3,2	9,6
Algodão	14.742	-	-	770	-	15.512	5,9	88,5
Arroz	2.076	180	246	180	-	2.682	3,2	7,9
Sorgo	22.020	-	-	1.520	-	23.540	3,2	41,4
Grandes Culturas*	-	-	-	-	25400	-	3,4**	-
Total	598.138	3.096	6.550	64.555	401.400	672.580	-	704,2

\* Os dados apresentados reúnem dados dos cultivos na área do alto rio Preto: sorgo, soja, feijão, trigo e milho.

\*\* A estimativa foi calculada a partir da média de consumo de insumos químicos nos cultivos agrupados como “grandes culturas”

Fonte: IBGE (2007) e PORTAL RIO PRETO – DF (2011).

A legislação brasileira de potabilidade, Portaria MS nº 518/04 regulamenta e relaciona os agrotóxicos e os valores mínimos permitidos. São 54 substâncias químicas que representam risco à saúde humana e também ao meio ambiente, dentre as quais 22 são agrotóxicos. A diretiva da Organização Mundial da Saúde – OMS considera os parâmetros Agrotóxico e Agrotóxico Total, aplicando individualmente cada substância<sup>35</sup>. A Tabela 46 relaciona os agrotóxicos regulamentados pela atual legislação brasileira.

<sup>35</sup> A exceção de Aldrin, Dieldrin, Heptacloro e Heptacloro epóxido, cujo valores mínimos permitidos são o mesmo, 0,03 µg/l. Para o parâmetro Agrotóxico Total, a soma das concentrações de todas as substâncias detectadas não deve ser superior a 0,50 µg/l (OMS, 1995).

Tabela 46 – Valores máximos de agrotóxicos permitidos por legislação

Parâmetro	Portaria MS nº 518	Guias OMS <sup>1</sup>
Alaclor	20	20
Aldrin/Dieldrin	0,03	0,03
Atrazina	2	2
Bentazona	300	-
Clordano (isômeros)	0,2	0,2
2,4 D	30	30
DDT (isômeros)	2	1
Endossulfan	20	-
Endrin	0,6	0,6
Glifosato	500	-
Heptacloro eheptacloro epóxido	0,03	-
Hexaclorobenzeno	1	-
Lindano (g – BHC)	2	2
Metolacloro	10	10
Metoxicloro	20	20
Molinato	6	6
Pendimetalina	20	20
Pentaclorofenol	9	9
Permetrina	20	300 <sup>2</sup>
Propanil	20	-
Simazina	2	2
Trifluralina	20	20

<sup>1</sup> Para os campos não preenchidos, não há previsão de valor guia ou VMP.

<sup>2</sup> Quando utilizada na água como larvicida.

Fonte: BRASIL (2005).

O consumo de água contaminada por agrotóxico possui efeitos que variam em função do princípio ativo ingerido. Dentre os problemas identificados em estudos internacionais, destacam-se agressões ao fígado e sistema nervoso central, aos sistemas cardiovascular e endócrino, com sintomas que vão desde dores de cabeça, tonturas, irritabilidade, visão turva, vômitos, anemia, além do aumento da probabilidade de se desenvolver câncer (AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, 2007).

O uso do indicador, relacionado ao consumo de agroquímicos, é essencial a bacias agrícolas e necessita estar em programas de gestão das águas que pondere sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, além dos demais impactos ambientais advindos de seu uso. Não existem estudos ou informações adicionais que complementem ou garantam uma abardagem temporal quanto ao uso dos agroquímicos na bacia. Os

dados obtidos foram estimativas baseadas na incorporação de insumos químicos por cultivos. Os dados obtidos são alarmantes e devem despertar maior atenção quanto aos demais usos da água na bacia, visto que a atual demanda por estes insumos na bacia, sobretudo no alto rio Preto, pode comprometer a saúde e a qualidade das águas para os demais usos.

### **6.1.3 Percentual de usos das águas por classe de uso**

O Enquadramento dos corpos d'água segundo usos preponderantes é importante instrumento de gestão. Seu uso está relacionado às metas de qualidade das águas pretendidas e não, necessariamente, às condições atuais do mesmo.

O uso do indicador, percentual de usos das águas por classe de uso, compatibiliza informações sobre o uso das águas e o instrumento de gestão 'enquadramento', com vistas a dimensionar os usos que potencialmente podem comprometer a qualidade ambiental das águas e a garantia de outros tipos de usos.

Dentre os afluentes do rio Paracatu, o rio Preto é o principal. Ambos os cursos foram enquadrados anteriormente às Leis nº 9.433/97, 13.199/99 e pela Portaria do IBAMA nº 715/89 com base nos estudos realizados pelos Comitês Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

No ano de 2004, a ANA incorporou o enquadramento do rio Preto e do Paracatu proposto pelo IBAMA no Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco, subprojeto 4.5C – PBHSF (2004-2012). O rio Preto é enquadrado, de sua nascente até sua foz no Paracatu, em Classe 2.

Entretanto, no ano de 2006 o PIRH/DF apresentou proposta de enquadramento que difere, em alguns aspectos, do enquadramento até então em vigor. O alto rio Preto é dividido entre as Classes 1, 2 e 3, com alguns trechos de classe especial <sup>36</sup>. Segundo o estudo, existem 1230 captações na bacia do rio Preto. Dentre as captações, 964 são superficiais e 266 subterrâneos, grande parte para fins de abastecimento. A Tabela 47 lista os usos e seus percentuais segundo seu enquadramento.

---

<sup>36</sup> Ver Apêndice C.

Tabela 47 – Percentual de uso agrícola das águas segundo enquadramento

Classes	Usos	Nº de captações			(%)
		Superficial	Subterrâneo	Total	
3	Irrigação	923	2	925	95,5
2	Dessedentação Animal	1	2	3	0,3
2	Aquicultura	1	-	1	0,1
-	Outros	-	4	4	0,4
-	Não Informada	35	-	35	3,7
Total		960	8	968	100

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).

A agricultura irrigada representa a atividade agrícola que, no mundo, exerce maior demanda sobre os recursos hídricos. Fator determinante para a otimização do consumo d'água é o conhecimento das propriedades fisiológicas do vegetal cultivado. Para tanto, é necessário que a determinação das condições físico-naturais a que está submetido o vegetal, mas, sobretudo, qual técnica está sendo empregada, para que então, seja adotada a melhor forma de aproveitamento dos recursos.

O uso do referido indicador está diretamente relacionado ao monitoramento dos tipos de usos das águas. O simples fato de enquadrar o curso d'água nesta ou noutra classe de uso não assegura que estes estejam sendo os usos praticados. Nesse sentido, a falta de monitoramento e fiscalização do uso das águas pode ser um limitante, ou traduzir uma caracterização que seja parcialmente a encontrada em toda extensão da bacia.

#### **6.1.4 Média das perdas d'água por técnica de uso empregada**

Para efeito de análise e aplicação do indicador proposto, serão consideradas neste estudo somente técnicas agrícolas voltadas para a agricultura irrigada, pois como já discutido, trata-se do uso de maior dispêndio hídrico na bacia do rio Preto.

Essa realidade é a mesma identificada em grande parte das bacias agrícolas do mundo. Aproximadamente 18% da área cultivada no mundo são irrigados, sendo responsável por 44% da produção agrícola. Com o advento e incorporação de novas tecnologias de melhoramento da produtividade agrícola, e a conseqüente otimização no consumo de recursos, com vista à maior obtenção de lucros, tem se proporcionado o uso mais eficiente da água e a progressiva redução proporcional dos riscos ambientais nestes sistemas.

A agricultura irrigada e os derivados alimentares da pecuária, segundo dados da FGV (2000), são os responsáveis pelo uso da maior parte da água captada dos mananciais. Estima-se que no Brasil cerca de 70% de todo uso das águas destina-se à irrigação e que o país possua um potencial irrigável de 29 milhões de hectares.

Conforme apontado por BORDAS & LANNA (1984), para se assentar bases para uma ação eficiente, quanto à irrigação agrícola e a drenagem em nível nacional, é necessário que haja: 1) uma classificação dos solos para fins de irrigação e drenagem, baseada nas características hídricas dos mesmos; 2) melhor definição das necessidades hídricas de cada cultivo; 3) uma promoção de estudos de balanço hídrico em nível de bacia, microrregião ou, quando possível, de província hidrológica; 4) pesquisar tecnologias de manejo da água e do solo que permitam aumentar o rendimento das lavouras; 5) promover estudos de metodologias que possibilitem a avaliação econômica dos benefícios e/ou inviabilidade.

Conforme o estudo realizado pela FGV (2000) que analisa a gestão dos recursos hídricos, segundo indicadores de sustentabilidade, ao se considerar o impacto ambiental da irrigação, deve-se conjugar esforços para a obtenção de dados capazes de permitir a quantificação das variáveis que indiquem os impactos derivados da inadequação dos métodos ou do próprio uso da irrigação. Para tanto devem ser abordados: a modificação do meio ambiente; o consumo exagerado de água; a contaminação dos recursos hídricos, a salinização do solo nas regiões semiáridas; a erosão dos solos, o assoreamento dos corpos d'água; e a falta de controle no uso de fertilizantes, biocidas e seus reflexos nas questões de saúde-pública como, por exemplo, a contaminação dos mananciais de abastecimento público.

Segundo MOREIRA (1997), na agricultura irrigada ocorre, com muita frequência, um mau uso dos recursos hídricos, o que tem ocasionado como consequência perdas significativas de água desde a captação até o aproveitamento pela planta (Figura 24).

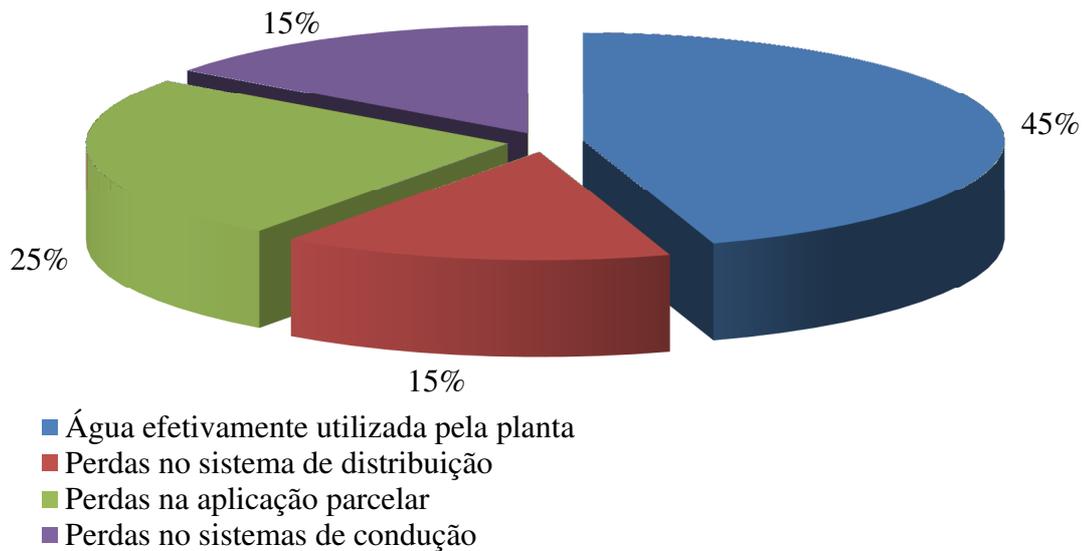


Figura 24 – Eficiência no uso da água para irrigação

Fonte: CHRISTOFIDIS (1999).

Tal conjuntura se torna ainda mais preocupante se considerar a Figura 25 que demonstra a evolução das áreas irrigadas no Brasil. Segundo a figura as atividades agrícolas, que demandam volume de água, vêm crescendo desde o início da década de 1980.

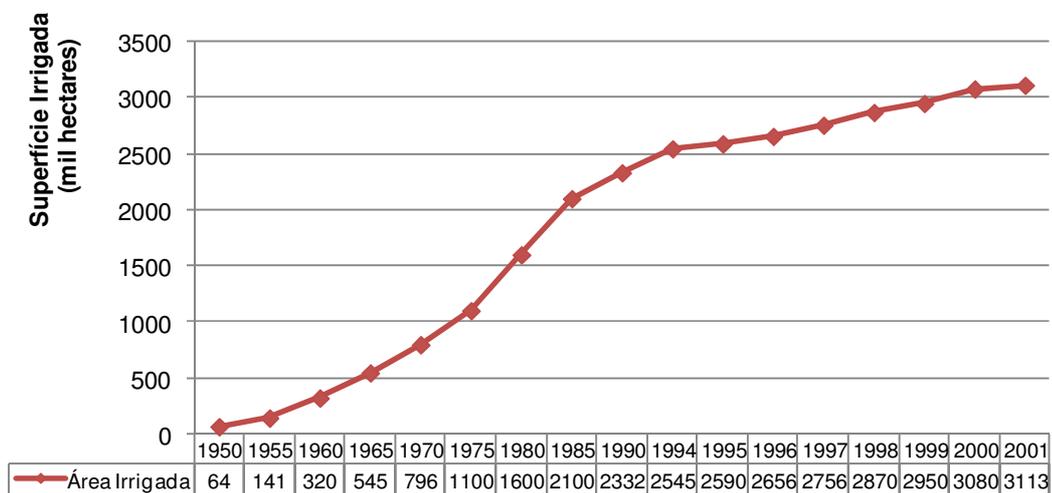


Figura 25 – Evolução do uso da irrigação no Brasil (1950-2001)

Fonte: CHRISTOFIDIS (1999).

No Brasil, os principais métodos de irrigação utilizados são: superfície (inundação e sulcos), aspersão (convencional, canhão, carretel), pivô central e localizada

(gotejamento e microaspersão). As considerações a respeito do método ideal devem retomar o que melhor se adequa à topografia, clima, tipo de solo e de cultivo, à disponibilidade e qualidade de água, mão-de-obra e custo necessário para manutenção do projeto. Não existe um método melhor que o outro, o que existe é o método que garante melhor aproveitamento às condições fisiológicas da cultura e às físico-geográficas da área de cultivo.

De acordo com dados da EMBRAPA (2005b), verifica-se na bacia do rio Preto o predomínio da irrigação privada em relação à pública, do mesmo modo predominam pivôs centrais de irrigação nos cultivos de milho, feijão e soja. Na região noroeste de Minas Gerais predomina a irrigação por aspersão, no sistema pivô central.

Tabela 48 – Técnicas de sistemas de irrigação e estimativa de consumo de água na bacia do rio Preto

Sistemas de Irrigação	Irrigantes		Área Irrigada		Estimativa de Consumo
	Ligações	%	Hectares	%	L/s
Pivôcentral	81	39.90	5974.00	84.38	10636,55
Aspersão convencional	60	29.56	607.00	8.57	831,54
Autopropelido	3	1.48	106.00	1.50	117
Localizada Gotejamento	10	4.93	131.1	1.85	105
Localizada Mangueira	2	0.99	2.00	0.03	1,85
Micro aspersão	4	1.97	38.50	0.54	34,65
Superfície sulcos	43	21.18	221.00	3.12	419,37
Total	203	100.0	7079.60	100.0	12145,96

Fonte: Adaptado de ALVES (2003) e CARNEIRO (2007).

Um dos principais motivos para a baixa eficiência da irrigação é o fato de que grande parte das áreas irrigadas compreendem projetos, em que a maioria dos irrigantes não assimila os princípios básicos da agricultura irrigada. Agravante maior ocorre quando o projeto não é taxado, ou se é, a taxa tem valor irrisório em relação ao consumo.

As perdas identificadas durante a aplicação de águas referem-se, principalmente, às relacionadas à evaporação e deriva promovida pela ação dos ventos. No sis-

tema de gotejamento as perdas não são tão preocupantes, mas no sistema de microaspersão, essas são consideráveis. As variáveis meteorológicas locais e as condições operacionais são determinantes das perdas por evaporação e deriva. A pressão dos sistemas é determinante, vez que influencia o grau de pulverização e, conseqüentemente, maior será a susceptibilidade ao arraste pelo vento.

Os aspectos físico-geográficos devem ser considerados e associados, aos diferentes estágios de desenvolvimento biológico do cultivo e às condições do solo, para que se estabeleça estimativas de perdas de água. A avaliação da técnica, empregada na apropriação e manejo da água em sistemas agrícolas irrigados merece maior atenção, a fim de se utilizar um planejamento do aproveitamento, da otimização dos recursos e de minimização dos impactos ambientais.



a) Irrigação por Aspersão (Núcleo Rural rio Preto – Alto rio Preto)



b) Irrigação por Pivô Central (BR 251 – alto rio Preto).

Figura 26 – Sistemas de irrigação em operação na bacia do rio Preto

SILVA, L. M. (org.).

Segundo COUTO (2011), todo método de irrigação, por algum motivo, perde água ao ser aplicado, por evaporação, infiltração além da zona das raízes, escorrimento no final da parcela, vazamentos e outras causas. A Tabela 49 apresenta os percentuais de ineficiências dos métodos de irrigação mais utilizados em relação aos principais métodos e cultivos na bacia em estudo.

Tabela 49 – Percentual médio de perda de água em métodos de irrigação

Técnica de Irrigação	Perdas no Sistema (%)
Inundação	60
Sulcos	40
Aspersão	20
Micro-Aspersão	15
Gotejamento	10

Fonte: COUTO (2011).

Perdas de água por vazamento, frequentemente, estão associadas às condições de manutenção dos projetos. As perdas em sistema com boa manutenção variam entre 1-2%. Em sistemas com manutenção inadequada esse valor pode chegar a 10%. Grande parte dessas perdas ocorre nos acoplamentos de tubulação (MANTOVANI, 2008).

O monitoramento dos recursos hídricos em sistemas agrícolas não pode abrir mão de ponderar sobre a adequação das técnicas de irrigação às condições do solo e às fisiológicas do vegetal. A aplicação do indicador desperdício de água pode estar diretamente associada aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, sobretudo quanto às concessões de outorga de uso em bacias hidrográficas agrícolas, que precisa se fundamentar em informações concisas sobre esses sistemas. A fiscalização periódica da manutenção dos sistemas de irrigação, os estudos de adequação das disponibilidades hídricas e às técnicas de irrigação empregadas, devem estar no centro desses processos.

## **6.2 Pressão sobre os recursos hídricos**

No intuito de analisar o comprometimento que as atividades agrícolas exercem sobre os recursos hídricos foram definidos os indicadores: Estimativa do volume de água consumida por destinação agrícola, Variação percentual da produtividade média por água empregada em atividades agrícolas, Evolução das áreas desmatadas por destinação agrícola e Emissão de resíduos sólidos e efluentes.

### **6.2.1 Estimativa do volume de água consumida por destinação agrícola**

O progressivo aumento da demanda por água para irrigação tem sido objeto de preocupação constante dos órgãos gestores na área de estudo. O alto rio Preto apresenta baixo índice de disponibilidade hídrica por habitante/ano, aproximadamente 1.400 m<sup>3</sup> hab.<sup>-1</sup>/ano<sup>-1</sup>, valor baixo se considerada a classificação das Nações Unidas e do Banco Mundial (LIMA, 2000).

A caracterização preliminar do quadro físico da área de estudo permitiu constatar que há duas estações bem definidas: seis meses de estação seca (maio a outubro) e seis meses de estação chuvosa (novembro a abril). Mesmo durante o período chuvoso é comum a ocorrência de veranicos, o que reafirma a importância dos sistemas irrigados na manutenção de cultivos. A Figura 27 retrata a evolução dos pivôs de irrigação no alto rio Preto.

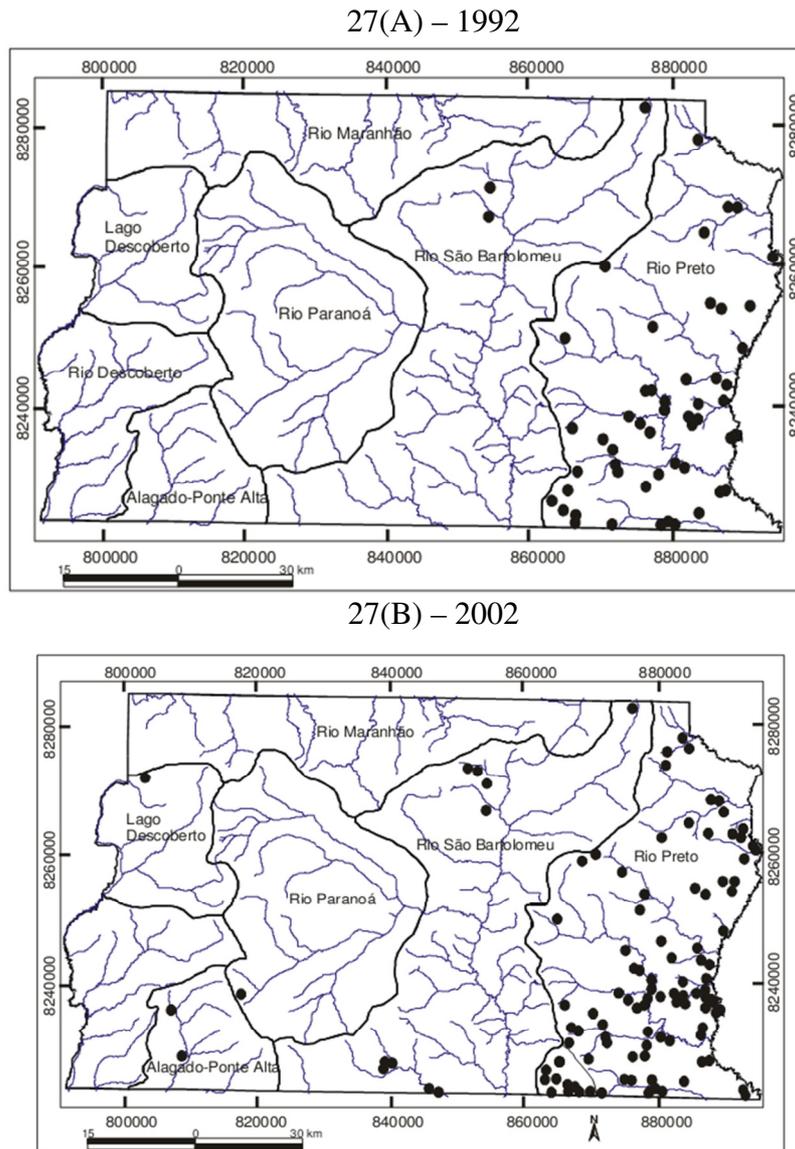


Figura 27 – Evolução dos pivôs centrais no alto rio Preto (1992/2002)

Fonte: SANO (2005).

De acordo com o estudo de SANO (2005) e a observação dos mapas, é possível verificar o crescente incremento no número de pivôs centrais na porção da bacia inserida no DF. No transcorrer de uma década houve um incremento de 73% desses

sistemas instalados, somente na referida área, passando de 52 para 90 sistemas. Em 1992 os dados totalizados apontaram para cerca de 3.682 ha de áreas irrigadas, que em 10 anos atingiram um acréscimo de mais de 2200 ha.

Segundo estudos de AZEVEDO et. al. (1997a), as culturas do feijão, trigo, cevada e milho representam as principais utilizações dos sistemas de irrigação na área de estudo. Em períodos de ausência de chuva pode ser necessário de 500 a 600 mm de água aplicada a cultura do trigo para a obtenção de safras entre 5.260 a 6.086 kg ha<sup>-1</sup>. Demais estudos atestam a produção da agricultura irrigada por m<sup>3</sup> de água utilizada: verificou-se, aproximadamente, 1,2 kg por m<sup>3</sup> de água aplicada para o trigo em Cristalina-GO e, para 3.445 kg/ha<sup>-1</sup>, usando 336 mm para o feijão, 1 kg/m<sup>3</sup> (AZEVEDO et. al. (1997b); 2.406 e 3.171 kg/ha<sup>-1</sup>, a partir de 392 mm em solos arenosos no oeste de Unaí-MG, entre 0,6 e 0,8 kg/m<sup>3</sup> (AZEVEDO et. al., 1997a e 1997c); 5.801 kg/ha<sup>-1</sup> com 577 mm em milho irrigado, em média 1kg/m<sup>3</sup>, e 5.416 kg/ha<sup>-1</sup>, com 645 mm para a cevada no Distrito Federal (FILGUEIRA et. al, 1996).

Nesse sentido, tal qual em SANO (2005), adotou-se para a determinação da estimativa de consumo de água para agricultura irrigada, o valor médio de 500 mm por safra no período seco. Nos períodos que compreendem os veranicos, aproximadamente 20 dias, foi estimado em 100 mm por safra. Com as devidas conversões de unidade chegou-se ao índice médio de demanda de água para irrigação por pivô central de 6.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

A partir da determinação do índice médio de demanda e a quantificação dos hectares em sistemas irrigantes por pivô central, chegou-se à estimativa apresentada na Tabela 50.

Tabela 50 – Estimativa de consumo de água em pivôs centrais no alto rio Preto

Ano	Sistemas Instalados	Área Irrigada (hectares)	Consumo de água (milhões de m <sup>3</sup> )
1992	52	3682	22,08
2002	90	5904	35,42

Fonte: SANO (2005).

Apesar de não representar o maior consumo de água na bacia do rio Preto, as criações pecuárias em bacias agrícolas representam, também, grande dispêndio hídrico. Segundo metodologia da EMBRAPA (2005a), é possível estimar o consumo de

água, em criações pecuaristas, tomando como referência o peso, a idade e as condições fisiológicas dos animais (Tabela 51). Entretanto, como afirmado anteriormente para a agricultura existe variações quanto à época do ano, o manejo e o tipo de técnica empregada, que podem alterar o volume de consumo dos animais.

Tabela 51 – Consumo diário em litros de água nas criações de bovinos, aves e suínos por dia

Animais	Consumo diário
<b>Bovinos de Corte</b>	
Até 250 kg	18,0
Até 410 kg	32,0
Até 566 kg	46,0
Vacas com bezerros	55,0
Vacas Secas	46,0
Bezerros	9,0
<b>Bovinos de Leite</b>	
Vaca em Lactação	62,0
Vaca e Novilha (final de gestação)	51,0
Vaca Seca e Novilha (gestante)	45,0
Fêmea Desmamada	30,0
Bezerro Lactante (a pasto)	11,0
Bezerro Lactante (baia até 60 dias)	1,0
<b>Aves</b>	
Frangos	0,16
Frangas	0,18
Poedeiras	0,25
Reprodutores (as)	0,32
<b>Suínos</b>	
Até 55 dias de idade	3,0
De 56 a 95 dias de idade	8,0
De 96 a 156 dias de idade	12,0
De 157 a 230 dias de idade	20,0
Leitoas	16,0
Fêmeas (gestação)	22,0
Fêmeas (lactação)	27,0
Machos	20,0

Fonte: EMBRAPA (2005a).

A estimativa do consumo de água destinada ao abastecimento de rebanhos foi feita a partir do número de cabeças e de dados disponibilizados pelo censo agropecuário do IBGE (2010) dos municípios inicialmente propostos na regionalização dos

dados para análise da bacia do rio Preto. A Tabela 52 sistematiza os números de criações, rebanhos e consumo pecuarista.

Tabela 52 – Consumo de água nas principais criações pecuaristas na bacia do rio Preto

Criações	Produção Pecuária (cabeças)						Consumo médio diário de água por criações (m <sup>3</sup> )
	Unaí (MG)	Natalândia (MG)	Dom Bosco (MG)	Cabeceira Grande (MG)	Núcleo Rural rio Preto (DF)	Total	
Bovinos	375.000	41.000	44.750	46.900	13.100	520.750	17.616,9 <sup>&lt;1&gt;</sup>
Equinos	9.000	750	1.450	1.100	-	123.000	5.842,5 <sup>&lt;2&gt;</sup>
Bubalinos	300	-	-	-	-	300	-
Asininos	80	2	2	5	-	89	-
Muare	310	92	90	200	-	692	-
Suínos	21.100	1.100	1.150	1.150	11.240	35.740	2.233,7 <sup>&lt;1&gt;</sup>
Caprinos	300	60	80	50	-	490	-
Aves	187.250	7.650	3900	9000	1.457.300	1.665.100	366,3 <sup>&lt;1&gt;</sup>
Ovinos	3000	50	200	600	2.000	5.850	32,1 <sup>&lt;2&gt;</sup>
Total							26.091,5

<sup><1></sup> Parâmetro EMBRAPA (2005a).

<sup><2></sup> Parâmetro NUNES (1998).

Fonte: IBGE (2007).

Conforme complementa NUNES (1998), os animais domésticos, como asininos, caprinos e muare, representam criações com baixo consumo de água, sobretudo os caprinos, por sua capacidade de reduzir perdas na urina e fezes. As demais criações encontradas na bacia, tomando as considerações do autor, quanto à unidade de peso corporal, fora as criações de bovinos, essas criações não representam vulto no consumo de água.

Segundo dados da FUNDAÇÃO RURAL (2004), existiam 420 usuários cadastrados, com 429 captações. Dentre estes usuários, 396 eram irrigantes e atuavam em 7.646,05 hectares, com um consumo anual estimado de 36.297.282,1 m<sup>3</sup>. Em criações foram cadastrados 107 usuários em 117 captações, uma demanda anual estimada em 865.062,43 m<sup>3</sup>. As captações subterrâneas tiveram o registro de 78 captações, dentre as quais 27 em poços rasos e 53 em poços profundos.

A estima de consumo de água por destinação agrícola baseou-se, também, em estimativas, pois esta é uma informação que, apesar de importante no dimensionamento futuro das outorgas e no contraste com as informações de disponibilidade dos recursos hídricos na bacia, é pouco encontrada nos planos de bacia hidrográfica. Nos documentos e estudos, identificados na área de estudos, não foi encontrada nenhuma informação nesse sentido.

Os órgãos outorgantes, muitas vezes, não estimam os períodos entre concessão, ou renovação de outorga de uso, momento onde pode haver decréscimo ou incremento da produção e no consumo dos recursos hídricos. Em bacia em que a demanda pelo uso agrícola das águas é intenso, sobretudo, em grandes propriedades, a estimativa precisa de consumo por destinação agrícola pode tornar os processos de outorga e até mesmo de cobrança mais claros e precisos.

### **6.2.2 Variação percentual da produtividade média por água empregada em atividades agrícolas**

A produtividade é a relação entre a quantidade de produto produzido e o fator de produção. Para a agricultura, trata-se da relação entre produto agrícola e área colhida, expressos em kg/ha ou tonelada/ha, que é a mais utilizada.

Na gestão de recursos hídricos, o indicador de produtividade agrícola contribui quando associado a outros indicadores, como os: ligados à irrigação; a técnica empregada; às condições do solo e o uso de insumos químicos. Tais parâmetros conjugados permitem avaliar a viabilidade produtiva, e também hídrica, na consolidação de projetos agrícolas, sobretudo os irrigados, no que se refere aos aspectos ambientais dessas bacias. Tais informações devem nortear tomadas de decisão de órgãos gestores quanto à outorga, cobrança e fiscalização do uso dos recursos hídricos, pois trazem um panorama da viabilidade e do comprometimento quali-quantitativo de bacias marcadas pelo elevado consumo hídrico, como é o caso das agrícolas.

Na bacia do rio Preto, nas últimas décadas, tem havido uma evolução considerável do setor agrícola. Dados do IBGE (2004b), apontam feijão, o milho e a soja, no município de Unaí, como alguns dos mais importantes cultivos de agricultura irrigada na bacia, tanto pela área que ocupam como pelo índice de produtividade que atingem. O destaque é para o feijão, pela quantidade de insumos que agrega para a produção de um hectare. A Figura 28 apresentam dados comparativos da produtividade agrícola de Unaí nos anos de 1996 a 2004.

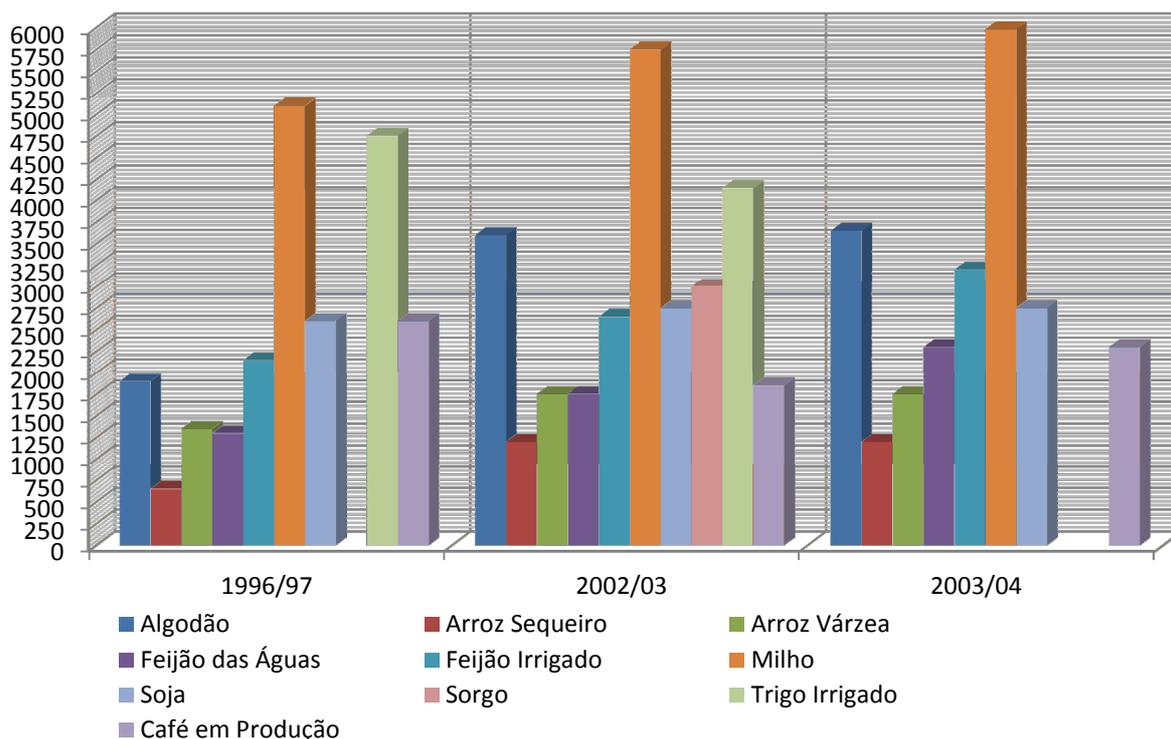


Figura 28 – Principais cultivos e produtividade média agrícola na bacia do rio Preto 1996/2004 (kg/ha)

Fonte: IBGE (2010).

Segundo informações da EMBRAPA (2004), quanto à produtividade do feijão irrigado no noroeste mineiro, o rendimento do feijoeiro é bastante afetado pela condição hídrica do solo. Deficiência ou excesso de água, nos diferentes estádios da cultura, causa redução na produtividade em dimensões variadas. Os efeitos do déficit hídrico iniciam-se quando a taxa de evapotranspiração supera a taxa de absorção de água pelas raízes e sua transmissão para as partes aéreas da planta.

Em se tratando somente da produção do feijão na bacia do rio Preto, segundo informações da EMBRAPA (2004), o rendimento médio da cultura, por hectare, varia de  $2,7 \text{ t}^{-1}$  (45 sacas de  $60 \frac{\text{kg}}{\text{ha}^{-1}}$ ) a  $3,0 \frac{\text{t}}{\text{ha}^{-1}}$  (50 sacas de  $60 \frac{\text{kg}}{\text{ha}^{-1}}$ ). A Tabela 53 traz informações mais detalhadas quanto à produtividade de alguns cultivos e sua relação com a quantidade média de água empregada.

Tabela 53 – Produtividade agrícola média por água empregada em cultivos na bacia do rio Preto

Cultivo	Média da Bacia m <sup>3</sup> /kg (mil)	Produtividade Agrícola (kg/ha/mil m <sup>3</sup> )									
		Unaí (MG)		Natalândia (MG)		Dom Bosco (MG)		Cabeceira Grande (MG)		Núcleo Rural rio Preto (DF)	
		kg/ha	Mil m <sup>3</sup>	kg/ha	Mil m <sup>3</sup>	kg/ha	Mil m <sup>3</sup>	kg/ha	Mil m <sup>3</sup>	kg/ha	Mil m <sup>3</sup>
Feijão	1,0	2.429	2,4	1.389	1,3	600	0,6	2.569	2,5	-	-
Café	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.200	
Milho	1,0	5.373	5,3	3.000	3,0	3.200	3,2	5.932	5,9	-	-
Cana	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	67.000	134
Soja	2,2	2.400	5,3	-	-	1.900	4,2	2.700	6,5	-	-
Trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Algodão	3,0	2.700	8,1	-	-	-	-	2.701	8,3	-	-
Arroz	2,7	1.504	4,0	1.500	4,0	1.230	3,3	1.800	4,8	-	-
Sorgo	2,4	1.813	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Grandes Culturas*	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	3.003**	5,2
MÉDIA	1,7	2.703	4,5	1.963	3,3	1.732	2,9	3.140	5,3	23.734	69,7

\* Os dados apresentados reúnem os cultivos na área do alto rio Preto: sorgo, soja, feijão, e milho.

\*\* A estimativa foi calculada a partir da média de consumo de água nos cultivos agrupados como “grandes culturas” – soja, feijão e milho.

SILVA, L. M. (org.).

Frente à forte tendência de aumento da participação do país no comércio internacional de produtos do agronegócio, o que o tem consolidado como um dos maiores exportadores agrícolas, e diante da crise hídrica constatada em certas regiões do planeta, o mercado agrícola mundial se configura, mais do que nunca, como o mercado das águas. Ao exportar gêneros agrícolas exporta-se também água. Ao comprar tais gêneros

os países abrem mão do consumo de suas reservas hídricas e do potencial conflito ambiental que acarretaria sua exploração.

As informações obtidas com o indicador proposto possibilitam ponderar sobre as melhores alternativas de cultivo a serem implementados na bacia. Permite que, usuários e órgãos gestores, pensem cultivos com maior valor agregado e com menor impacto ao uso das águas, sobretudo os que melhor se adaptem às bacias com sazonalidade hídrica como as do rio Preto.

### 6.2.3 Evolução das áreas desmatadas por destinação agrícola

A evolução das áreas desmatadas na bacia representa uma das graves consequências ambientais do uso agropecuário de extensas áreas na bacia. Dentre os prejuízos e as preocupações ambientais, advindos do intenso desmatamento, estão os recursos hídricos. O processo evolutivo de retirada da vegetação interfere no ciclo de manutenção das águas ao longo dos diferentes trechos da bacia, por consequência impacta sobre as comunidades que dela dependem.

Como apresentado anteriormente, no indicador de uso e ocupação do solo, tem se observado a evolução das áreas agrícolas e uma progressiva redução da cobertura vegetal, sobretudo da vegetação nativa, o cerrado. Dados da GOLDER/FAHMA (2005)<sup>37</sup> relatam que a bacia possui 23% de formações florestais. Segundo o estudo mais recente da PLANPAR (2006), as áreas de Cerrado na bacia correspondem a 13% da bacia.

A partir das considerações, quanto ao uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, apresentadas pelos estudos já citados, se construiu as estimativas de evolução das áreas desmatadas.

Tabela 54 – Cobertura vegetal e a evolução das áreas desmatadas de Cerrado na bacia

Área (Km <sup>2</sup> )			% de Cobertura na Área da Bacia			% de Área Desmatada		Desmatamento Médio anual	
1985	2000	2005	1985	2000	2005	1985/2000	2000/05	Km <sup>2</sup>	%
4.345,67	1.122,84	885,84	45,94	11,87	9,36	34,07	2,51	105,9	0,91

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005) e PLANPAR (2006).

<sup>37</sup> Metodologia descrita no indicador que trata do uso e ocupação do solo (p. 135).

As áreas de cerrado na bacia, quase que exclusivamente, se restringem ao interior dos perímetros de unidades de conservação. Na porção do alto rio Preto dentro do Distrito Federal, praticamente não se observa áreas com vegetação nativa (ver tópico Unidades de Conservação), uso do solo e cobertura vegetal no alto rio Preto. Grande parte das áreas preservadas está no estado de Goiás, na Reserva do Exército Brasileiro e nas Cristas de Unaí.

A cobertura vegetal na bacia se restringe às manchas de cerrado associadas às zonas de relevo mais íngreme e solo com menor aptidão à agropecuária. São pequenas e descontínuas faixas de vegetação ciliar e uma parcela mais extensa de campos, quase sempre marcada pelo uso de pastagens.

O indicador de evolução das áreas desmatadas demonstrou que o desmatamento vem sendo reduzido progressivamente, durante o período analisado, de 1985 a 2000. Relacionado com indicador de uso do solo, percebe-se que as áreas de vegetação nativa praticamente são escassos, representando menos de 20% do total da bacia, algo que demonstra que o limite de preservação legal pode estar ameaçado em diversas propriedades. De grande importância para a manutenção dos ciclos de recarga da bacia, a vegetação das encostas, margens, fundos de vale e áreas de nascente dependem dessa vegetação para manutenção quali-quantitativa da água.

#### **6.2.4 Emissão de resíduos sólidos e efluentes**

Consequência inevitável das atividades humanas, a produção de efluentes, quase sempre têm os corpos d'água como receptores. Os efluentes, dentre os quais o produzido pela disposição irregular de resíduos sólidos, representa forte pressões sobre a qualidade das águas, motivo pelo qual é um dos principais indicadores de saneamento ambiental.

Para caracterização do saneamento ambiental desenvolvido na bacia foram realizadas análises das informações obtidas em campo e as fornecidas pelas prestadoras de serviços. Em relação ao manejo de resíduos sólidos e dos efluentes, foram utilizadas as informações contidas na PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, publicada pelo IBGE no ano de 2008; dados do SNIS – Sistema Nacional de Saneamento Ambiental (2009); e do Plano Diretor de Água, Esgotos e Controle da Poluição Hídrica do Distrito Federal.

Durante a etapa de levantamento documental e até momento de redação final da pesquisa, nenhuma normativa ou regulamentação legal, quanto ao saneamento ambiental rural, que tenha a bacia como área de aplicação, foi identificada. Do mesmo modo, não se identificou qualquer estudo ou programa de orientação que abrangesse a bacia no que diz respeito ao manejo desses resíduos e a disposição final de recipientes ou efluentes em meio rural.

No que se refere à coleta de esgotos nos municípios da bacia, durante o levantamento de informações se identificou índices variáveis de atendimento. O serviço de esgotamento sanitário é responsabilidade das prefeituras municipais em 85% dos municípios. Confira os dados das concessões de água e esgoto na Tabela 55.

Tabela 55 – Concessão de água e esgoto de municípios da bacia do rio Preto

Município	Concessão de Água	Concessão de Esgotos
Cabeceira Grande	Pref. (SAAE)	Pref. (SAAE)
Cabeceiras	Pref.	Pref.
Dom Bosco	Pref.	Pref.
Formosa	SANEAGO	SANEAGO
Natalândia	Pref.	Pref.
Unaí	Pref. (SAAE)	Pref. (SAAE)

Fonte: PLANPAR (2006).

Dentre os municípios analisados, existe um número muito reduzido de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's). Destaque para o município mineiro de Unaí e Formosa-GO, os únicos com 100% de tratamento do esgoto coletado (Figura 29). Os demais municípios utilizam o sistema de fossa séptica, assim como carecem de sistemas adequados para destinação final de resíduos sólidos urbanos<sup>38</sup>.

<sup>38</sup>A Deliberação Normativa COPAM nº 52, de 14 de dezembro de 2001, trata da convocação e estabelecimento de cronograma para o licenciamento ambiental, sistemas adequados para disposição final de resíduos sólidos. A normativa se aplica a municípios mineiros com população urbana superior a trinta mil habitantes.



ETE – Formosa/GO  
Lat. 15° 36' 04''S/47° 18' 59''O



ETE – Unaí/MG  
Lat. 16° 21' 44''S/46° 52' 22''O

Figura 29 – Estações de Tratamento de Esgoto na bacia do rio Preto

Fonte: TERRAMETRICS (2012).

Tabela 56 – Disposição de resíduos sólidos e efluente em municípios da bacia do rio Preto

Municípios	Forma de Disposição	
	Resíduos Sólidos	Efluentes
Cabeceira Grande	Lixão	Fossa Séptica
Cabeceiras	Lixão	Fossa Séptica
Dom Bosco	Aterro Controlado	Fossa Séptica
Formosa	Lixão	ETE
Natalândia	Lixão	Fossa Séptica
Unaí	Lixão	ETE

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES (2003) e GOLDER/FAHMA (2005).

Segundo MONTEIRO (2008), bióloga do SAAE, responsável pela ETA e ETE em Unaí-MG, muito embora o município de Unaí possua uma ETE, carece de uma estação elevatória de esgoto mais eficiente, que tenha condições de bombear todo o fluxo de esgoto residencial coletado para a estação. A visita técnica a campo permitiu identificar problemas quanto ao funcionamento das bombas na estação elevatória existente, sobretudo em períodos de chuva, quando o fluxo de esgoto aumenta muito, ou mesmo quando ocorrem picos de energia, ficando as bombas sem manutenção.

Tabela 57 – Percentual de efluentes coletados e tratados em ETE's

	Percentual de Esgoto Coletado	Percentual de Esgoto Tratado
Formosa	38,68	100,0
Unaí	85	100,0

Fonte: SNIS (2009).

Com a falta de bombeamento o esgoto acaba por ser carregado para o córrego Canabrava, bem próximo de sua desembocadura no rio Preto, proporcionando prejuízos ao curso d'água e à própria população ribeirinha, que utiliza o mesmo para pesca e banhos em dias de calor. A foto retrata a pequena lagoa de esgoto que se forma sempre que o bombeamento do esgoto residencial é interrompido por falta de energia ou por aumento repentino do fluxo no município de Unaí.



Figura 30 – Pequena lagoa de esgoto formada ao lado da estação elevatória

Fonte: SILVA (2006).

No município de Unaí, quanto ao manejo de resíduos sólidos, observa-se irregularidade da coleta e a ausência de compostagem ou reciclagem adequada dos resíduos sólidos produzidos, condições estas que podem afetar o saneamento, além de exercerem pressão sobre a qualidade dos recursos hídricos.

Em visita ao terreno, onde são dispostos os resíduos em Unaí, observou-se que o mesmo funciona no sistema de “lixão”, tal qual Cabeceiras, Cabeceira Grande, Natalândia e Formosa. Foi possível observar que a forma com que são dispostos tais resíduos, pode gerar grandes prejuízos à qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Em Unaí o córrego Santa Rita, localizado muito próximo do “lixão”, em área rural, é um importante afluente do rio Preto e está sujeito à contaminação por resíduos. A Figura 31 confirma tal constatação.



Unaí – MG



Formosa – GO

Figura 31 – Lixões de Unaí-MG e Formosa-GO

Fonte: SILVA (2006) e BARROS (2011).

Os municípios da bacia não possuem um Plano Gestor de Manejo de Resíduos Sólidos, assim como de avaliação do volume produzido, valas necessárias para disposição do lixo, dispositivos para impermeabilização do solo, coleta seletiva, disposição e tratamento do chorume, dentre outras medidas que envolvam planejamento e gestão.

De acordo com o diagnóstico sanitário dos municípios do entorno do Distrito Federal, são identificados alguns problemas operacionais no sistema de esgota-

mento de Unaí. A estação elevatória de esgoto, localizada antes da ETE, possui apenas grade grossa e caixa de areia, o que tem se mostrado insuficiente, uma vez que há acúmulo de resíduos no poço de sucção. Além disso, não existem contêineres para o acondicionamento do material retirado do gradeamento. Na ETE, em sua célula anaeróbia, observa-se que as saídas são inadequadas, o que tem permitido o carreamento de sólidos suspensos e sobrenadantes para a célula facultativa. As saídas das lagoas facultativas também são inadequadas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2003).

Quanto às ETE's presentes na bacia, pequenas intervenções são necessárias no sentido de adequar e ampliar seus sistemas. Verifica-se a necessidade de estudos ambientais para avaliar o nível de tratamento requerido para as unidades de depuração de esgotos em função das capacidades de autodepuração dos corpos receptores, além dos usos das águas a jusante dos pontos de lançamento.

Importante indicador no monitoramento do potencial poluidor de bacias hidrográficas, sobretudo, das agrícolas, o indicador Emissão de Resíduos Sólidos e Efluentes, não pode ser aplicado na forma com que foi concebido, pois não há prática de saneamento rural ou qualquer programa relacionado. Muito embora tenha sido encontrado esse obstáculo, reitera-se aqui a necessidade de se conceber um Programa de Controle e Saneamento Ambiental Rural. Em bacias agrícolas o mal acondicionamento de recipientes, os efluentes e a contaminação difusa são contaminantes em potencial que comprometem a curto ou longo prazo, a qualidade das águas.

### **6.3 Estado quali-quantitativo**

A obtenção dos resultados quanto ao estado quali-quantitativo dos recursos hídricos na área de pesquisa se deu a partir do uso dos indicadores: Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água, Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas, Parâmetros físicos de qualidade solo e Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais.

#### **6.3.1 Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas**

O indicador Índice de balanço hídrico é, certamente, um dos mais importantes informadores quanto ao estado quali-quantitativo de bacias hidrográficas. Trata-se do cotejo entre as disponibilidades e as demandas por água em uma unidade hidrográfica, ou seja, a contabilização entre os recursos hídricos que se dispõe e os consumos de água para uso. Como instrumento da gestão das águas o balanço hídrico permite

identificar as áreas críticas de utilização da água, identificando áreas de conflito e escassez, orientando a análise regional integrada e ainda o delineamento de restrições e perspectivas de usos das águas.

Grande parte dos dados obtidos resultou dos monitoramentos de variáveis climatológicas de precipitação, temperatura, evaporação, umidade relativa do ar, insolação, velocidade e direção do vento, disponíveis no INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas e nos estudos de GOLDER/FAHMA (2005) e PLANPAR (2006).

Segundo os estudos realizados pelo PGIRH, o alto rio Preto é a porção da bacia que apresenta os menores índices pluviométricos, além dos mais graves déficits hídricos. Tal situação se concentra em poucos meses do ano, tornando a vazão dos rios diretamente dependente da água reservada no subsolo, o que explica, pelo menos em parte, a acentuada demanda por irrigação no alto curso, onde as terras são agricultáveis (GOLDER/FAHMA, 2005).

Foram estudadas séries de vazões reconstituídas para a cabeceira do rio Preto inseridas na área de estudo do PGIRH/DF. As séries estudadas, anteriormente espacializadas na caracterização hídrica da bacia<sup>39</sup>, foram: Fazenda Limeira (42460000), Unai (42490000), Santo Antônio do Boqueirão (42540000), Porto dos Poções (42600000), rio Preto no exutório<sup>40</sup> do Distrito Federal e entorno imediato (série reconstituída).

Foi utilizado o período de 1976 a 2004 para análise das séries históricas, pois não foi possível homogeneizar outros períodos de dados obtidos. O ponto hidrométrico, Fazenda Limeira (42460000), foi tomado como referência pela falta de histórico de séries de vazões. A figura 32 apresenta o hidrograma com as vazões médias, para períodos comuns das séries históricas analisadas.

---

<sup>39</sup> Figura 8 – Hidrografia e estações fluviométricas da bacia do rio Preto (p.71).

<sup>40</sup> Ponto do curso d'água em que se dá o escoamento superficial gerado no interior da bacia.

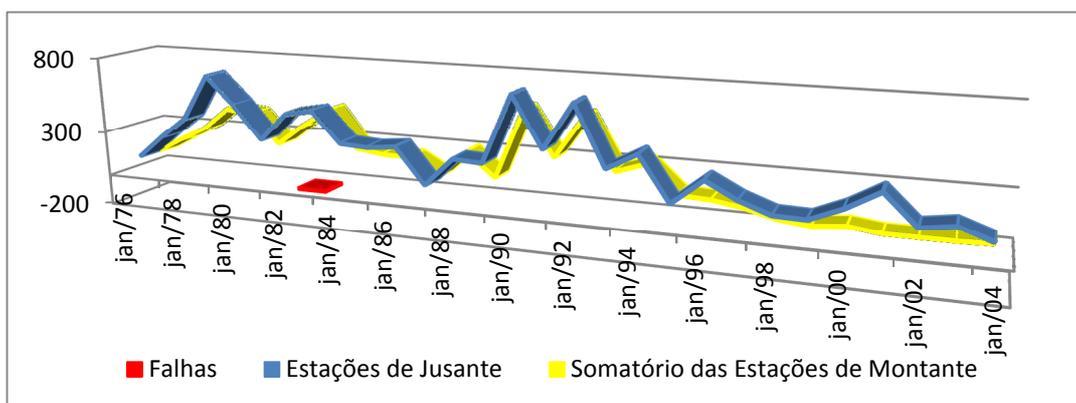


Figura 32 – Hidrograma da série histórica de vazões médias do rio Preto

Fonte: HIDROWEB (2011) e GOLDER/FAHMA (2005).

O gráfico retrata a ausência e inconformidade dos dados hidrométricos da série histórica disponível e utilizada no dimensionamento das disponibilidades hídricas da bacia. Para o alto rio Preto foram utilizados os dados do PGIRH/DF que, pela mesma falta de dados, realizou uma ponderação por área para se chegar à série de vazões reconstituída para o exutório do rio Preto na região do Distrito Federal e entorno imediato. As Tabelas 58 e 59 apresentam o resumo dos dados das séries de vazão do rio Preto e, respectivamente, os referentes às disponibilidades hídricas.

Tabela 58 – Disponibilidade hídrica na bacia do rio Preto

Código	Nome	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{90}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{95}$ m <sup>3</sup> /s)	$Q_{mlt}$ m <sup>3</sup> /s)
42460000	Fazenda Limeira	8,711	12,005	10,328	66,500
42490000	Unai	12,802	18,263	15,846	76,700
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	14,320	20,676	17,984	86,100
42600000	Porto dos Poções	21,689	33,901	29,617	112,000

$Q_{7,10}$  Vazão mín. de sete dias de duração e dez anos de retorno

$Q_{90}$  Vazão com 90% de permanência

$Q_{95}$  Vazão com 95% de permanência

$Q_{mlt}$  Vazão média a longo termo

Fonte: PLANPAR (2006).

Tabela 59 – Dados hidrométricos: médias do rio Preto<sup>41</sup>

Código	Estação	P (mm)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	q (l/s/km <sup>2</sup> )	D (mm)	ETr (mm)
42460000	Fazenda Limeira	1297	57,4	15,3	483	814
42490000	Unai	1314	72,8	13,9	439	875
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	1321	81,3	14,1	444	877
42600000	Porto dos Poções	1300	113	12,2	385	915
Total		5232	324,5	55,5	1751	3481

q - Coeficiente de Vazão D - Deflúvio Superficial P - Precipitação ETr - Evapotranspiração Real

Fonte: Adaptado de GOLDER/FAHMA (2005).

<sup>41</sup>Apêndice D – Vazões médias e mínimas de referência para bacia do rio Preto.

Grande parte dos dados obtidos refere-se ao médio e baixo rio Preto, tal fato se deve à inexistência de dados medidos nas cabeceiras, a montante do exutório do rio Preto, e pela maior concentração de estações fluviométricas a jusante. A carência de informações sobre o balanço hídrico, ou mesmo a obtenção de dados mal regionalizados, representa grave prejuízo nos processos de tomada de decisão, seja no recém-criado CBH-rio Preto ou já veterano CBH-Paracatu, que como mencionado delibera ações na porção mineira da bacia. Os estudos identificados na área de estudo e o Plano Diretor do Paracatu, não trazem informações atualizadas e regionalizadas sobre esse importante indicador, algo que limita a aplicação eficiente de instrumentos gestores, que a luz das demandas e disponibilidades hídricas, poderiam melhor conceber o uso das águas na bacia.

### **6.3.2 Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água**

Para assegurar o bom funcionamento do instrumento de outorga de direito de uso e a manutenção das disponibilidades hídricas, alocadas em diferentes pontos da bacia, é crucial ter como critério o monitoramento dos usos e o estabelecimento ponderado das disponibilidades e demandas hídricas.

Para a determinação dos valores de água para outorga foi preciso identificar a vazão disponível para outorga, ou seja, a vazão remanescente de um determinado ponto do curso d'água deduzida da vazão ecológica<sup>42</sup>, e os dados disponíveis quanto às outorgas dos órgãos competentes. A vazão disponível para outorga é dada por:

$$Q_{out} = Q_{7.10} - Q_{eco}$$

O estado de Minas Gerais estabelece a vazão outorgável em 30% da  $Q_{7.10}$ , fixando a vazão ecológica, a que deve permanecer no rio não inferior a 70% da  $Q_{7.10}$  (SCHVARTZMAN et. al. 1999). Esse valor se difere de uma bacia para outra, assim como os valores praticados por cada estados brasileiros. Para a bacia do rio Preto, não existe valor pré-definido de vazão ecológica, sendo utilizado o valor de vazão utilizado como referência, para a utilização do indicador proposto, o referência mineiro.

---

<sup>42</sup> Vazão ecológica refere-se à vazão mínima que permita a sobrevivência dos organismos vivos dependentes de água. Tal qual no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do rio São Francisco, o método utilizado para determinação foi o de Tennant, um dos métodos mais utilizados em estudos baseado na ecologia fluvial. Através do método a vazão ecológica recomendada é calculada tomando por base a vazão média de longo termo –  $Q_{mlt}$ , para o local do aproveitamento hidráulico, utilizando diferentes percentuais para o período seco e para o chuvoso.

Tabela 60 – Vazão de outorga na bacia do rio Preto segundo vazão mínima

Código	Nome	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{eco}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{out}$ m <sup>3</sup> /s)
42460000	Fazenda Limeira	8,711	6,65	2,065
42490000	Unaí	12,802	7,67	5,132
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	14,320	8,61	5,71
42600000	Porto dos Poções	21,689	11,20	10,489
	Total			23,396

Fonte: Adaptado de PLANPAR (2006) e GOLDBER/FAHMA (2005).

O principal motivo de tomarmos aqui a vazão de outorga como indicador é a possibilidade de atribuir risco ao não atendimento do valor outorgado. Além de que, com tratamento simples de dados é possível realizar o monitoramento. Entretanto, há dificuldades em regionalizar os dados, sobretudo, quando se tem poucas estações de monitoramento para disponibilização de informações, além da existência de séries curtas, como é o caso da bacia em estudo.

As vazões mínimas foram utilizadas e devem ser retomadas como critério de outorga ao longo da bacia, pois traduzem as demandas ecológicas da bacia nos períodos em que há menor disponibilidade de água.

A partir dos dados foi possível estimar a vazão média de outorga, segundo  $Q_{7,10}$ , 23,39 para a bacia do rio Preto. Entretanto, é preciso que esse dado seja regionalizado e abranja diferentes pontos para alocação de água na bacia, potencializando instrumentos que contribuam para evitar conflitos de uso. Para possibilitar informações mais abrangentes nesse sentido é necessária a ampliação de estações de monitoramento, estabelecidas em pontos estratégicos da bacia, sobretudo no alto rio Preto, onde a demanda é grande.

As informações aqui levantadas se referem às vazões de outorga para uso consuntivo superficial, muito embora possa se pensar na vazão de outorga para uso de água subterrânea, assim como na vazão de outorga para diluição de efluentes. Entretanto, não foi considerada para o estudo a vazão de água subterrânea, pois há carência de informações desproporcional ao uso desses recursos. A vazão voltada à diluição de efluentes retoma legislação ambiental em vigor que, dentre outros critérios, deve fundamentar no monitoramento da qualidade e nas classes de enquadramento hídrico.

### 6.3.3 Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais

Para a análise do percentual de amostras físico-químicas da água, inconformes com os parâmetros legais, utilizou-se basicamente os ensaios sobre o Índice de Qualidade da Água – IQA. Esse indicador, desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (EUA), possibilita a interpretação do grau de contaminação dos corpos de água, através dos parâmetros: pH, turbidez, temperatura da água, demanda bioquímica por oxigênio, coliformes fecais e oxigênio dissolvido, dentre outros. Para cada um dos parâmetros foi atribuído um peso, conforme o nível de importância desses para o IQA.

A análise tomou o recorte temporal os anos de 1997 a 2011, e a base de dados do IGAM, através de seus estudos de Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais - Relatório Trimestral. Os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 foram usados como referência na determinação das violações das amostras, assim como o enquadramento do curso d'água em classe 2.

Na porção do alto rio Preto, mesmo na área que se insere dentro do Distrito Federal, não existem pontos de monitoramento da qualidade das águas, que sejam mantidos pela CAESB ou pela ANA.

Segundo dados apresentados pelo PLANPAR (2006) a única estação de monitoramento de qualidade das águas localizado na bacia do rio Preto (PT007<sup>43</sup>), demonstra que a qualidade de água, no ano de 2004, variava entre boa e média, obtendo segundo o programa IQACAL<sup>44</sup>, o valor de 65,8. Os principais indicadores de comprometimento da qualidade das águas eram coliformes fecais, turbidez e fosfato. O aumento das ocorrências de sólidos suspensos, nutrientes, matéria orgânica e coliformes fecais, ocorre sempre em função da chegada do período chuvoso. Durante esse período o IQA varia entre ruim e médio, como ilustra a Figura 33.

---

<sup>43</sup> Lat.: -17° 18' 15" Lon.: -46° 46' 15", altitude 600m.

<sup>44</sup> Dados obtidos através do *software* IQACAL desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico do Estado de Minas Gerais - CETEC, que faz o cálculo de notas específicas de cada parâmetro, variando de 0 a 100.

Tabela 61 – Parâmetros de qualidade das águas na bacia do rio Preto inconformes com a legislação

Parâmetros Inconformes	% Violação do Parâmetro*	Amostragem			Série Histórica		
		1º Trimestre			1997-2010		
		2011	2010	2009	Min.	Méd.	Máx.
Turbidez	118	218	310	211	33	265	690
Coliformes	2700	28000	50	5000	50	2081	5000
Sólidos	79	179	226	140	52	204	534
Cor	371	353	328	521	25	150	390

\* Deliberação Normativa COPAM/CERH - 01/2008.

Fonte: IGAM (2011).

Segundo o relatório, as possíveis fontes de poluição, associadas à alteração dos resultados, são: pecuária, efluente industrial (laticínio, matadouro e fábrica de alimento), esgoto sanitário e carga difusa; agricultura, erosão e atividades minerárias<sup>45</sup>. Os estudos de monitoramento da qualidade da água do 1º trimestre de 2011 classificam o IQA da bacia do rio Preto como ruim. A Figura 33 retrata a falta de pontos de amostragem de subafluentes do rio Preto e ainda o classifica como médio em termos de contaminação por tóxicos.

As áreas de mineração existentes ao longo da bacia, associadas ao manejo inadequado do solo agrícola, o desmatamento, os processos erosivos e o carreamento de sedimentos e nutrientes agregados, são alguns dos responsáveis pela concentração de sólidos suspensos nas amostras. Tais práticas acentuam as alterações nas amostras dos níveis de turbidez, fósforo, nitrogênio e coliformes fecais, sobretudo durante os períodos chuvosos.

<sup>45</sup> A atividade mineraria na bacia se destaca principalmente pela exploração de calcário, ouro, chumbo, zinco, titânio, cádmio, fosfato, areia, ardósia, argila, dolomito, cascalho, quartzo e diamante industrial e água mineral. São 74 processos em regime de autorização pelo DNPM, 1 processo em regime de concessão (calcário), 16 processos em regime de licenciamento, 13 processos solicitados que estão em análise e 81 processos em regime de área livre (85% calcário e 13% chumbo). A mineração é atividade potencialmente poluente dos recursos hídricos e demandas estudos para identificação dos impactos diretos e indiretos sobre a bacia (GOLDER/FAHMA, 2005).

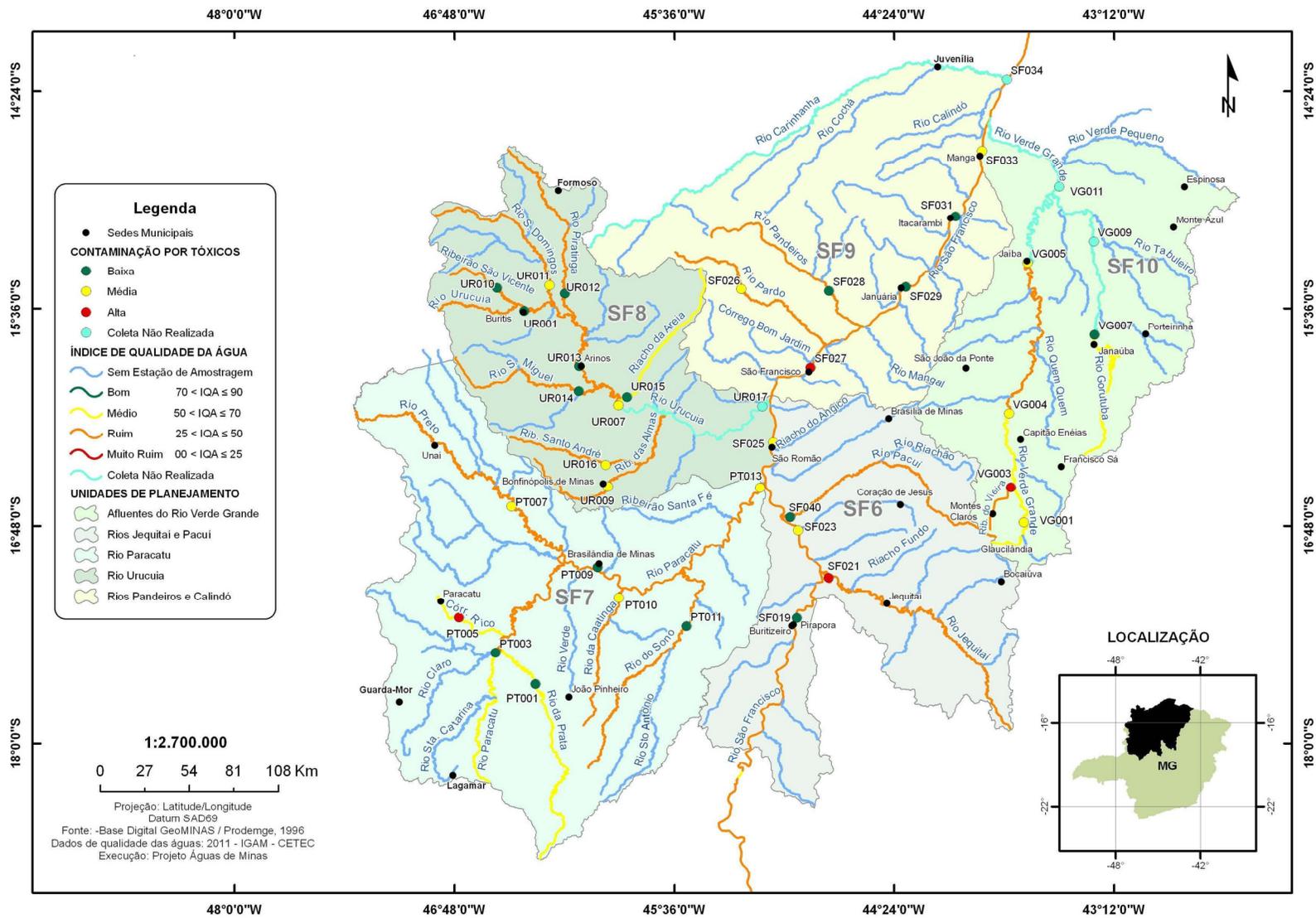


Figura 33 – Qualidade das águas superficiais na bacia do rio Preto – São Francisco

Fonte: IGAM (2011).

A série de análises, 1997 a 2004, apresentada pelo PLANPAR (2006), revelou que, em função dos períodos de seca e chuva na bacia há grande oscilação dos parâmetros nas amostras. A Figura 34 retrata esse diferencial nas amostras em função dos períodos de chuva.

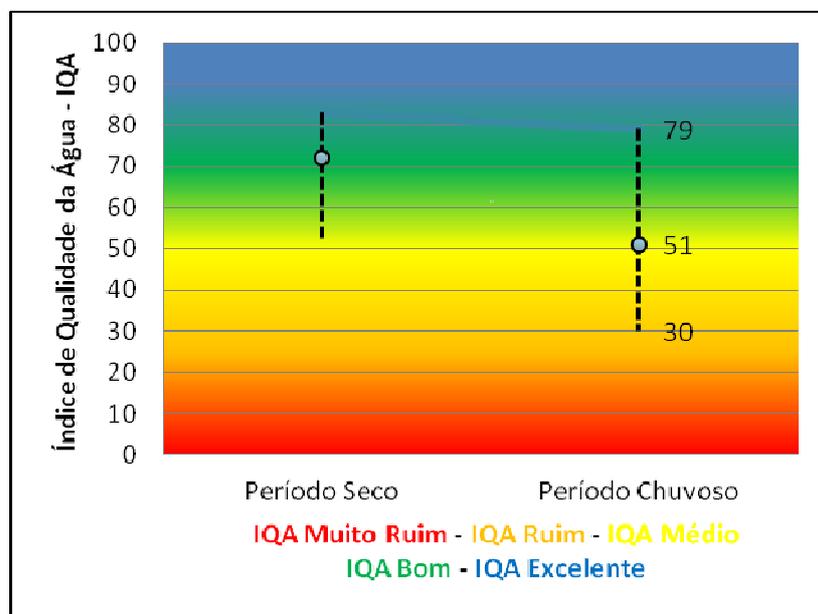


Figura 34 – Qualidade das águas na bacia do rio Preto

Fonte: PLANPAR (2006).

As alterações nas amostras podem ser atribuídas a fatores naturais, como ao contexto pedológico da região. Desse modo, a afirmação demanda um maior universo de amostragem ao longo da bacia, assim como de análises de solos em pontos estratégicos, em que o uso de fertilizantes seja acentuado.

O uso do indicador caracterizou bem a porção do médio e baixo rio Preto, porções estas que possuem pontos de monitoramento do IQA mantidos pelo IGAM. Na porção do alto rio Preto não foi possível obter informações e apresentar as contribuições do indicador para a bacia. Vale ressaltar que a porção do alto rio Preto é de domínio federal, não fazendo parte das estações de monitoramento mantidas pelo IGAM. Tal fato é extremamente prejudicial à gestão dos recursos hídricos e limita a atuação do CBH-rio Preto, pois não é conhecido o atual estágio de contaminação e impacto sobre as águas da porção mais intensamente dominada pelas atividades agrícolas de grande porte.

A aplicação do indicador limitou-se a caracterização gerais, que teve como referência os tipos de solos encontrados na bacia. Um estudo minucioso, sobre os parâmetros de qualidade do solo, é recomendado para a área de estudo, pois possibilitará o conhecimento das reais condições de suporte hídrico e de cultura agrícola.

#### **6.3.4 Parâmetros físicos de qualidade solo**

Em sistemas agrícolas o entendimento da qualidade do solo é fundamental, pois possibilita a adoção de medidas estratégicas quanto à produtividade dos cultivos e o manejo dos recursos hídricos. A qualidade do solo refere-se às condições ótimas para que ocorram processos e fluxos químicos, físicos e biológicos. Sua qualidade física descreve, basicamente, sua capacidade em permitir a infiltração, retenção e disponibilidade de água, além de seu potencial de resposta ao manejo e processos de degradação. Para a análise da qualidade física do solo deve-se conhecer basicamente a estrutura, densidade ou resistência física, textura, porosidade e condutividade hidráulica (REICHERT et. al., 2003).

Durante a etapa de pesquisa documental não foi encontrado estudo específico quanto à qualidade física do solo da bacia do rio Preto, seja em Planos Diretores de Recursos Hídricos, seja em estudos institucionais que abarcam a área de estudo. Entendendo o indicador como importante na gestão de sistemas agrícolas, foram feitas considerações gerais, fundamentadas nos tipos de solo identificados.

Segundo EMBRAPA (1999), as seguintes classes de solos são predominantes: Latossolos, Argissolos, Neossolos e Cambissolos. Nas feições cársticas os solos presentes são, principalmente, Neossolos Litólicos, Cambissolos, Latossolos Vermelhos e Nitossolos. A Figura 35 mostra a distribuição dos tipos de solos ao longo da bacia.

Solos com horizonte B ocorrem com maior frequência. Normalmente são solos bastante desenvolvidos, com mais de um metro de profundidade, entretanto com baixa fertilidade devido ao alto grau de intemperização. Através da aplicação de fertilizantes e corretivos, os Latossolos, que apresentam boa permeabilidade, podem apresentar potencial agrícola.

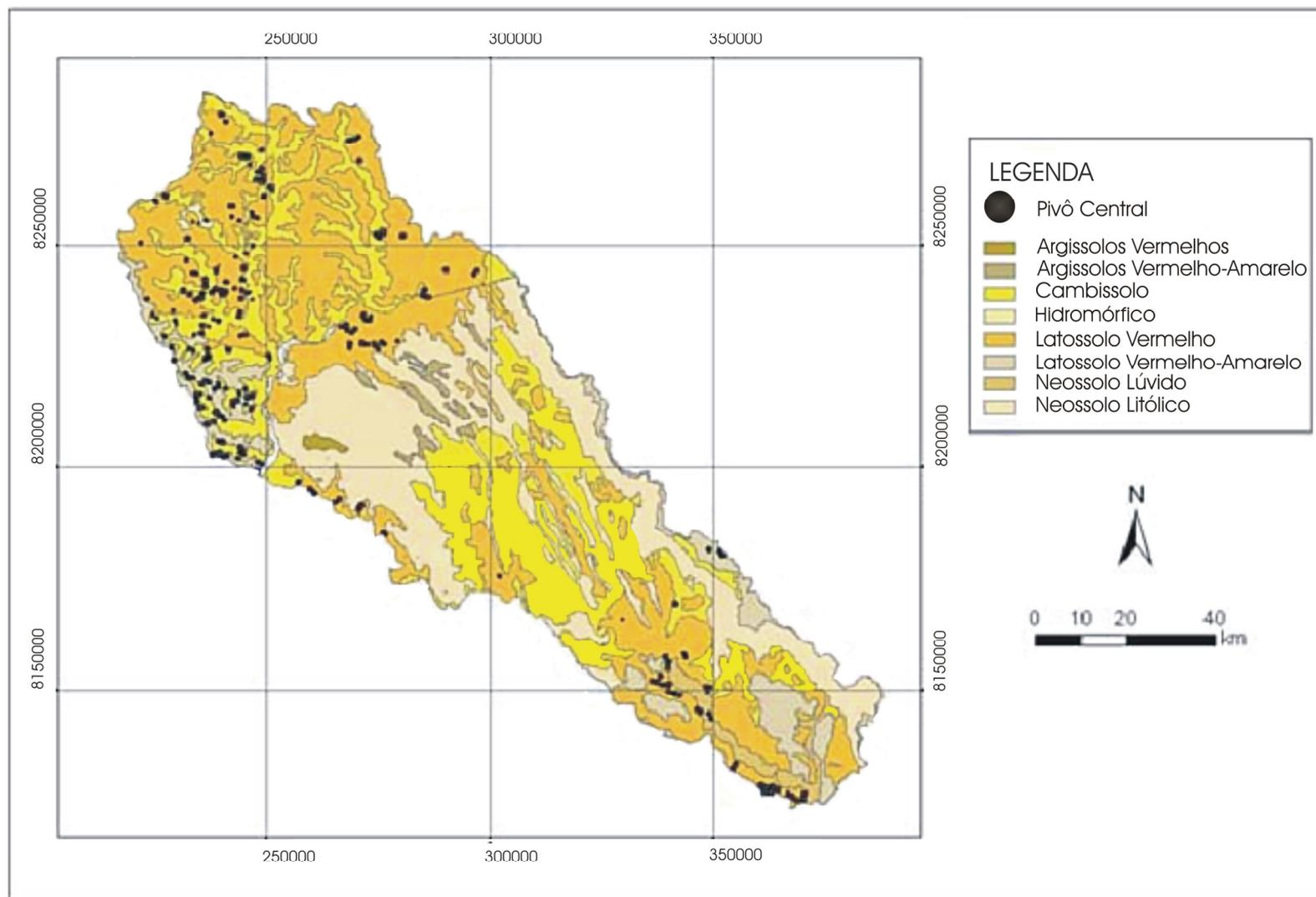


Figura 35 – Tipos de solos e projetos de irrigação na bacia do rio Preto

Fonte: SOARES et. al. (2007).

Em termos do aproveitamento agrícola, os Neossolos Litólicos e os Cambisolos, encontrados na porção ocidental da bacia, são pouco desenvolvidos, hidromórficos, não indicados para a atividade agrícola, muito embora tenham aproveitamento na pecuária extensiva, no reflorestamento ou mesmo como substrato para a vegetação natural, minimizando os efeitos erosivos (PLANPAR, 2006).

Os valores de densidade do solo<sup>46</sup> são realizados quando o solo encontra-se em um determinado teor de umidade, situação usualmente denominada como úmida ótima para compactação. A densidade relativa entre 0,72 e 0,84 é tida, segundo KLEIN (2002), como apropriada ao desenvolvimento de vegetais. Na faixa de 0,86 a 0,90 há grande redução no volume de macroporos, afetando a condutibilidade hídrica e o movimento do ar necessário à condução de gases no interior do solo, reduzindo drasticamente o potencial de rendimento de culturas agrícolas (FERRERAS et. al., 2001).

A estrutura e a textura<sup>47</sup> dos tipos de solos identificados na bacia refletem diretamente na porosidade do solo, pois nesse indicador são analisados a granulometria, forma, comprimento, a largura e tortuosidade das partículas componentes. A partir da análise dos poros, classificados em macro ou microporos, é que se pode conhecer os processos de drenagem, aeração, retenção de água e mecânica do solo. Solos demasiadamente porosos possibilitam menor contato solo/raiz reduzindo a absorção de água e nutrientes pelas raízes, interferindo diretamente na produtividade agrícola. Solos com baixa porosidade tendem a induzir ao crescimento lateral e a diminuição das raízes que, menores, procuram poros menores. Em solos densos e compactos a condutividade hidráulica<sup>48</sup> tende a ser menor, ao passo que em solos porosos, fraturados ou agregados, os valores são comumente maiores.

A resistência mecânica do solo representa a força que as raízes dos vegetais devem exercer para romper o solo. Seus valores estão diretamente relacionados à densidade do solo e refletem o estado de compactação do solo. Esse indicador da qualidade física do solo possibilita, em conjunto com os demais, identificar fatores físicos limitantes ao crescimento das raízes e ao desenvolvimento dos vegetais.

---

<sup>46</sup> O método do anel volumétrico é comumente a técnica utilizada para medição da densidade do solo (EMBRAPA, 1997).

<sup>47</sup> Para a análise da textura do solo, o método da pipeta, baseado na velocidade de queda das partículas, conforme a Lei de Stokes técnica usual (EMBRAPA, 1997).

<sup>48</sup> A condutibilidade hidráulica pode ser obtida de duas formas: em laboratório, utilizando para sua determinação o permeâmetro de Guelp de carga constante, ou em campo com a vantagem de maior proximidade da realidade (KLEIN, 2002).

As propriedades físicas do solo podem sofrer alterações advindas do uso agropecuário do solo. A compactação, promovida pelo sucessivo manejo dos cultivos e pelas atividades de pastagem, modifica negativamente a resistência do solo. Ao contrário, a conservação de vegetação natural preserva as propriedades físico-químicas do solo. A irrigação excessiva dos solos, principalmente de solos pouco espessos com textura grossa, contribui para o arraste (lixiviação) e infiltração de nutrientes, sais e agroquímicos.

Solos argilosos como, argissolo vermelho e argissolo vermelho-amarelo, encontrados em pequenas porções do alto e baixo rio Preto, possuem propriedades físicas que lhe conferem uma maior capacidade em reter água do que os menos argilosos, isso se dá em função da porosidade, em que poros de menor diâmetro retêm água em tensões superiores à capacidade de extração dos vegetais.

O entendimento dos mecanismos que governam a funcionalidade física do solo é importante aos sistemas agrícolas para que seja possível o uso e manejo apropriado, ou seja, uma orientação às práticas de aragem, irrigação, drenagem e conservação do solo e água. Entretanto, definir um solo como fisicamente ideal é difícil, haja vista sua variabilidade em extensão e ao longo do tempo (REINERT & REICHERT, 2006).

É consenso na literatura que um solo fisicamente ideal para qualidade ambiental, e também ao cultivo de vegetais, é aquele que apresenta boa retenção de água, bom arejamento, bom suprimento de calor e pouca resistência ao crescimento radicular. Paralelamente, boa estabilidade dos agregados e boa infiltração de água no solo. É primordial para bacias hidrográficas com perfil agrícola, tal qual o rio Preto, o conhecimento dos parâmetros físicos de qualidade dos solos, algo não encontrado na área de estudo.

#### **6.4 Impactos nos recursos hídricos**

O impacto das atividades agrícolas nas águas foi analisado através dos indicadores: Processos erosivos avançados com repercussões aos corpos hídricos e Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com pareceres que constatem o grau de poluição.

#### **6.4.1 Feições erosivas avançadas com repercussões nos corpos hídricos**

As características do solo e do relevo são fundamentais para análise do indicador de feições erosivas. A bacia do rio Preto, como descrito anteriormente, apresenta extensos planaltos formados sobre capeamento sedimentar, sobretudo na porção norte. Um conjunto de serras com amplas cristas na sua área central e uma região deprimida correspondente ao baixo rio Preto.

Em diferentes áreas da bacia, com variadas composições edáficas, dependendo do nível de dissecação, há um tipo de erosão correspondente. Em áreas de colinas a erosão é laminar, abrangendo grande parte da paisagem, com raras feições erosivas em sulcos, voçorocas ou áreas de deslizamento. Nas áreas de encostas, em que os sedimentos sofrem o efeito da declividade do terreno, a presença de ravinamentos é recorrente (GOLDER/FAHMA, 2005).

As porções da bacia com coberturas de Cambissolo apresentam deficiência de água e com uso agrícola limitado. Essas porções coincidem com as de declividade acentuada e presença excessiva de frações grosseiras, como cascalhos e pedregosidades. São, portanto, impróprias à mecanização agrícola e altamente susceptíveis a processos erosivos (ibidem).

Nas áreas com coberturas latossólicas, em que se observa declives pouco acentuados, a interação solo-relevo confere ao solo maior resistência à erosão, pois por sua drenagem eficiente, a infiltração supera o escoamento superficial constituindo as principais áreas de recarga do lençol freático, por receberem considerável aporte hídrico.

A situação descrita retrata bem as depressões hidromórficas, ou veredas, encontradas na transição do alto para o médio rio Preto. Segundo BRAUN (1971), esses compartimentos apresentam-se como ambientes de recarga hídrica e comportam um grande número de anfiteatros modelados nos rebordos dos planos que os caracterizam. Por sobre os planos e em suas proximidades ocorrem rupturas com os rebordos erosivos (Figura 36).

O Plano Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – PIGRH, avaliando a dinâmica erosiva da área de estudo, reconhece três níveis de manifestação: alto, médio e baixo risco.

Segundo o documento, as áreas de alto risco erosivo se caracterizam por apresentar um processo crônico de erosão nas encostas. O pisoteio de animais e a ocorrência de queimadas, além dos condicionantes geológicos, geotectônicos e geomorfológicos, tornam os solos desprotegidos e sujeitos à ação erosiva. Nesta categoria se enquadram coberturas de solo espessa (6 a 8m), com cobertura coluvionar laterítica de pequena espessura ou completamente fragmentada, com inclinação em torno de 20°, susceptíveis pela remoção da cobertura laterítica, desmatamento e desenvolvimento de atividades agrícolas.

As áreas de médio risco são as mesmas sujeitas aos fenômenos erosivos identificados na de alto risco, porém com processos erosivos estabilizados, principalmente pela regeneração da cobertura vegetal nas feições de voçorocamento e ravina-mento.

Em encostas com inclinação próxima ou inferior a 10°, ravinas e sulcos desenvolvidos em horizontes pouco espessos de solo, espessura inferior a 1,5m, resultante principalmente da ação de pisoteio do gado, favorece o escoamento superficial, redefinindo o nível de aprofundamento de drenagem, o desenvolvimento de erosão em sulcos, além de potencializar ocorrência de *soil piping*<sup>49</sup> e desenvolvimento de voçorocas. As áreas de baixo risco apresentam-se como depressões posicionadas entre rebordos erosivos de chapadas.

Com base nos estudos de GOLDER/FAHMA (2005) quanto ao uso do solo na bacia do rio Preto, foram identificados dois padrões de dissecação com dinâmicas e susceptibilidade distinta a processos erosivos. A Figura 37 localiza a tonalidade clara dos terrenos dissecados submetidos à pastagem, contrapondo-se aos terrenos planos onde pastagens e cultivos temporários apresentam-se como formas de uso mais característico da área.

O referido estudo destaca que a tonalidade clara mostrada pela figura, representa o domínio de dissecação e o campo cerrado desenvolvido sobre solos rasos, enquanto que os tons mais escuros representam as superfícies planas utilizadas com cultivos e pastagens (op. cit.: 40).

---

<sup>49</sup> Erosão subsuperficial em que túneis, de diâmetro variando de centímetros até 1 m, são formados nos bancos de rios, riachos e voçorocas. Este processo é associado com saturação temporária, alto teor de sódio no solo e, em alguns casos, aos buracos de formigas, cupins e alguns onívoros. (GOLDER/FAHMA, 2006).

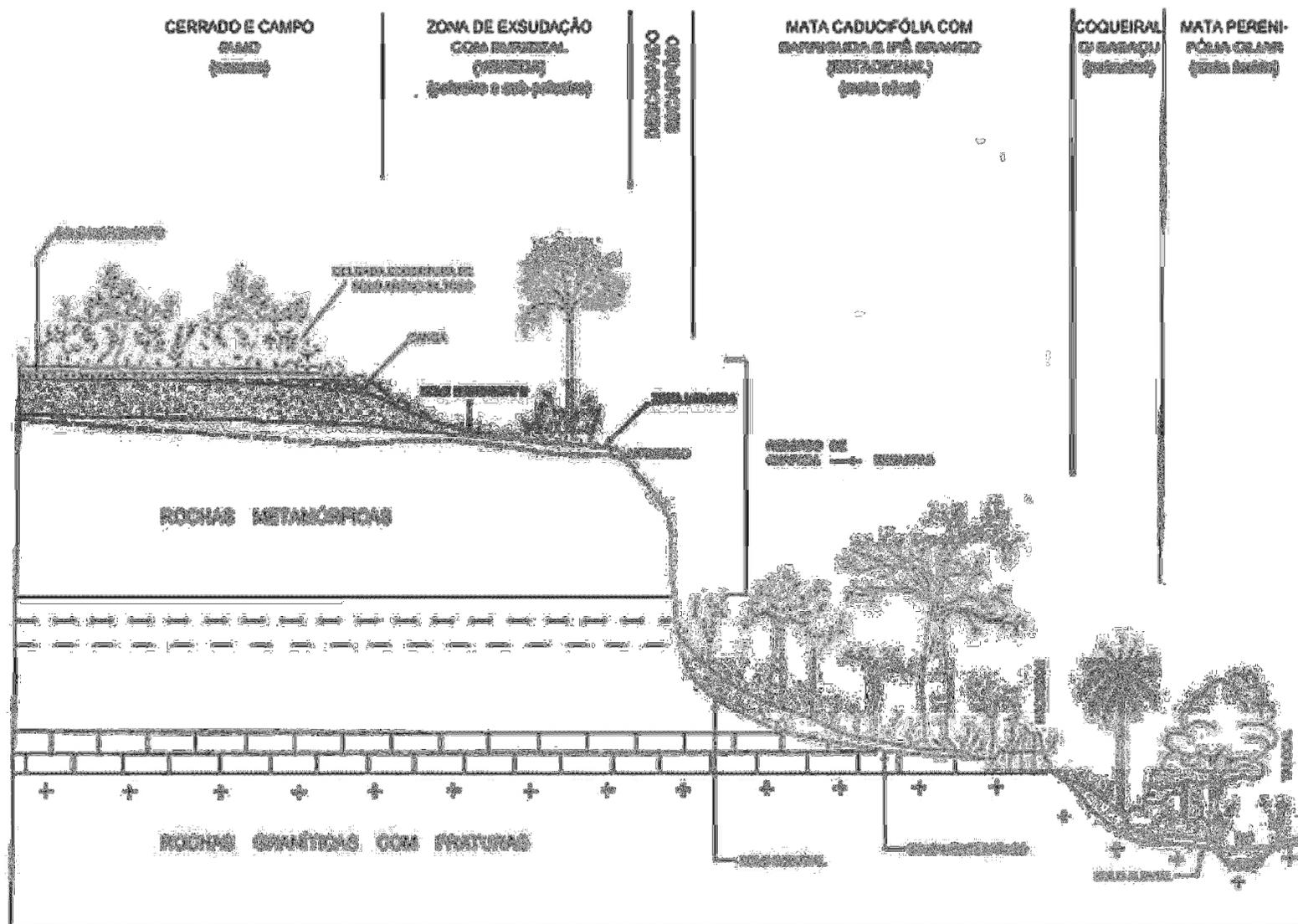


Figura 36 – Ruptura dos planos com bordos erosivos em veredas

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).

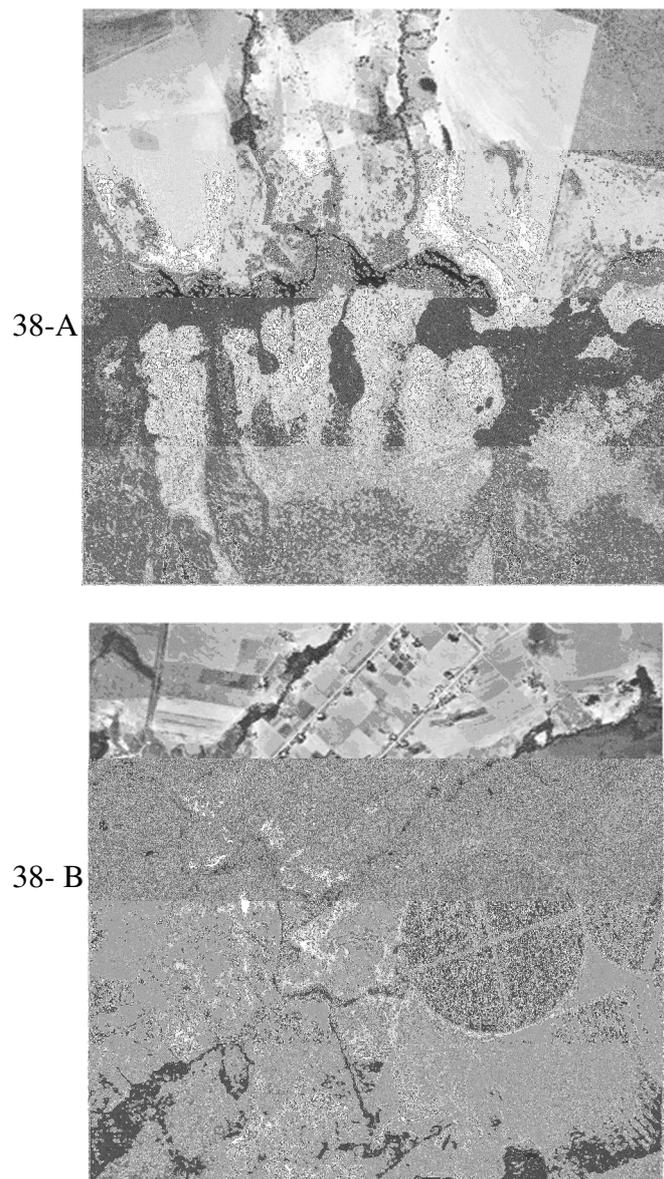


Figura 37 – Diferentes padrões de ocupação e processos erosivos na bacia do rio Preto

Fonte: GOLDER/FAHAM (2005).

Estudos do PLANPAR (2006) alertam para o fato da bacia do rio Preto possuir um elevado potencial erosivo. As áreas de maior potencial erosivo, conforme evidencia a Figura 38, correspondem às escarpas íngremes dos planaltos e das Cristas de Unaí.

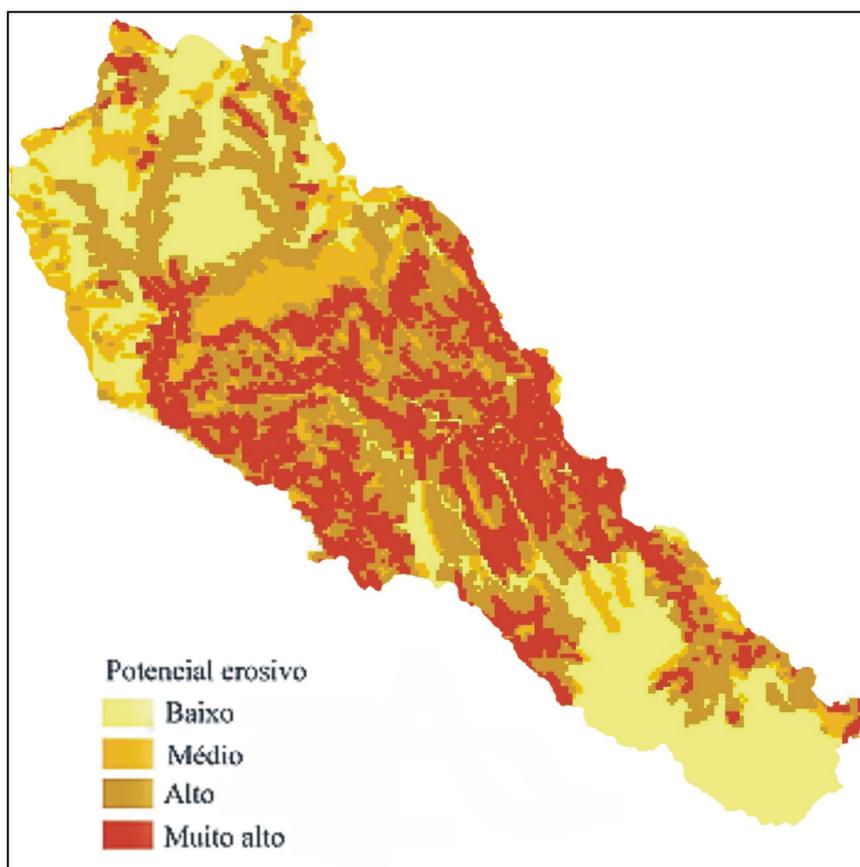


Figura 38 – Susceptibilidade erosiva da bacia do rio Preto

Fonte: Adaptado de PLANPAR (2006).

As considerações quanto aos processos erosivos na bacia reforçam a necessidade de se pensar as ações e impactos diretos que as veredas vêm sofrendo com o volume expressivo de carga de sedimentos mobilizáveis através do escoamento superficial concentrado. Aliado a isso, a preocupação de se conservar esses importantes ambientes, de recarga de aquíferos, como reserva de água em quantidade e qualidade para abastecimento público e manutenção ecológica da bacia.

A implementação do indicador, proposto para identificação das feições erosivas, se mostra necessário na identificação dos impactos ambientais dos projetos agrícolas e a exploração dos recursos naturais por eles promovida. Quanto aos impactos ambientais, os recursos hídricos e os solos são os que, comumente, estão relacionados à degradação ambiental dos sistemas agrícolas. As considerações proporcionadas pelo indicador são apenas de caráter geral, é preciso estudos pontuais para melhor caracterizar as várias feições e repercussões dos processos erosivos no conjunto da bacia.

#### 6.4.2 Corpos d'água poluídos

O Índice de Qualidade da Água não analisa a maioria dos parâmetros de toxicidade das águas. Desse modo os parâmetros de toxicidade considerados, tais quais os limites da Classe de Enquadramento, estabelecidos pela DN CONAMA 357/05, foram: cobre, cádmio, chumbo, cianeto, amônia, arsênio, bário, cromo, mercúrio, nitrato, nitrito, zinco e índice de fenóis.

Segundo estudo do PLANPAR (2006), ensaios ecotoxicológicos das amostras da estação PT007, única disponível na bacia, a jusante da cidade de Unaí, apontaram situação preocupante. Foi detectado efeito deletério (morte, alterações fisiológicas e redução da fecundidade) sobre microcrustáceo *Ceriodophnia dubia*, o que representa elevado percentual de resultados positivos das amostras (op. cit.: 147). A Figura 39 resume o resultado percentual dos testes que, dentre outras observações, apontam a necessidade de um monitoramento mais detalhado da qualidade das águas na bacia.

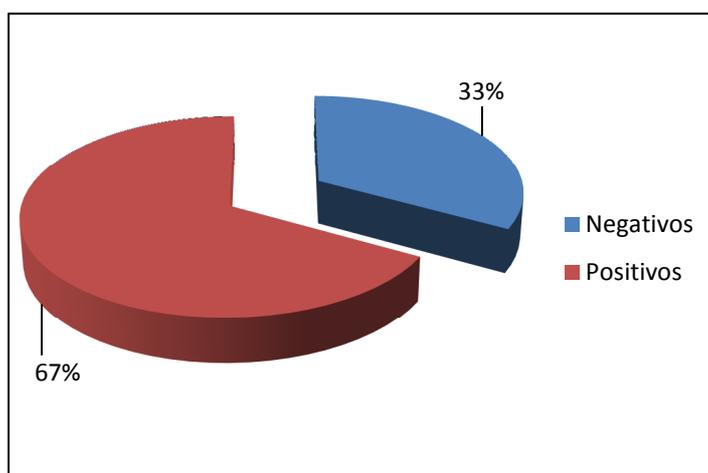


Figura 39 – Percentual dos resultados de ensaios ecotoxicológicos da bacia do rio Preto

Fonte: PLANPAR (2006).

O Relatório da Qualidade das Águas de Minas Gerais, elaborado pelo IGAM, numa série histórica de análises na bacia de 1997-2010, menciona que as amostras que obtiveram maior desconformidade com a legislação na bacia do rio Preto foram os fenóis e o manganês. A Tabela 62 traz os percentuais de desconformidade, os valores mínimo, médio e máximo detectado nas amostras.

Tabela 62 – Parâmetros de toxicidade das águas na bacia do rio Preto inconformes com a legislação

Parâmetros Inconformes	% Violação do Parâmetro*	Amostragem			Série Histórica		
		1º Trimestre			1997-2010		
		2011	2010	2009	Min.	Méd.	Máx.
Fenóis	33	0,004	0,001	0,001	0,001	0,003	0,013
Manganês	84	0,184	0,208	0,181	0,003	0,196	0,461

\* Deliberação Normativa COPAM/CERH - 01/2008.

Fonte: IGAM (2011).

O mesmo estudo do IGAM não demonstrou alteração na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), algo que indica que suas águas têm pouco volume de material orgânico. Logo o volume de oxigênio dissolvido (OD) também apresentou valores normais, ou seja, acima do limite estabelecido pelo instrumento legal.

O manganês seguiu a mesma tendência em relação a alguns parâmetros de qualidade das águas analisados anteriormente, ou seja, a alteração das amostras também se dá em função da chegada do período chuvoso. A Figura 40 retrata a oscilação nas amostras e estabelece relação entre a vazão. Os meses com maior vazão são também os que apresentam maior concentração.

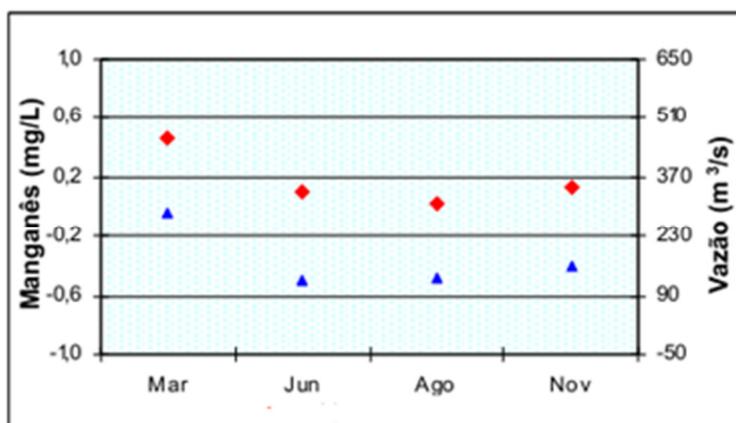


Figura 40 – Variação de manganês nas águas da bacia do rio Preto – 2004

Fonte: PLANPAR (2006).

As amostras (1997-2004) detectaram elevado teor de fenóis<sup>50</sup> no início da série e redução a partir da de 1998. Os fenóis são compostos orgânicos muito tóxicos, sobretudo aos organismos aquáticos. A contaminação das águas por fenóis pode estar

<sup>50</sup>No estado de Minas Gerais, segundo a Deliberação Normativa 10/86, o limite de fenóis é de 0,001 mg/L  $C_6H_5OH$ . Os limites propostos pela Resolução CONAMA nº 357/05 recomendam de 0,003 mg/l  $C_6H_5OH$ , menos restritivo que a legislação estadual vigente.

associada a diferentes fontes poluentes associadas a efluentes e pesticidas. A Figura 41 traz a representação dos dados da série de amostras.

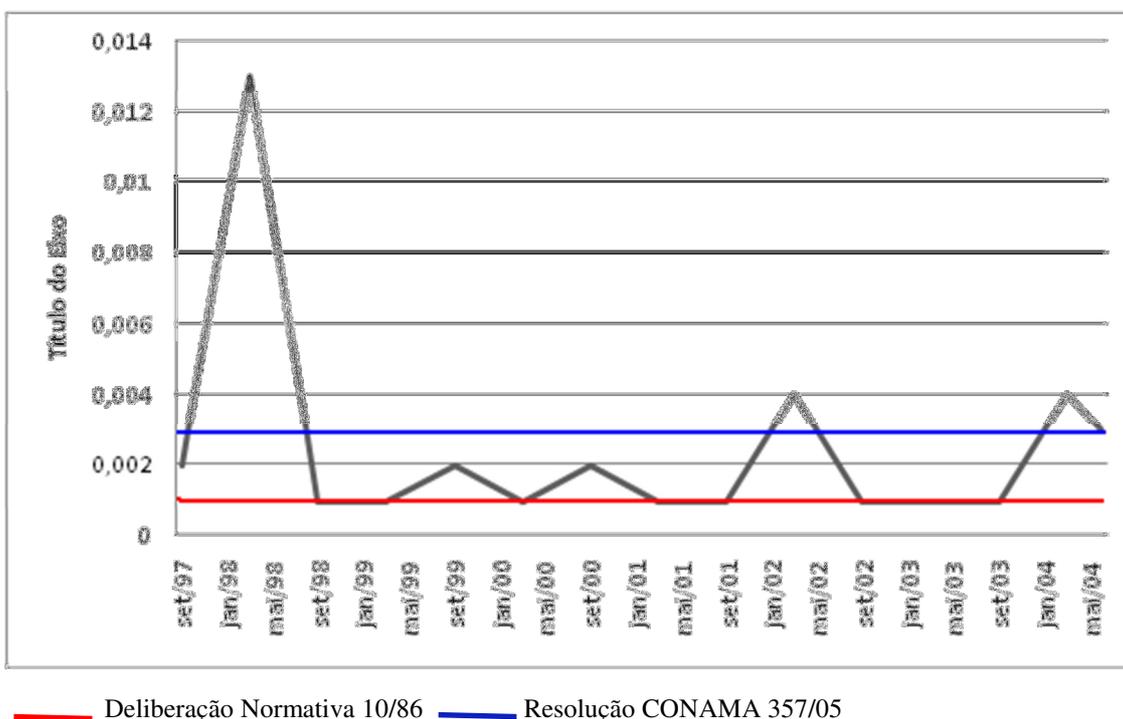


Figura 41 – Ocorrência de fenóis na bacia do rio Preto

Fonte: Adaptado de PLANPAR (2006).

As alterações observadas nas amostras, sobretudo quanto a manganês e aos fenóis, podem estar associadas ao uso elevado de fertilizantes na região, já que essa e outras substâncias, como o cobre, cádmio e chumbo, são alguns dos micronutrientes essenciais à fertilização e correção de solos agrícolas.

Quanto à contaminação das águas subterrâneas, conforme o estudo de CAMPOS & SILVA (1998) e a pesquisa documental realizada, não há uma caracterização concisa quanto aos atributos físicos dos recursos hidrogeológicos. Apesar de seus estudos se aplicarem em apenas a porção do alto rio Preto, o Plano Diretor do Paracatu, que abrange a maior porção da bacia, não relata informações quanto à contaminação desses aquíferos.

Entretanto, em função da predominância de latossolos que, dentre suas características físicas, se destacam pela elevada condutividade hidráulica, há grande quantidade de áreas de risco de contaminação de águas subterrâneas, sobretudo, por serem estes solos de uso agrícola intensivo.

As principais fontes potencialmente poluidoras das águas subterrâneas são: postos de combustíveis, cemitérios, depósitos de lixo, poços, agricultura intensiva, ocupação urbana, garagens e oficinas, indústrias e estações de tratamento de esgoto. As regiões de chapada e de dissecação intermediária são as mais frágeis e sujeitas à contaminação dos aquíferos, justamente as áreas da bacia em que a ocupação ocorreu sem planejamento prévio (ibidem). A Tabela 63 enumera algumas dessas fontes.

Tabela 63 – Fontes de poluição difusa e potencial poluidor no alto rio Preto

Grupo de Fontes Poluidoras	Quantitativo	Porte	Potencial Poluidor	Classe de Enquadramento
Lixões e aterros sanitários	1 unidade	P	M	1
Cemitérios	1 unidade	P	M	1
Assentamentos urbanos e resíduos domésticos	127,4 l/s de esgoto não tratado	M	M	3
Atividades industriais e de serviços	-	-	-	-
Atividades agrícolas e pecuárias	9042 ha	G	M	5

Observações: P = pequeno, M = médio, G = Grande.

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).

Com base no monitoramento físico-químico feito pela COPASA e no inventário hidrogeológico realizado pela CETEC em 1976, o Plano Diretor do Paracatu disponibilizou algumas informações quanto aos aquíferos, porém sem regionalizá-los nas bacias, caso da bacia do rio Preto.

Os aquíferos do tipo granular e cárstico são predominantes em toda extensão da bacia. Nos granulares as análises demonstraram baixos valores para conteúdo de sólidos dissolvidos, dureza e concentrações de cloretos e sulfatos. Devido ao conteúdo de dióxido de carbono dissolvido, em geral as águas são ácidas, com pH abaixo de 7. Nos aquíferos cársticos fissurados, sistema Bambuí, a dureza das águas atingiu o valor médio de 106,1 e máxima de 362 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . As concentrações de cloreto e sulfato, respectivamente, os valores médios de 8,1 e 3 mg/l (PLANPAR, 2006).

Apesar dos resultados pouco alarmantes, mas também sem atualização periódica, há de se atentar para o fato de que a atividade na superfície potencializa, em longo prazo, sobretudo em bacias hidrográficas agrícolas, a entrada de maiores quantidade de compostos químicos nos sistemas superficiais e subterrâneos. Em um processo lento,

contínuo e silencioso, a alteração do estado trófico da água a torna imprópria ao consumo, e/ou demanda processos químicos para torná-la apta ao consumo humano. Dos solos ao meio aquático os contaminantes, comprometem lençóis subterrâneos e também alimentos que, como compostos da dieta humana, representam um dos graves problemas de saúde pública advindos da contaminação das águas.

Como já comentado, anteriormente, não há estações de monitoramento das águas no alto rio Preto. O indicador obteve maior eficiência na porção mineira da bacia, monitorada pelas estações mantidas pelo IGAM. Para eficiência na aplicação do indicador é importante que haja monitoramento periódico dos níveis de toxidez encontrados nas águas, bem como a identificação das fontes poluidoras.

## **6.5 Esforços sociais de gestão dos recursos hídricos**

As respostas sociais dadas frente aos processos de uso e manejo das águas na bacia, associadas à gestão dos recursos hídricos foram analisadas por meio dos seguintes indicadores: Percentual de áreas protegidas; Programas pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos, Usuários participantes em órgãos colegiados ligados à gestão das águas, ao setor agrícola ou às questões ambientais, Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia e Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas iniciados e concluídos.

### **6.5.1 Percentual de áreas protegidas**

Alguns dos pontos marcantes, na caracterização ambiental da área de estudo, certamente foi sua importância ecológica e hídrica. A bacia é marcada por inúmeros ambientes aquáticos, representado sobre tudo pelas veredas e lagoas marginais.

A importância do indicador está associada ao cumprimento de normativas legais que garantem a de conservação de ambientes que garantam a manutenção ambiental das águas na área de drenagem da bacia. As unidades de conservação representam esse elo entre conservação dos ambientes e manutenção dos recursos ambientais. A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, define unidade de conservação como sendo o “Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com ca-

racterísticas naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração”.

As unidades de conservação representam a possibilidade de casar ações ambientais de fiscalização à gestão dos recursos hídricos, sobretudo em bacias agrícolas onde o comprometimento dos sistemas de recarga e de áreas verdes representa, a curto e longo prazo, prejuízos à qualidade e quantidade de recursos disponíveis.

Segundo a referida lei, as unidades de conservação se distinguem em duas categorias: Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. As de proteção integral foram criadas no sentido de haver manutenção de ecossistemas livres de alterações causadas por interferência antrópica, sendo apenas o seu uso indireto permitido, como: Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques (Nacional, Estadual ou Municipal), Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre. As de uso sustentável já permitem a exploração, mas de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e os processos ecológicos, como: Área de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural.

A bacia do rio Preto conta com um número ínfimo dessas unidades de conservação, reflexo do avanço histórico das atividades agrícolas e da descaracterização ambiental cujos prejuízos às espécies animais e vegetais, “termômetro ambiental” da pressão sobre os ecossistemas, são visíveis. Informações do Instituto Estadual de Florestas – IEF, Fundação Biodiversitas e Prefeituras Municipais, existem quatro unidades de conservação de uso sustentável. No alto rio Preto as APA’s Planalto Central, correspondendo a 1270,83 km<sup>2</sup> (12,51% da bacia), do rio São Bartolomeu com 54,90 km<sup>2</sup> de área da bacia (0,54%) e APM do córrego Quinze, no médio rio Preto a Reserva Ecológica Fundação Roona Loures – RPPN, criada pela Portaria nº 16, de 17 de março de 2000, possui aproximadamente 300 ha.

Das Unidades de Conservação localizadas no Distrito Federal, porção do alto rio Preto, muito pouco resta de cobertura vegetal. Grande parte das áreas verdes deu lugar a grandes projetos de exploração rural (Figura 42). Do alto rio Preto a única área de reserva encontrada está na Reserva Biológica do Exército Brasileiro, localizada no município de Formosa-GO.

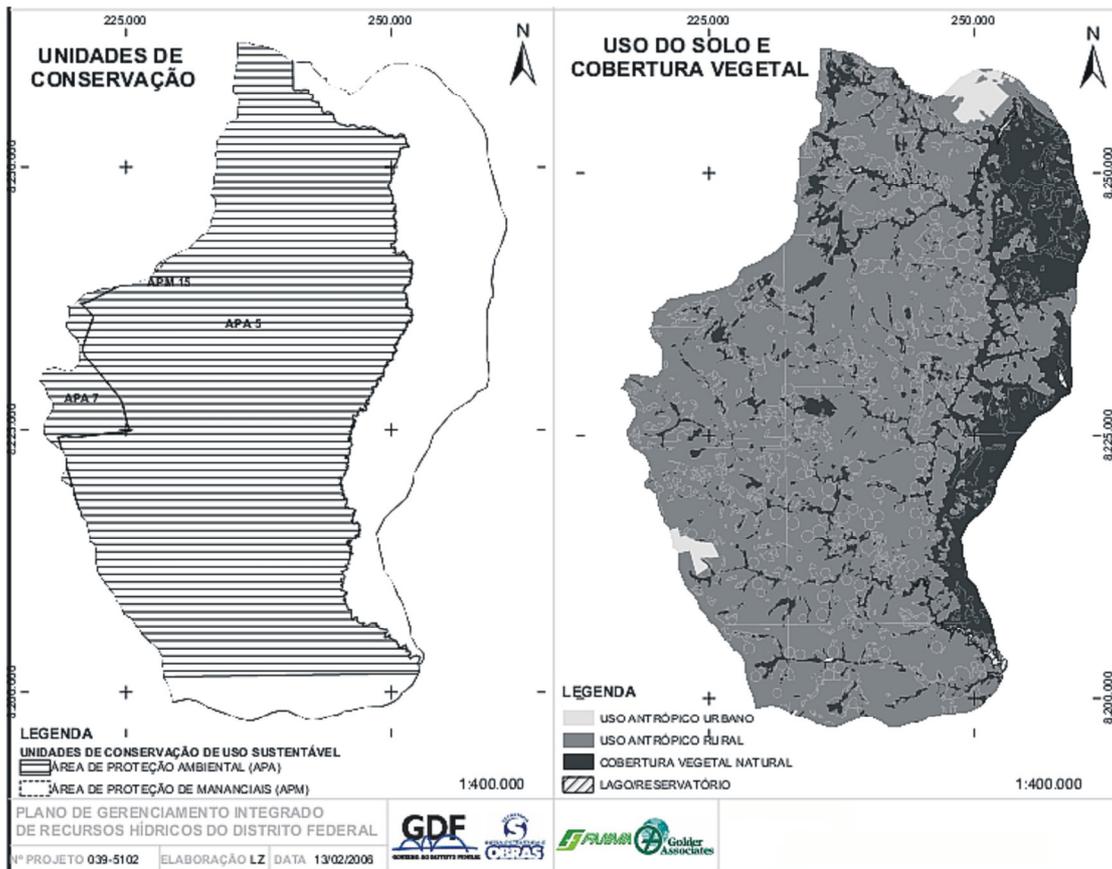


Figura 42 – Unidades de conservação, uso do solo e cobertura vegetal no alto rio Preto

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).

As Unidades de Conservação, instituídas pelo Poder Público, não representam a única forma de conservação ambiental, outras áreas da bacia são protegidas por Lei como o caso das Áreas de Preservação Permanente – APP<sup>51</sup>, e Reservas Legais<sup>52</sup>, pelo Código Florestal<sup>53</sup>, as Áreas de Proteção de Mananciais – APM. Estas áreas representam na bacia, mesmo que fora das Unidades de Conservação, áreas de regime especial de conservação e uso.

O município de Unaí é o que detém o maior número de sítios espeleológicos cadastrados pela Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE<sup>54</sup>. São cinco grutas com profundidades diferentes (Tabela 64).

<sup>51</sup> As APP's compreendem as áreas ao longo dos rios ou de qualquer curso de água, principalmente nas nascentes ou olhos de água, áreas em topos de morro, montanhas, áreas em encostas com declividade superior a 45°, bordas dos tabuleiros e chapadas e áreas localizadas em uma altitude superior a 1800 metros.

<sup>52</sup> São porções de áreas privadas rurais proibidas de corte raso, que no cerrado deve constituir-se de, no mínimo, 20% da área total.

<sup>53</sup> Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965.

<sup>54</sup> A espeleologia envolve estudos de exploração de grutas e cavernas.

Tabela 64 – Sítios espeleológicos na bacia do rio Preto

Gruta	Município	Profundidade Horizontal	Cadastramento
Gentio (lapa do)	Unaí	-	1/4/1989
Tamboril (gruta do)	Unaí	1780	16/5/1990
Areia (gruta do)	Unaí	3152	19/2/1997
Paulista (gruta do)	Unaí	676	19/2/1997
Xico Bento (buraco do)	Unaí	1135	19/2/1997

Fonte: SBE (2011).

As lagoas marginais, desde o estabelecimento da Lei nº 11.943/95, ganharam maior atenção, pois se tornaram APA's. O documento destaca a importância de se proteger os ecossistemas ribeirinhos, o regime hidrológico, ictiofauna, além de assegurar a avifauna, mastofauna, herpetofauna e a anurofauna, presente nesses ambientes.

As veredas legalmente são definidas como APP's<sup>55</sup>. Reconhecidamente, esse ecossistema desempenha função peculiar quanto aos recursos hídricos, são fontes perenes de alimentação dos corpos d'água e guardam condições favoráveis à manutenção do equilíbrio ecológico. Entretanto, por serem extremamente susceptíveis às alterações ambientais, no rio Preto, estão sendo altamente prejudicadas pela utilização das águas, cujas áreas de captação para irrigação e dessedentação de animais as têm exaurido ou fragilizado em processos de assoreamento.

Associado aos indicadores evolução das áreas agrícolas e evolução das áreas desmatadas, o indicador de áreas protegidas pode representar, de forma integrada, reforço nas informações de suporte à proteção das áreas de interesse para manutenção dos sistemas de recarga natural das águas. Os dados integrados podem favorecer o desenvolvimento de programas intersetoriais de proteção ambiental, através de programas de zoneamento agrícola, monitoramento florestal e gestão dos recursos naturais.

### 6.5.2 Programas pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos

As informações adquiridas pelo uso do indicador 'Ações Agroambientais' teve por objetivo situar qualquer ação que tenha buscado incidir, no impacto das ativi-

<sup>55</sup> Amparo legal estabelecido pela Lei Estadual nº 9.375 de 1986 e com alterações adicionadas pela Lei nº 9.682 de 1988, que estabeleceu faixas de proteção marginal com larguras variáveis em função de sua tipologia.

dades agropecuárias e no manejo dos recursos naturais na bacia em estudo. Nesse sentido, vale ressaltar que apesar da presença do Estado na regulação produtiva do setor agrícola, ainda não há a aplicação do conceito de política agroambiental no planejamento governamental brasileiro.

De acordo com SETTI (2005), para o entendimento e identificação de medidas agroambientais é preciso identificar três tipos de iniciativas: políticas ambientais que condicionem a produção agropecuária e o uso dos recursos naturais; políticas agrícolas e de manejo de recursos naturais, cuja finalidade precípua seja beneficiar o meio ambiente; e mecanismos que vinculem incentivos agrícolas e de uso sustentável dos recursos naturais, com o objetivo de mitigar efeitos danosos ao meio ambiente (op. cit.: 134).

Pouco utilizada no Brasil, com maior expressão em países europeus onde se consagrou, a expressão *agri-environment* tem sido associada à celebração de medidas cooperadas entre agricultores e Estado visando promover a preservação de paisagens e *habitats* ecológicos impactados pelas atividades agrícolas. A implementação de tais medidas se dá por meio de medidas de compensação financeira e uma gestão cooperada dos sistemas agrícolas, a fim de se adotar práticas que caminhem para uma maior sustentabilidade desses sistemas no que diz respeito ao aproveitamento e impacto à natureza.

Segundo GALANO (1999), as medidas agroambientais têm se tornado obrigatórias para todos os países membros da União Europeia, sugerindo o interesse no tratamento comparativo da inserção da problemática ambiental às políticas agrícolas. São temas geradores de medidas agroambientais comumente encontradas nas propostas:

- Proteção e melhoria dos solos e das águas;
- Preservação da paisagem e das características tradicionais;
- Conservação e melhoria dos espaços cultivados;
- Conservação de manchas residuais de ecossistemas naturais;
- Proteção da diversidade genética;
- Adoção de planos de zoneamento.

No Brasil, em esfera municipal, diversas dessas medidas poderiam ser abordadas de maneira focada e pontual. Entretanto, é notório que há pequena mobilização na

promoção de ações ambientais no funcionamento dos sistemas agrícolas, o que se percebe é uma esfera esperando que a outra venha atuar, ou mesmo a sobreposição de responsabilidades e limites de atuação. Dentre os municípios que compõem a bacia do rio Preto, a maioria deles não possui um programa, ou mesmo organização para a gestão dos recursos hídricos.

Abaixo são listadas algumas propostas, identificadas na área de estudo, que se coadunam com as proposições agroambientais. É notória a ausência de ações integradas, assim como de dados comprobatórios de sua realização e eficácia das ações encontradas.

Segundo informações da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Unai, no “Programa Municipal de Recuperação e Manejo de Sub-Bacia Hidrográfica”, lançado no dia 25 de abril de 2003 na comunidade do Ribeirão Sucuri, procurou promover ações de uma agricultura sustentável nas sub-bacias Sucuri, Almesca e Canabrava. Entretanto, o referido programa teve um raio de ação limitado, pois não houve um plano integrado de ações ao longo de toda bacia do rio Preto.

O Governo do Distrito Federal tem desenvolvido ações no intuito de promover o aproveitamento hídrico da região. O projeto Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do rio Preto, tem por objetivo solucionar os conflitos de uso da água existentes na região com o aumento da disponibilidade hídrica, a garantia de manutenção de uma vazão ecológica e a utilização da vazão excedente para fins de ampliação da irrigação.

Dentre outras ações, segundo GDF (2004), consta no Projeto, a construção de 30 barramentos nos afluentes e no curso principal, além de obras de captação, adução e distribuição de água em determinados locais. Somado a ampliação da agricultura irrigada, o programa tem como objetivos: a) aumento da renda dos produtores rurais; b) geração de empregos; c) maior oferta de produtos agrícolas ao longo do ano, com melhor qualidade e menor variação de preços entre as estações úmida e seca; d) melhor distribuição da disponibilidade hídrica ao longo do ano; e) elevação da garantia de fornecimento de água e, portanto, menor risco na produção agrícola; f) proteção ambiental; g) atenuação de cheias e estiagens; e h) manutenção das vazões mínimas nos diversos cursos d’água (op. cit.: 84).

Outro projeto fomentado pelo GDF é o denominado “Gestão e Conservação dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Preto no Distrito Federal”. Este projeto tem como objetivo a implementação de sistema de gestão estratégica da água na

Bacia com foco na gestão compartilhada da água, contemplando ações de capacitação, cadastramento, organização da agência da bacia, gestão da informação e comunicação (GDF, 2004).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e a ANA firmaram uma parceria para a implementação do PAE – Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado na Bacia do Rio São Francisco e Zona Costeira. Por meio do componente “Implementação do SIGRHI – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia e da Zona Costeira”, tem se desenvolvido ações de regulação da irrigação na bacia, como a referente ao Projeto Piloto de Certificação do Uso Racional de Água na Agricultura Irrigada na Bacia do rio Preto – DF.

O projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco já identifica competições entre irrigantes por água, principalmente em bacias do noroeste de Minas como no Alto rio Preto, principalmente no trecho que insere terras do Distrito Federal (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Formosa, município goiano onde se localizam as nascentes do rio Preto, mais especificamente na lagoa Feia, tem se buscado, em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e a Agência Nacional das Águas, implementar o projeto de “Recuperação e preservação de nascentes relativas à lagoa Feia”. Tal projeto integra o Programa Nossos Rios: São Francisco, que busca: a recuperação de margens e leito de córregos; a proteção contra cheias; a eliminação de voçorocas; o reflorestamento e proteção de nascentes que abastecem a lagoa Feia, tendo em vista sua importância para o rio Preto e desse para o abastecimento humano, a geração hidrelétrica e a irrigação na região (ANA, 2009).

Sob a coordenação da SEAPA/DF - Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal, o “Projeto de Gestão e Conservação dos Recursos Hídricos na Bacia do rio Preto no Distrito Federal” busca implementar um sistema de gestão estratégica no vale do São Francisco com foco na gestão compartilhada da água. Dentre os objetivos do projeto está a elaboração e atualização do cadastro de usuários, bem como a implantação de um sistema de informação georreferenciada e normatização do processo de outorga. Muito embora a sugestão de um instrumento de outorga possa sugerir o conhecimento e a adoção de pressupostos agroambientais, o projeto parece vincular suas ações meramente ao gerenciamento das águas.

Ações que visam aplicação do conceito de integridade ecológica têm sido sugeridas pela SEAPA em parceria com a SEMARH/DF – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal. Visa-se com as ações recompor e proteger matas ciliares, veredas e cultivos em terraços. Segundo a ECOPLAN/ADASA/GDF (2011), estão propostos pelos referidos órgãos as seguintes ações na área de estudo:

- Determinação de investigação, com métodos indiretos e diretos, de áreas potencialmente impactadas para comprovação ou não de possíveis contaminações de solo e aquífero;
- Identificação das áreas potencialmente impactadas por atividades agrícolas ou pecuárias;
- Aplicação do plantio direto para retenção maior de pesticidas e redução de processos erosivos;
- Implantação de curvas de níveis para áreas com declividade acentuada;
- Implantação de fossas sépticas para contenção de esgoto produzido em atividade pecuária onde o descarte é feito diretamente em drenagens.

Visando promover a preservação do rio Preto a AAMA – Associação dos Amigos do Meio Ambiente propôs o projeto “Unaí: Rio das Águas Escuras”. O projeto retoma a importância do rio no contexto socioeconômico, ambiental e cultural da região. A iniciativa conta com o patrocínio da Petrobrás Ambiental e o apoio da Prefeitura Municipal de Unaí, IEF, SAAE e a Associação dos Produtores da Fazenda Pico.

Segundo a AAMA (2012), o projeto baseia-se no reconhecimento de sinais de desequilíbrio decorrente do manejo descuidado de domínios frágeis, com danos visíveis aos solos e às águas. O projeto nasceu da necessidade de tomar medidas urgentes para recuperar áreas degradadas e APP's ao longo da bacia do rio Preto. Para tanto, propõe-se um plano de inserção de técnicas de proteção, manejo e recuperação de áreas antropizadas, além de ações ligadas à educação ambiental (ibidem).

Grande parte das propostas mencionadas compõem programas do PGIRH, bem como estão articulados com os planos e programas atuantes, principalmente na porção do alto rio Preto, a saber: Plano Diretor de Água e Esgoto, Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT, Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE/DF, Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do rio Preto e Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do rio Paracatu, dentre outros (ECOPLAN/ADASA/GDF).

É de essencial importância a implantação de um Plano de Gestão Agroambiental na área da RIDE, incluindo o Distrito Federal, que abarque principalmente os recursos hídricos em áreas de mananciais e corpos receptores ao longo da bacia do rio Preto. Haveria de ser um plano de gestão amparado, técnica e cientificamente, por instituições em âmbito federal, estadual e municipal, que vislumbresse o desenvolvimento de ações e o desprendimento de recursos à causa.

A educação ambiental nesse sentido se mostra como crucial na aquisição de maiores níveis de representação popular na gestão das águas. Segundo BUSTOS (2003), os objetivos e temas de estudos abordados na educação ambiental são capazes de mostrar os caminhos de preservação e conservação de áreas naturais, além de auxiliar no desenvolvimento de valores humanos novos, estimulando os indivíduos a perceberem e a empreenderem ações capazes de transformar suas realidades. A educação ambiental apresenta-se como um processo educativo que constitui a vertente da participação de educandos, educadores e atores sociais. Nota-se que a educação ambiental propõe a construção de um novo paradigma, visando uma maior integração do ser humano com o ambiente natural.

As práticas de educação ambiental, por meio de ações participativas da sociedade, devem ser elementos fundamentais no envolvimento coletivo das pessoas, de modo que estas possam identificar as necessidades e as causas atribuídas aos problemas ambientais. Entretanto, percebe-se que as ações participativas quase sempre, de modo geral, não ultrapassam a intencionalidade (BUSTOS, 2003).

Ações voltadas à promoção da educação ambiental são feitas de maneira isolada. Em parte as escolas públicas e particulares procuram desenvolver projetos nesse sentido, porém ficando no campo teórico. Algumas ações são promovidas pelas ONG's e associações existentes nos municípios, mas nota-se que são de pequena força e sem capacidade de grande mobilização. Órgãos estaduais também buscam desenvolver ações, contudo de maneira isolada, sem integração e incentivo de outras iniciativas.

A AMNOR – Associação dos Municípios da Micro-região do Noroeste de Minas é uma associação de prefeitos, sendo constituída pelos seguintes municípios: Arinos, Bonfinópolis de Minas, Buritis, Brasilândia de Minas, Cabeceira Grande, Dom Bosco, Formoso, Guarda Mor, João Pinheiro, Lagamar, Lagoa Grande, Natalândia, Paracatu, Riachinho, Santa Fé de Minas, São Gonçalo do Abaeté, Unaí, Uruana de Minas e Vazante.

As atividades da AMNOR podem ser resumidas da seguinte forma: a) prestar ou contratar serviços de assistência técnica aos municípios associados, relativos à administração municipal, às atividades econômicas e às atividades referentes ao desenvolvimento urbano; b) auxiliar a associação e os municípios associados, dando suporte técnico relativo ao planejamento, à execução e à fiscalização de projetos de construção civil; c) atender os municípios associados nas obras de construção e conservação de estradas, terraplanagem, preparo de solos, movimentos de terra através da disponibilização de equipamentos agrícolas e de terraplanagem; d) assessorar e planejar ações voltadas para a educação e a preservação ambiental da região, através de cursos e eventos para servidores das prefeituras associadas na área de meio ambiente.

Em relação ao município de Unaí, foi observada uma grande preocupação com a recuperação de sub-bacias por parte da AAMA. Segundo a sua fundadora, sempre foi convidada a participar das reuniões de comitês de bacia. Essa ONG já desenvolveu atividades de educação ambiental e manejo de bacias com o IEF (escritório em Unaí), EMATER, Polícia Florestal e a Prefeitura de Unaí.

As considerações de uma bacia hidrográfica, do ponto de vista agroambiental, possibilita pensar a bacia em termos da sustentação dos recursos naturais. E somente, a partir de então, ponderar sobre a manutenção das atividades econômicas, bem como estratégias para se garantir o funcionamento dos ciclos naturais de renovação ecológica. Muito embora tenham sido encontradas iniciativas a esse respeito, as iniciativas são pouco articuladas e sistematizadas em um conjunto de ações que prevejam mudanças estruturais na economia-ambiental da bacia. As iniciativas encontradas são apenas citadas, nos estudos institucionais pesquisados, sem qualquer caracterização prévia do público alvo, ou mesmo menção dos resultados obtidos. Essas são informações importantes, das quais os comitês poderiam se valer, para identificar e promover ações de orientação econômica e ambiental no trato dos processos produtivos em sistemas ambientais agrícolas.

### **6.5.3 Usuários participantes em órgãos colegiados ligados à gestão das águas, ao setor agrícola ou às questões ambientais**

Segundo a Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, o processo de gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizado e deve contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades. De modo geral, a participação do público na gestão dos recursos hídricos deve ser uma das formas de viabilização política na gestão

desses recursos. Entretanto, essa participação deverá ser, preferencialmente, ser promovida através de educação, informação e consulta, sem que a administração pública deixe de cumprir com seu dever de decidir entre alternativas (BARTH, 1987).

Com a pesquisa realizada foi possível observar que existem poucas organizações, a fim de promover a participação dos vários atores envolvidos na tomada de decisões sobre o uso da água. O indicador proposto visou identificar a distribuição quantitativa de usuários nos órgãos colegiados, muito embora a participação não defina o nível de representatividade nas tomadas de decisão dos vários usuários, ou representante de um conjunto de usuários. O conhecimento do nível de representatividade demandaria pesquisas internas nos comitês, nos diferentes grupos de usuários.

O indicador possibilita a identificação da composição dos órgãos de representação coletiva de usuários, bem como as possíveis distorções que essa composição pode apresentar em função das relações de poder exercida entre os atores, o que pode comprometer os níveis de socialização e representação dos diversos usos e usuários das águas.

De acordo com DINO (2002), a caracterização das elites mineiras é de fundamental importância para descrever o contexto social em que estão inseridos os processos que envolvem a participação dos atores na gestão dos recursos hídricos. A elite mineira é dividida em quatro segmentos: a elite política, a elite agrária, a elite empresarial urbana e a elite técnica. O autor apresenta esses quatro segmentos em dois pares: público/privado e tradicional/moderno.

Nessa abordagem, a área pública é o espaço de ação da elite política e da elite técnica. As elites agrária e empresarial urbana pertencem ao setor privado. No entanto, quanto à origem desses grupos, as elites política e a agrária se relacionam a uma estrutura socioeconômica tradicional, em que predominavam atividades rurais, enquanto as elites técnica e empresarial urbana, originadas com o processo de modernização da sociedade mineira, remetem-se à estrutura urbano-industrial. A elite tradicional se formou pela interligação de dois setores que ocupavam os espaços de poder na sociedade predominantemente agrária: a oligarquia rural e a classe política. A elite agrária, apesar de apresentar muitas diferenças entre os seus membros, quanto ao tamanho das propriedades, ao volume de produção e às tecnologias utilizadas, tem sua unidade baseada na percepção do meio rural como parte de seu domínio (op. cit.: 7).

Segundo dados da PLANPAR (2006), e o que foi observado em pesquisa de campo, o setor agropecuarista, irrigantes e pecuaristas do ramo leiteiro, é organizado em sindicato, associações e cooperativas. Esse setor possui considerável força política e econômica na região.

Percebe-se que, ainda é no âmbito do governo, do parlamento e dos núcleos partidários, que ocorre a relação entre as elites. Nesse sentido, ainda existe uma forte relação entre proprietários rurais e poder público, como meio de manter o domínio dessa elite sobre o campo.

Tabela 65 – Atores sociais envolvidos no processo de uso da água na bacia do rio Preto

Setores Ligados à Produção		Setores Intelectuais	Setores Diversos
Grandes Usuários	Pequenos Usuários		
ELITE AGRÁRIA: Origem: TRADICIONAL Caráter: PRIVADO - Agropecuaristas.	- Pequenos produtores rurais assentados; - Pequenos produtores rurais; - Pescadores;	ELITE TÉCNICA Origem: MODERNA Caráter: PÚBLICO  -Técnicos Governamentais; -Ambientalistas.	- Consumidores residenciais não organizados; - Associações de bairro; - Representantes políticos: municipais, regionais e locais; - Organizações não governamentais; - Associações municipais; - Dentre outros.
ELITE AGRÁRIA: Origem: MODERNA Caráter: PRIVADO - Irrigantes.	- Matadouros; - Cerâmicas; - Laticínios; - Dentre outros.	ELITE TÉCNICA Origem: MODERNA Caráter: PRIVADO  -Consultores que trabalham na área de outorga.	
ELITE EMPRESARIAL: Origem: MODERNO Caráter: PRIVADO - Cooperados do ramo de laticínios; - Empresa de saneamento.			

Fonte: DINO(2002).

A elite tradicional, composta pelas elites agrária e política, continua a manifestar os mesmos traços descritos por WIRTH (1982), ou seja, ainda é uma elite predominantemente econômica, localista e que possui um forte vínculo com o passado agrário. Verifica-se que na região, entre as décadas de 1970/80, com o crescimento da agricultura e a capitalização do campo, os proprietários rurais passaram a participar ativamente da vida política da região.

Assim, percebe-se que o setor agropecuário possui considerável força política e econômica na região. As elites da região têm a mesma capacidade da elite política

mineira, descrita por DINO (2002), “no que se refere a determinar as regras do jogo político, através da expansão do sistema político, da conciliação e de um reformismo cauteloso, mantendo o seu poder estável. Essas elites têm manifestado uma grande habilidade em manter sua natureza fechada à participação popular, cooptando setores emergentes, que se transformam em parte do sistema, e limitando as tentativas de mudar a sociedade. Observa-se, por exemplo, membros da elite agrária ocupando cargos políticos no governo municipal<sup>56</sup>” (op. cit.: 8).

Existem quatro organizações que reúnem o setor agropecuário: a COAGRIL – Cooperativa Agrícola de Unaí; a COANOR - Cooperativa Agropecuária do Noroeste Mineiro LTDA; a CAPUL - Cooperativa Agropecuária de Unaí – LTDA e o Sindicato Rural de Unaí; COARP – Cooperativa Agrícola do rio Preto<sup>57</sup> e APRORP – Associação dos Produtores do rio Preto.

Entretanto, os espaços de representação popular em órgão colegiados são extremamente reduzidos, em parte haja vista a complexidade dos temas abarcados e a pouca iniciativa de participação, até por falta de conhecimento da população. As tomadas de decisões, no que se refere a ações de gestão ou administração dos recursos hídricos em Unaí, ainda se reduzem a uma elite agrária, técnica e política, carecendo de maiores espaços de representação popular.

De acordo com a AAMA, houve nesse município um processo de mobilização em torno da criação do comitê da bacia do Paracatu, através de uma Assembléia Geral na Câmara Municipal, em que estavam presentes várias entidades (Prefeitura, IEF, Polícia Florestal, SAAE's, agências de poços artesianos, associações comerciais, entre outros).

Coordenado pelo IGAM, o CBH-Paracatu contou com pequena participação da esfera federal, que corresponderia à porção da bacia dentro do domínio da União – o alto rio Preto, um só membro da Agência Nacional das Águas – ANA. Já a composição da CBH-rio Preto, reflete essa delimitação, com nenhum representante dos estados de Minas Gerais e Goiás, conforme apresenta a Tabela 66.

---

<sup>56</sup> A família dos Mânicas representa bem a elite dos irrigantes do noroeste de Minas Gerais no cultivo do feijão irrigado. A mesma família está a mais de sete anos à frente da administração pública municipal em Unaí-MG, na pessoa do prefeito Antério Mânica, que bate recordes na produção regional e estadual de grãos.

<sup>57</sup> Fundada em 03 de novembro de 1991 a partir de um grupo de agricultores deste Núcleo Rural que, desde muito tempo vinha sentido dificuldades para o beneficiamento e armazenamento dos grãos colhidos em suas propriedades. A cooperativa conta com 34 associados que a ela entregam a maior parte de sua produção. Na última safra, de 2005, foram recebidas mais de 19.000 toneladas de grãos entre soja e milho sendo que a capacidade estática de armazenagem é de 8.000 toneladas (PORTAL RIO PRETO, 2011).

Tabela 66 – Composição do comitê da bacia do rio Preto.

Usuários	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Setor de lazer, turismo, pesca, aquicultura e outros usos não consultivos</li> <li>✓ Setor de Hidroeletricidade</li> <li>✓ Setor de Irrigação e Uso Agropecuário</li> <li>✓ Setor de Indústria, mineração, captação e diluição de efluentes industriais</li> </ul>
Organizações Civis	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conselho de Desenvolvimento Rural Sustentável do Distrito Federal</li> <li>✓ Cooperativa Agrícola rio Preto</li> <li>✓ Cooperativa Agropecuária da Região do DF Ltda. – COOPA/DF</li> <li>✓ Federação da Agricultura do DF – FAPE</li> <li>✓ Embrapa Cerrados</li> <li>✓ Associação Agropecuária de Tabatinga</li> </ul>
Poder Público	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Administração Regional de Planaltina – AR/DF</li> <li>✓ EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal</li> <li>✓ SEAPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal</li> <li>✓ IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração</li> <li>✓ ADASA – Agência Reguladora de Águas e Saneamento - DF</li> <li>✓ ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade</li> </ul>

SILVA, L. M. (Org.).

De acordo com o estudo de SILVA(2006), sobre os usos múltiplos das águas e a gestão ambiental em Unaí-MG, algumas opiniões sobre questões ambientais e políticas, envolvendo a gestão dos recursos hídricos, foram retratadas por meio da aplicação de questionários com usuários. A análise dos questionários aplicados permitiu caracterizar, em linhas gerais, os usuários nos aspectos social, econômico e cultural, a fim de compreender os diferentes interesses em participar de processos decisórios referentes à gestão das águas.

Os usuários foram questionados quanto a informações que envolvem o uso e conservação dos recursos hídricos de modo geral. Os resultados obtidos relataram que, entre os entrevistados, 90% diz fazer algum tipo de economia da água, 63% dizem não saber o que é uma bacia hidrográfica, outros 60% afirmaram não saber a que bacia o município pertence. Quanto ao conhecimento do que vem a ser uma mata ciliar e sua importância para um curso d'água, 45% não tem conhecimento, outros 62% dos questionados não sabem o que é um manancial de captação e nem mesmo de onde provem a água que é consumida em sua casa, estes totalizaram 15%.

Foi perguntado qual o estado de conservação em que se encontram os rios que se localizam dentro da cidade de Unaí, dentro da escala possivelmente observável do usuário, os dados estão representados na Figura 43.

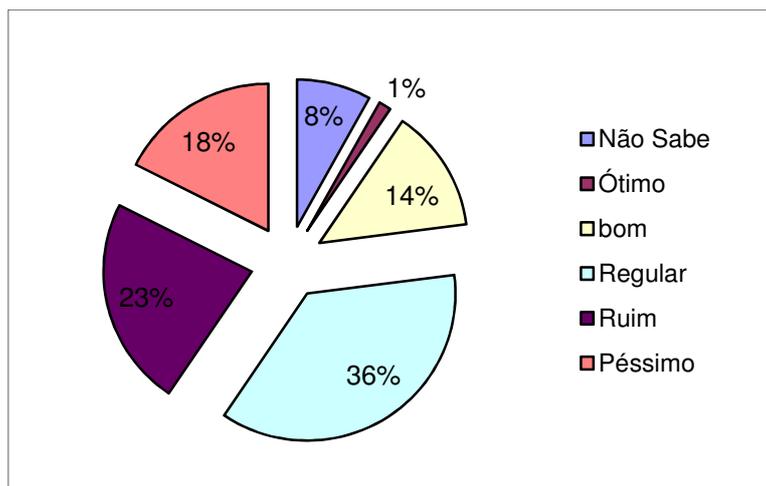


Figura 43 – Estado de conservação dos rios em Unaí-MG, segundo a visão dos usuários

Fonte: SILVA (2006).

Observando o gráfico é possível visualizar que uma parcela considerável dos usuários não tem informações ou não atribuem as reais condições a que se encontram os cursos d'água na cidade<sup>58</sup>. Quando questionados quanto a que se deve esse estado dos rios, um grande número de respostas aponta para falta de responsabilidade da prefeitura.

Entretanto, quando questionado quanto a considerar-se ou não uma pessoa informada, 33% apontaram uma afirmativa e, do total de usuários questionados, 50% acharam melhor se enquadrar em mais ou menos informado. Desse montante de entrevistados, 91% gostaria de receber maiores informações quanto ao meio ambiente em geral.

Os usuários foram ainda questionados quanto ao significado e quais as funções de um comitê, 86% não sabem a esse respeito, ainda 3% já ouviu falar sobre o assunto, mas nunca tomou total conhecimento. Ainda quanto ao comitê de uma bacia hidrográfica, foi perguntado aos usuários se gostariam de participar na organização e funcionamento de um comitê, a maioria, até por falta de conhecimento, apontou para não, não participariam, desses 97% marcou esta opção.

<sup>58</sup> A pesquisa "A gestão dos recursos hídricos em Unaí-MG: os usos múltiplos das águas e suas implicações socioambientais" apontou, dentre outros pontos críticos, o comprometimento da qualidade das águas em rios, dentre estes o Canabrava afluente do rio Preto no município. Alguns dos agentes desse processo eram a grande quantidade de esgotos clandestinos (residenciais, de postos de gasolina e da cooperativa leiteira), além da intensa atividade agrícola próximo às regiões de mananciais (SILVA, 2006).

De grande importância para a análise da representação popular na gestão dos recursos hídricos foi o questionamento quanto a quem, na opinião do usuário, deveria zelar por nossos rios, lagos e córregos. A Figura 44 representa os resultados obtidos.

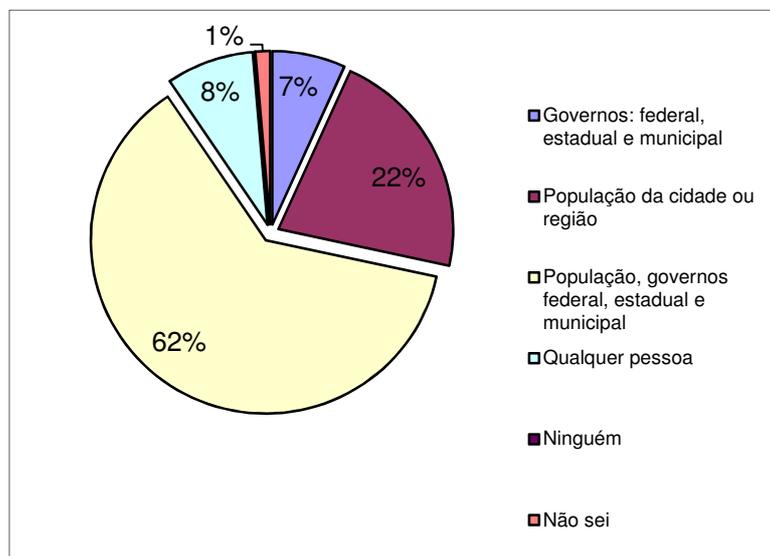


Figura 44 – Opinião do usuário residencial de quem deve zelar pelas águas

Fonte: SILVA (2006).

Apesar de um número razoável de usuários terem apontado para uma alternativa que, pressupõem uma maior integração entre as esferas administrativas e a população, cerca de 90% acreditam que sua participação seja importante, mas 40%, do total de usuários questionados, não acreditam que sua participação pudesse contribuir para a solução ou melhoria da preservação e conservação dos cursos d'água. Por fim, foi perguntado se, por acaso fosse chamado por um grupo para discutir, junto à prefeitura e demais órgãos responsáveis, as questões relacionadas à degradação das matas e dos rios da região, se ele participaria. Do total, 57% entende como melhor não participar dessa iniciativa.

Os dados, que representarem apenas um município da bacia, o que abrange maior território e população na bacia (Unaí), retratam a carência de informações que ainda há no tocante às questões ambientais e, sobretudo, quanto ao processo de gestão das águas. Apesar da distribuição aparentemente homogênea na composição do CBH-rio Preto, a carência de informações sobre as questões ambientais e de gestão dos recursos hídricos, ainda compromete a participação de usuários em órgãos colegiados.

#### **6.5.4 Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia**

As altas taxas de demanda hídrica encontradas na bacia, principalmente devido à forte exploração do uso agrícola, através de práticas de irrigação, associado aos regimes climáticos, marcados por períodos de grande estiagem, traduzem um elevado potencial de conflito pelo uso da água. No entanto, a expansão da agricultura irrigada na bacia tem sido limitada pela concessão da UHE Queimado, que tem garantido descargas mínimas do rio Preto em função do aproveitamento hidrelétrico.

A proposta do indicador de identificação dos conflitos, combinado às informações de balanço hídrico e de água para outorga, possibilita melhor abordar e resolver conflitos pelo uso das águas, além de reconsiderações dos projetos de aproveitamento dos recursos hídricos e dos processos de outorga de uso da água.

Segundo Secretaria de Agricultura do Distrito Federal – SADF (1995), que incentivou o aproveitamento agrícola da bacia através da elaboração do Estudo de Avaliação do Potencial Hídricos para a Agricultura Irrigada na Bacia do rio Preto. Esse trabalho foi base para o desenvolvimento do Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do rio Preto. O projeto previa a construção de 26 barramentos de regularização a fim possibilitar o aumento da produção agrícola da região. Após a criação da APA do Planalto Central, o alto rio Preto, porção de aplicação do projeto, passou a ser de competência do IBAMA-DF que aprovou e licenciou duas barragens. Dentre as bacias do rio Preto, que contaram com as barragens, a do rio Jardim passou a contar com a capacidade de acumulação de  $23,4 \times 10^6$  m<sup>3</sup> em uma área de 116,82 hectares (SADF, 1995/2001).

A construção das barragens de regularização poderiam gerar superávits hídricos e minimizar a situação de conflito, sobretudo no alto rio Preto. As projeções de demanda em longo prazo (2025), para essa porção da bacia indicam, segundo o PGIRH, a necessidade de aumentar a produção de água bruta em 8,30 m<sup>3</sup>/s (GOLDER/FAHMA, 2005).

Entretanto, observa-se nos registros do CBH-rio Preto e Paracatu, que grande parte do setor agropecuarista da bacia, já compreende que as disponibilidades hídricas representam um fator de limitação para a expansão das áreas irrigadas. Nesse sentido, fator agravante, na potencialização de conflito pelo uso da água, foi a construção da UHE – Queimado, como já comentado anteriormente.

Segundo VILELA (2008), engenheiro ambiental da Usina de Queimado, a construção da unidade representou um investimento de 113 milhões de reais, algo que a região necessitava para o desenvolvimento de atividades que demandam grande consumo de energia. Atualmente, existem três turbinas com capacidade de geração de 35 MW cada, capazes de gerar 105 MW de potência total. Para tanto, a usina conta com um reservatório de 40,11 km<sup>2</sup> de área alagada com um volume útil de 590 milhões de m<sup>3</sup>.

As obras tiveram início em julho de 2001, quando foi feito o desvio do curso principal da bacia. O projeto foi desenvolvido por meio de um consórcio entre Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG (82,5%), e pela Companhia Energética de Brasília – CEB (17,5%). A Figura 45 retrata a fase de construção e implantação do vertedouro.

O empreendimento levou cerca de 36 meses para entrar em funcionamento. Em janeiro de 2003 teve início o enchimento do reservatório e a primeira operação em abril de 2003. Porém o processo que envolveu a construção e o funcionamento da usina teve várias etapas. A negociação com os proprietários das terras inundadas pelo reservatório da usina começou ainda em 2001, através de negociações entre o consórcio e a Associação dos Atingidos pela Construção da Usina de Queimado, representado por seu presidente Odilon de Oliveira.

Segundo Informativo AHE Queimado, de dezembro de 2005, algumas ações foram desenvolvidas pelo consórcio no sentido de minimizar os impactos gerados pelo empreendimento. No mês de outubro de 2001, o geógrafo Jackson Campos visitou a região para avaliar os focos de erosão na área do entorno do reservatório, a fim de propor as correções necessárias. Foram feitas visitas para posicionar a instalação dos diversos equipamentos de monitoramento dos recursos hídricos do rio Preto, onde são medidos constantemente a vazão e os sedimentos do rio. Em dezembro do mesmo ano, o engenheiro florestal Mauro Megale esteve na região e manteve contato com o Presidente da Associação dos atingidos, a fim de buscar informações sobre as atividades agropecuárias que, até então, eram desenvolvidas nas propriedades. Na etapa de implantação, segundo informações da usina, foram realizadas visitas no local onde seria implantada a Estação Climatológica, prevista para ser montada no CIF – Campo de Instrução de Formosa – do Exército Brasileiro.



Figura 45 – Interrupção da cachoeira do Queimado e desvio do rio Preto

Fonte: GRUPO QUEIROZ GALVÃO (2006).

Através de contrato firmado entre o consórcio CEB e a CENARGEN/EMBRAPA, foi coletado material genético (sementes e plântulas), a fim de produzirem as mudas que seriam utilizadas nas áreas que seriam reflorestadas. Em outubro de 2001 ainda aconteceu a primeira campanha de monitoramento das águas na bacia do rio Preto, dentro da fase de pré-enchimento do reservatório. Segundo o empreendimento, esse trabalho deveria ser realizado com frequência, a fim de monitorar a qualidade da água.

Na fase de construção do empreendimento, foi detectada na área a existência de um patrimônio arqueológico, cujo material foi encaminhado ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, que autorizou a realização dos trabalhos de prospecção arqueológica na área do reservatório. A Figura 46 demonstra a dimensão do projeto de geração de energia elétrica pelo aproveitamento das águas do rio Preto.



Figura 46 – Visão aérea da construção da usina de Queimado

Fonte: INFORMATIVO AHE QUEIMADO (2001).

As ações implementadas pelo empreendimento, hoje fazem parte da história de seu estabelecimento na área de estudo. Entretanto, ações semelhantes, quase sempre, se atêm apenas ao período de implantação, em resposta às normativas estaduais e federais que regulamentam o processo de construção e de medidas compensatórias para obras dessa grandeza. Não foram fornecidas maiores informações quanto à atualidade das ações outrora desenvolvidas.

Em entrevista com o engenheiro ambiental, foi questionado quanto à mortalidade de peixes identificada pela população no rio Preto durante a fase de enchimento do reservatório. Segundo o engenheiro, a mortalidade foi um fato isolado que não ocorreu seguidamente e esteve relacionado não só com a redução brusca da vazão do rio, mas também com a inversão térmica da lâmina d' água do rio.

O engenheiro menciona ainda que a usina tem tido preocupação com o rio. Na fase de formação do reservatório teve de ser feito o desmatamento de 1100 hectares que visou a retirada de vegetais que, posteriormente, ao se decompor, viriam a alterar a qualidade das águas. É destacado que a geração de hidroeletricidade é uma “atividade limpa”, ou seja, não gera alteração na qualidade da água e que a usina faz o controle, periódico, para que não haja vazamentos de óleo ou qualquer outra substância que possa promover implicações ambientais.

Foi questionado ao engenheiro quanto a forte enchente ocorrida em 2005 que, segundo a imprensa local deixou mais de 4000 desabrigados e que, segundo os moradores afetados, teria sido agravada pela existência da usina. Segundo o funcionário, a usina auxiliou no controle da inundação, pois durante o período de intensa pluviosidade a enchente poderia ter tido proporções desconhecidas. Salienta ainda que somente quando o reservatório chega a seu limite é que se torna necessário verter essa água, até por uma questão de segurança.

Quanto à disponibilização da água durante o período de estiagem, foi perguntado como é feita a geração de energia, sendo que há reduzido volume de água e sabendo que não é possível afetar os produtores agropecuaristas. Nesse sentido, completa o engenheiro dizendo que antes do empreendimento o rio tinha uma média de 5 a 10 m<sup>3</sup>/s e que, hoje com a usina, há uma regularização na vazão que chega a ser constante, num fluxo de 60 a 70 m<sup>3</sup> por segundo.

É ressaltado que, apesar do impacto ambiental gerado na fase de implantação da usina, um empreendimento como esse é de fundamental importância para o desenvolvimento regional. A Usina de Queimado hoje é capaz de fornecer energia para uma cidade de aproximadamente 300 mil habitantes.

Diante das informações, é importante frisar que os impactos econômicos e ambientais gerados pelo aproveitamento hidrelétrico do rio Preto requerem estudos detalhados, não sendo este parte dos objetivos dessa pesquisa. Entretanto, reafirma-se aqui a importância de, no desenvolvimento de estudos para a construção de obras do setor elétrico, ou de outros projetos que envolvam o aproveitamento de recursos hídricos, é primordial que haja uma relação direta destes planos com os de gestão de recursos hídricos das bacias. Tais estudos devem possuir informações precisas quanto aos volumes exploráveis e restrições a serem consideradas para atendimento dos usos múltiplos, a fim de que se implemente, em tempo hábil, ações em função dos impactos aos demais usos e quanto aos conflitos entre usuários.

A concentração de pivôs de irrigação, em especial nos afluentes, que formam o curso principal, e a conseqüente redução direta nas vazões superficiais, confirma que a situação de conflito de uso tende a se agravar com o passar dos anos. Ademais, pela existência de terrenos remanescentes, ainda com aptidão para cultivo irrigado, e as especulações para construção de mais AHE's na região, caracterizam bem a situação ainda mais conflituosa com que, futuramente, a bacia pode se encontrar.

### **6.5.5 Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas (iniciados e concluídos)**

As informações quanto ao referido indicador, buscou identificar iniciativas de suporte ao usuário pelo acesso a informações, treinamentos e acompanhamentos especializados. Visou-se com sua aplicação conhecer as ações locais, distribuídas ao longo da bacia, que têm promovido o acesso aos conhecimentos técnicos especializados no trato com as questões que envolvem o uso e gestão dos recursos hídricos.

Existe um pequeno número de iniciativas a esse respeito. Grande parte, dentre as encontradas, não conta com informações quanto ao tipo de usuário, o quantitativo atendido e a abrangência das ações. O CBH-rio Preto, recentemente criado, ainda não conta com ações nesse sentido ao longo da bacia. Para o acompanhamento especializado aos usuários, o que se encontrou são propostas que caminham para esse fim.

O conjunto de medidas de atualização e revisão do PGIRH/DF prevê a realização de seminários locais na bacia do rio Preto. O objetivo dos eventos, promovidos pela ECOPLAN – Engenharia Consultiva, é de envolver a sociedade no plano de recursos hídricos, visando identificar ajustes e discutir a implementação de instrumentos de gestão do uso agrícola das águas, em especial, outorga e cobrança (ECOPLAN/ADASA/GDF, 2011).

A SEAPA tem por objetivo implementar programas de apoio e assistência ao produtor rural, com vistas a incentivar a mudança da vocação local de agricultura de grãos para produtos de maior valor agregado, ou seja, com menores taxas de consumo específico de água para irrigação. Seria então a substituição de parte do cultivo de grãos pela fruticultura, como opção que melhor se adequaria às condições hoje encontradas na bacia.

Do mesmo modo, o SIDGRH tem interesse em avaliar os possíveis benefícios decorrentes da construção de barragens para regularização de vazões de estiagem, que deverão estar localizadas, preferencialmente, nos cursos de água que escoam pela tipologia da Região Corrugada de Vales Fluviais<sup>59</sup>. A SEMARH tem procurado montar uma ação conjunta entre os Governos Federal, do Distrito Federal e de Goiás visando à preservação da área do Campo de Instrução do Exército.

---

<sup>59</sup> Tipo de paisagem geomorfológica que corresponde à área de drenagem do vale do rio Preto. Caracteriza-se por apresentar relevo acidentado, em virtude da intensa dissecação dos canais fluviais (PINTO, 1987).

A COANOR, em operação desde 4 de setembro de 1995, tem como principais atividades a recepção, beneficiamento, armazenagem e comercialização de produtos agrícolas. A cooperativa conta com 1888 associados, com uma área de abrangência de praticamente todo o noroeste mineiro (MINAS EM REVISTA, 2002).

Já CAPUL, possui mais de 2.000 associados e se destaca pelas atividades de assistência aos agropecuaristas, além de dar destinação a boa parte da produção da bacia leiteira da região com a produção de laticínios. As cooperativas existentes no município congregam esforços junto ao Sindicato Rural de Unaí que, com 46 anos de existência, tem desenvolvido ações de assessoria jurídica além de vários eventos de promoção de produtos agropecuários na região (MINAS EM REVISTA, 2002).

Dentre as iniciativas encontradas na bacia do rio Preto, percebe-se que nem todas têm um caráter de acompanhamento ao usuário das águas, mas sim um suporte à produção agrícola, algo que nem sempre coincide com as práticas ambientalmente esperadas quanto ao uso dos recursos naturais.

O desenvolvimento das atividades agropecuárias envolvem diversos campos do conhecimento, grande parte de natureza técnica. Esse acompanhamento técnico especializado tem sido implementado em algumas bacias como forma de orientação aos produtores rurais e de aplicação de instrumentos de gestão das águas. Experiência nesse sentido encontra-se no CBH-Araguari, que juntamente com a Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araguari – ABHA instituiu a Comissão Técnica de Acompanhamento e Fiscalização dos Recursos Hídricos. Em parceria com empresa contratada pelos órgãos responsáveis, realiza estudos multidisciplinares, avalia técnicas de uso das águas, fiscaliza a implementação das ações previstas pelo Plano Diretor.

O relato do CBH-Araguari aponta um relativo fortalecimento institucional do comitê e da associação, que ainda não possuem uma Agência de Bacia, mas que por sua personalidade jurídico-executiva e delegatária de serviços públicos, foi legalmente comparada<sup>60</sup>.

Apesar de todo histórico de uso dos recursos hídricos e de avanço das atividades agrícolas na bacia, o CBH-rio Preto está no início do processo de constituição e criação de sua identidade representativa. Frente aos desafios que se apresentam para a gestão recursos hídricos na bacia, a articulação político-institucional demanda urgência.

---

<sup>60</sup>Deliberação CERH nº 55, de 18 de julho de 2007 - Aprova a equiparação da entidade Associação Multissetorial de Usuário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araguari à Agência de Bacia.

Do mesmo modo, a demanda por instrumentos que possibilitem a aquisição de informações, que melhor fundamentem mecanismos de intervenção nas tomadas de decisões quanto ao uso agrícola das águas.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento do trabalho permitiu o levantamento de reflexões sobre os vários pontos que envolveram, não só a aplicação dos passos metodológicos, mas a própria lógica de aproveitamento e gestão dos recursos naturais em sistemas agrícolas.

Muito embora as bacias agrícolas e seus sistemas de irrigação tenham uma avaliação que preza, em última instância o quadro ambiental, é preciso reconhecer a importância desses sistemas no conjunto da economia. Do mesmo modo que, na gestão de recursos hídricos, é preciso ponderar sobre as condições de apropriação e os fatores ambientais circundantes, de forma a implementar sistemas que maximizem a agregação de água e minimizem seu desperdício.

O conhecimento das condições de exploração dos recursos naturais que, direta ou indiretamente, se relacionam à disponibilidade das águas, em quantidade e/ou em qualidade, deve ser uma das prioridades da gestão das águas em bacias como a do rio Preto, marcada pelo intenso uso agrícola das águas.

Nesse sentido, o modelo proposto elencou temas prioritários na gestão de bacias agrícolas, a saber: o dimensionamento da economia agropecuária e o consumo de recursos naturais; as formas e os níveis de comprometimento quali-quantitativo; a identificação de danos socioambientais gerados por seu funcionamento; e a construção e aplicação de medidas mitigadoras.

O Quadro Multicritérios, construído a partir do marco teórico-conceitual, se mostrou operacional na aplicação da Técnica Delphi, e de grande aceitação por parte dos especialistas. A técnica é recomendada às pesquisas que tenham como finalidade a construção, validação e avaliação de questionamentos a um conjunto de pesquisadores, especialistas em uma determinada área do conhecimento. É ágil, pois o não conhecimento dos demais integrantes do grupo possibilitou avaliar os questionamentos sugeridos sobre diferentes vertentes e chegar a consensos que, construídos de outra forma, demandariam muito tempo.

Durante todo o processo de avaliação os especialistas requereram informações sobre a bacia a que se aplicariam tais critérios de análise. A configuração territorial

da bacia do rio Preto, distribuída entre dois Estados e o Distrito Federal, certamente foi determinante na avaliação de certos critérios em detrimento de outros. Pela generalidade dos indicadores que compõem o Painel de Especialistas, o modelo proposto pode ser implementado na análise de outras bacias hidrográficas agrícolas, após caracterização e adaptações preliminares.

A proposta metodológica agrupa elementos essenciais à análise de bacias hidrográficas e de sistemas agrícolas em seus aspectos infra-estruturais, econômicos e ambientais. O Painel de Indicadores Ambientais para Bacias Hidrográficas Agrícolas reúne cinco dimensões-chave para a análise ambiental e gestão das águas, organizados segundo o modelo de relações causais D.P.S.I.R (Força Motriz – Pressão – Estado – Impacto – Resposta). Abarca a aquisição de informações quanto à disponibilidade qualitativa das águas, os usos das águas, as infraestruturas de manejo de recursos naturais, informações sobre os principais agentes de contaminação e impactos ambientais gerados, que conduziram a algumas considerações acerca do caso rio Preto.

A ocupação agropecuária marcante na bacia representa uma fonte difusa de contaminação dos solos e das águas e demanda aquisição e tratamento constante de informações ambientais. Algo que amplamente se detectou, ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foi a dificuldade na aquisição de informações sobre alguns dos indicadores sugeridos pelo Painel de Especialistas. Apesar do uso maximizado do solo e das águas, existem poucos estudos por parte dos órgãos institucionais competentes para viabilização de ações do comitê atuante na área.

Até o momento de conclusão deste estudo, o recém criado CBH-rio Preto ainda não contava com o Plano Diretor de Recursos Hídricos. A base para aquisição de informações e aplicação do modelo foram estudos sobre fatores ambientais individuais que, na pesquisa, foram ponderados em conjunto. Observa-se que ações do comitê estão muito centradas na porção inserida no Distrito Federal e Goiás, porção correspondente ao alto rio Preto, o que conduz a uma representatividade parcial e uma ação deliberativa limitada.

Os estudos na bacia permitiram visualizar o histórico processo de evolução da atividade agrícola na bacia, assim como a conseqüente perda de vegetação nativa que vem ocorrendo desde início da década de 1980. As áreas de conservação se restringem a “ilhas” como a reserva do Exército Brasileiro e pequenas áreas no médio e baixo curso. O baixo número de unidades de conservação, e o intenso uso do solo, dificulta a possi-

bilidade de enquadrar cursos d'água da bacia em Classe Especial, possibilitando que estes fossem destinados à manutenção dos sistemas ecológicos, por exemplo.

O crescimento do agronegócio tornou, sobretudo no alto rio Preto, um das maiores áreas de agricultura irrigada do país, com grande destaque na Pesquisa Agrícola Nacional. O intenso cultivo de grãos, dentre os quais a soja, o feijão, o sorgo e o milho, conduziram a um sobre aproveitamento dos recursos hídricos que, associado às toneladas de agroquímicos, tem conduzido à produtividade agrícola e à degradação de sistemas ambientais.

A análise das formas de uso e manejo das águas na bacia permitiu auferir que a agricultura impõe impactos maiores que a pecuária, haja vista sua ampla abrangência territorial e seu longo período de atuação, representando potencial vulnerabilidade às áreas de recarga de aquíferos.

É característica marcante na bacia a presença da agricultura mecanizada em larga escala que, além de consumir grandes volumes de água incorpora sistematicamente o uso de agroquímicos. Esses produtos, menos impactantes em climas temperados, são demasiadamente solúveis para as condições climáticas identificadas na bacia. Desse modo, a rápida percolação dessas substâncias expõe as drenagens superficiais e as reservas subterrâneas à contaminação e comprometimento da potabilidade das águas.

Além do uso de agroquímicos, na produção pecuária, a lama, esterco e lodos, também atuam como cargas contaminantes. Apesar de pequena a quantidade de efluentes gerados pelo sistema agropecuário na área de estudo, o que a torna preocupante é a extensão destinada ao uso agropecuário, além do longo e constante período de exposição, o que mais a fragiliza frente aos contaminantes.

As técnicas de irrigação, implementadas na bacia, nem sempre ponderam sobre quando e como irrigar, ou mesmo que tipo de sistema de irrigação melhor se adéqua àquele solo, ou em que período do dia deve ser irrigado, ou quanto de água àquele vegetal necessita para seu desenvolvimento. Falta suporte no sentido de orientar os produtores rurais, mas também não se conhece o quantitativo de usuários que demandam por tal suporte. Não há um cadastro socioeconômico atualizado dos usuários, assim como também não há registro e monitoramento do uso das águas subterrâneas por toda bacia.

Por suas condições climáticas e a intensa exploração agrícola de recursos hídricos, já se identifica falta d'água para produtores rurais durante os períodos de estia-

gem na bacia. O déficit hídrico se identifica principalmente na porção do alto rio Preto, onde também se verifica a concorrência entre usuários rurais e a geração de hidreletricidade, em PCH's como a de Queimado os municípios de Cabeceiras-GO e Unaí-MG.

As projeções de consumo agrícola das águas para a bacia do rio Preto apresentam crescente déficit hídrico. Situação que, somada à crescente demanda por água e o aumento das áreas desmatadas, colocam a bacia em situação ambiental crítica, pois inviabiliza os sistemas naturais de recarga. A exploração dos condomínios rurais no alto rio Preto, sua forma de esgotamento sanitário, a localização das nascentes do rio Preto, dentro do perímetro urbano de Formosa-GO, a falta de planejamento e gestão no tratamento dos demais efluentes e resíduos sólidos, representam outra fonte de contaminação crescente na área de estudo. A maior parte dos efluentes, de origem urbana, que comprometem a qualidade das águas da bacia deve-se à cidade de Formosa. Quanto aos efluentes rurais não há monitoramento.

Os dados hidrológicos, obtidos pelo contraste entre balanço hídrico e vazão de outorga, são meramente comparativos, mas já demonstram que é preciso melhor ponderar sobre as concessões de outorga de direito de uso agrícola das águas na bacia, sobretudo nas porções em que a vazão ecológica é, ou está próxima a ser, suplantada pelo consumo. A delimitação exata desses pontos requer estudos mais aprofundados, que contem com uma série histórica de dados hidrológicos que torne possível melhor regionalização. Entretanto, para que isso ocorra, é preciso pensar no investimento em estações hidrométricas e na obtenção de informações superficiais e subterrâneas, algo muito mal distribuído e até mesmo ausente em pontos estratégicos da bacia.

A análise do estado qualitativo das águas demonstrou que a agricultura tem representado um dos principais agentes de alteração nos índices de qualidade das águas. Segundo o enquadramento do curso d'água, em Classe 2, e os estudos de monitoramento do IQA, a qualidade das águas foi tida como ruim no ano de 2011, apresentando elevado número de amostras inconformes, segundo a legislação vigente. Situação ainda mais agravante é detectada durante os períodos de chuva, em que o volume maior de agroquímicos é carregado superficialmente.

A grande exposição do solo, marcado pela pouca espessura e a textura grossa, com intensa irrigação, associada à progressiva extensão de áreas de vegetação nativa desmatadas, contribui para a lixiviação, arraste de porções do solo e infiltração de nutri-

entes, sais e agroquímicos. A situação descrita é facilmente detectada no alto rio Preto, em diferentes níveis das demais porções da bacia.

A análise dos atores, envolvidos na apropriação e gestão dos recursos hídricos na bacia, demonstrou que as formas mais consistentes de organização de produtores rurais encontram-se entre os grandes produtores rurais, a elite da produção agropecuária organizada em sindicatos. Estes são também os irrigantes com maior representatividade nos órgãos gestores analisados, por intermédio de suas atas de reuniões. Observou-se que grande parte das reivindicações desses irrigantes é pontual, pouco sistêmica, quase sempre pautada em interesses individuais.

Com os resultados obtidos, é possível retomar alguns dos questionamentos e hipóteses que, preliminarmente, nortearam o desenvolvimento da pesquisa. Muito embora se proclame a gestão integrada de recursos hídricos, o sistema integrado de informações e de Planos Diretores de Bacia, como suporte às tomadas de decisões, estes são, na verdade, alguns dos obstáculos na implementação outros instrumentos de gestão. A integração institucional não se processa na fluidez com que se espera, mas sim, acontece de maneira acanhada, com ações centralizadas e que muito mais processam as divisões político-administrativas do território do que os limites da bacia. Por sua espacialidade, entre dois Estados e o Distrito Federal, a bacia do rio Preto sugere complexidade ainda maior na compatibilização de instrumentos e ações integradas de gestão.

A aplicação da proposta metodológica proporcionou, além da identificação dos pontos do sistema que requerem fiscalização ou outra forma de intervenção legal, as informações advindas do modelo proposto possibilitam a fundamentação de planos diretores, com foco mais amplo nas questões agrícola-ambientais que envolvem bacias hidrográficas com tal especificidade. O conjunto sistêmico de informações, proporcionado pela organização do modelo, possibilita um processo de tomada de decisão e aplicação dos demais instrumentos de gestão das águas, mais conciso e fundamentado.

Dentre os indicadores propostos para gestão de bacias de economia agrícola, alguns encontraram limitações, pois há disponibilidade diferenciada de informações entre a porção mineira e goiana, de domínio estadual, alto e médio rio Preto, e porção inserida no Distrito Federal, alto curso, de domínio federal. Os indicadores que foram limitados à disponibilidade de informação foram:

- Emissão de Resíduos Sólidos e Efluentes, pois não há um programa de saneamento ambiental rural, ou mesmo ações voltadas ao recolhimento de recipientes utilizados em agroquímicos, coleta ou tratamento de resíduos ou efluentes, que não de origem urbana, ainda que estes se encontrem distribuídos de maneira diferenciada pelos municípios que compõem a bacia;

- Índice de Balanço Hídrico Superficial em Sistemas Agrícolas, pois existem estações de monitoramento hidrométrico apenas no domínio estadual da bacia, além do fato de haver séries históricas com ausência de dados. A ausência de tais informações impacta também sobre outros indicadores como: Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água, Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais e Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com grau de poluição;

- Parâmetros Físicos de Qualidade Solo, a única porção que conta com um Plano Diretor de Recursos Hídricos, é a porção mineira, o Plano Diretor do Paracatu, que abrange, aproximadamente, 70% da bacia. Nos estudos encontrados na bacia do rio Preto, até mesmo no Plano Diretor, não há qualquer informação quanto às propriedades físico-químicas de qualidade do solo, tão somente há classificações genéricas do solo. O indicador, tal qual apontado pelo estudo, tem importância na gestão das águas, vez que possibilita conhecimento, principalmente, sobre a capacidade de condutibilidade de água no solo, importante na determinação da cultura a ser empregada em determinado projeto agrícola, bem como o dispêndio hídrico por ele gerado;

- Os indicadores de resposta, Programas, pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos e Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas iniciados e concluídos, pois apesar de terem sido encontradas iniciativas, não há relato das contribuições dos programas e ações, do público atingido, dos objetivos alcançados, da porção da bacia em que foram implementados;

As limitações identificadas nestes indicadores, entretanto, não descartam a importância dos indicadores propostos na gestão dos recursos hídricos em bacias agrícolas, ao contrário identificam informações ausentes nos estudos e planos direcionadores do processo de gestão das águas. Da mesma forma limitam os processos de tomada de decisão e aplicação de instrumentos de gestão das águas, nesse sentido, pela ausência

de informação quanto à disponibilidade e demanda, com resultados distribuídos ao longo de toda a extensão da bacia.

Os indicadores propostos representam avanço nesse sentido, pois dão aos Comitês de Bacias, sobretudo o do rio Preto, ainda em processo de construção de um Plano Diretor, um referencial de informações preponderantes na gestão de bacias marcadas pelas atividades agrícolas. Por abranger dimensões estaduais e federais o estudo possibilitou identificar que não há integração de informações entre os domínios estadual e federal que atuam sob a bacia.

As informações obtidas ao longo da pesquisa deixam evidente a regionalização institucional da bacia e também dos Sistemas de Informação dos Recursos Hídricos, seja pelo particionamento das informações nos estudos institucionais, seja pela composição dos membros do CBH- rio Preto. Frente ao se constata, o preceito de integração que, legalmente, é proferido para que se atinja eficiência na gestão dos recursos hídricos, não se operacionaliza facilmente na bacia estudada.

Com as considerações proporcionadas pelo Painel de Indicadores proposto e aplicado na bacia do rio Preto, é possível sustentar a afirmação de que a aplicação de instrumentos de gestão dos recursos hídricos pode encontrar uma série de limitações nas diferentes porções da bacia:

- Plano Diretor de Recursos Hídricos: todos os indicadores encontraram limitações quanto à disponibilidade de informação na aplicação do Painel, no alto, médio e baixo rio Preto;
- Sistema de Informações sobre os Recursos Hídricos: todos os indicadores encontraram limitações na disponibilidade de informações na aplicação do Painel, e há falta de integração das demais informações;
- Enquadramento: necessidade de revisão das propostas de enquadramento tendo por base o Percentual de usos das águas por classe de uso, Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas, a Emissão de resíduos sólidos e efluentes, as Feições erosivos avançados com repercussões aos corpos hídricos, os Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com grau de poluição, os Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia e o Percentual de áreas protegidas

- Outorga: há sérias dificuldades para o cálculo de indicadores como o volume de água consumida por destinação, Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas, Quantidade de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água, pela ausência de informações hidrométricas do alto rio Preto;

- Cobrança: muito embora não haja a operacionalização do instrumento na bacia, é consenso na literatura e entre gestores de recursos hídricos, quanto à importância desse instrumento para funcionamento do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos. Os indicadores que a esse respeito se aplicariam: Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas e Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com grau de poluição. Comprometimento das informações hidrométricas no alto curso;

Frente ao exposto, é notório que diversas dimensões intersetoriais, de gestão territorial e dos recursos naturais, se entrelaçaram à aplicação dos indicadores propostos em bacias agrícolas, seja do ponto de vista legal, por objetivos e metas comuns, seja do ponto de vista institucional. Os indicadores propostos sugerem o entrelace das legislações de irrigação, dos diversos instrumentos da política ambiental presentes no Código Florestal, da Lei que rege a definição das Unidades de Conservação, à Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre várias outras. Por consequência uma série de elos interinstitucionais, que muito contribuiriam na aquisição de informações, na aplicação de instrumentos legais e na implementação de programas conjuntos de operacionalização e fiscalização de projetos agrícolas.

Muito embora tais dimensões se apresentem como um grande desafio no processo de gestão de bacias hidrográficas agrícolas, nos reforça a convicção de que a gestão dos recursos naturais, dentre as quais a dos recursos hídricos, é modalidade da gestão do território. Entretanto, analisando alguns Planos Diretores de Bacia Hidrográfica, notamos que esses documentos diferem de tal convicção, pois diagnosticam o recurso quase sempre isoladamente sem discutir a dinâmica do território e dos atores envolvidos no processo.

Existem no Brasil diversas contribuições à gestão agroambiental de bacias hidrográficas, encontradas nos instrumentos políticos de intervenção dos sistemas agrícolas e no uso dos recursos naturais. Esforços nesse sentido são encontrados nas legislações que dispõem sobre as políticas nacionais, anteriormente citadas. Entretanto, as opor-

tunidades para se promover uma política agroambiental não se coadunam a ponto de identificar um espaço institucional para introdução de ações sistêmicas.

A situação de maximização da exploração dos recursos naturais no Brasil traduz estratégias econômicas em que, notadamente, a gestão e o planejamento ambiental estão em segundo plano, em que o aproveitamento sistematizado foi dado como necessário ao desenvolvimento econômico em curto prazo. Apesar de todo caminho percorrido desde o estabelecimento da Lei das Águas, ainda vivemos um momento de transição e de instrumentalização política e institucional para gestão. Essa trajetória, de construção e implementação, não pode deixar de ponderar sobre os sistemas agrícolas que, além de fonte de alimentos e de matéria-prima, representa a atividade de maior impacto sobre os demais sistemas ambientais.

Tais discussões nos remetem a pensar numa política ambiental e de recursos hídricos mais envolvida numa abordagem que integre, institucionalmente, dimensões mais amplas de gestão das águas, que não secundarize a discussão territorial e o jogo dos atores. Estas são algumas das dimensões da gestão ambiental que nos motiva a pensar em novas contribuições do olhar geográfico sobre o território e seus recursos.

## **RECOMENDAÇÕES**

Tendo em vista os obstáculos no desenvolvimento da pesquisa, a dificuldade na aquisição de informações à aplicação do Painel de Indicadores e as limitações à aplicação de instrumentos de gestão das águas, além da problemática identificada na área de estudo, registra-se aqui algumas recomendações aos órgãos competentes, dentre os quais o Comitê da Bacia do rio Preto, por sua representatividade como mecanismo de cobrança instituída.

- ✓ Implantação de estações hidrométricas e de monitoramento de qualidade das águas ao longo da bacia do rio Preto, sobretudo na porção do alto rio Preto. Esta porção da bacia possui intensa atividade agropecuária e é um “ponto cego”, sem monitoramento hidrometeorológico. Por sua configuração geológica e de intenso uso agrícola, esta área é potencialmente contaminante das águas subterrâneas;
  
- ✓ Promoção de programas de apoio e suporte ao produtor agropecuário, sobretudo na orientação de técnicas que melhor se adéquem às condições edáficas e climáticas e que representem ganhos na produtividade e aproveitamento das águas;

- ✓ Estabelecimento de um plano de recuperação cooperada de vegetações naturais e essenciais à integridade ecológica da bacia. O estudo identificou intensa degradação de vegetações ciliares, de encostas e das veredas;
- ✓ Sistema de cooperação entre os Governos do Distrito Federal de Goiás e Minas Gerais na implementação de um Sistema Integrado de Informações sobre os Recursos Hídricos na Bacia do rio Preto. Foi identificado em documentos institucionais o tratamento parcial ou particionado das informações, ou mesmo problemas quanto à definição da área de ação que envolve a bacia;
- ✓ Repensar a distribuição de atividades potencialmente poluidoras em função das áreas potencialmente contaminantes. Nesse sentido, traduzir critérios que repensem a concessão de outorgas de uso e diluição de efluentes;
- ✓ Implementação de estudos de projetos de construção de barragens de regularização, sobretudo no alto rio Preto, em que as demandas e o déficit hídrico são intensos nos períodos de estiagem;
- ✓ Realização e aplicação de estudo de zoneamento agroambiental, com definição de ações efetivas nos sistemas de uso do solo e recursos hídricos, sugestão de unidades de conservação, implementação de sistema de consultoria e ação cooperada entre os agropecuaristas da bacia;
- ✓ Criar mecanismos e instrumentos de recuperação e fiscalização das Áreas de Proteção Ambiental, APP's e demais áreas de reserva legal;
- ✓ Construção de rede de orientação, monitoramento e controle do uso de agrotóxicos;
- ✓ Implementação dos processos de licenciamento ambiental para atividades agropecuária de grande vulto, atrelando a esses estudos a concessão de outorga de uso;
- ✓ Definição de instrumentos de gestão contextualizados à bacia, a saber: enquadramento diferenciado dos corpos d'água em áreas potencialmente sujeitas à contaminação; a outorga de uso que se valha de informações agrícolas específicas da bacia (técnica utilizada, cultivo, localização, solo, entre outras); discussão entre usuários para implantação da cobrança pelo uso da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAMA - Associação dos Amigos do Meio Ambiente. (17 de abril de 2012). Fonte: [http://www.aama.org.br/conteudo/ler\\_cont.php?id=74](http://www.aama.org.br/conteudo/ler_cont.php?id=74)

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. (2012). Acesso em 17 de Abril de 2012, disponível em <http://admin.abhaaraguari.org.br/arquivos/artigos/b8eb44c9f10e344ab4f0617ae606ef04.pdf>

ABRAHAM, E. (2003). *La utilización de indicadores socio-econômicos en el estudio y la lucha contra la desertificación*. Mendoza: CONICET, LaDyOT, CRICYT.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. (31 de Out. de 2011). *Toxicological profile information sheet. Departament of health and human*. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>

ALHO, C. J. R. *Distribuição da fauna num gradiente de recursos em mosaico*. In: PINTO, M. N. (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília: Universidade de Brasília, 1990, p. 205 - 254.

ALVES, P. F. (2003). *Análise das alternativas tecnológicas de irrigação e os conflitos pelo uso da água na bacia do rio Preto*. Brasília - DF: UCB - Departamento de Engenharia Ambiental.

ANA - Agência Nacional das Águas. (2009). *Programa nossos rios: São Francisco*. Brasília.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. (2004). *Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco -Subprojeto 4c: Plano decenal de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco - enquadramento dos corpos d'água da bacia do São Francisco*. Brasília: ANA.

AZEVEDO, J. A., DOLABELLA, R. H., PEIXOTO, J. V., & SILVA, E. M. (1997a). *Manejo da irrigação usando-se tensiômetros e curva de retenção de água em feijão irrigado por aspersão*. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991-1995. Brasília - DF.

AZEVEDO, J. A., SILVA, D. B., ANDRADE, J. M., & ANDRADE, L. M. (1997b). *Aplicação da tensiometria no manejo de água de irrigação em lavoura de trigo irrigado no Vale do Pamplona*. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991-1995. Brasília - DF.

AZEVEDO, J. A., SILVA, E. M., SILVA, J. A., & FIGUEREDO. (1997c). *Manejo da irrigação usando tensiômetros em feijão sob pivô-central em solo de textura média de Unai - MG*. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Relatório

Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1991-1995. Brasília - DF.

BAKKES, J. A., VAN DER BORN, G. J., HELDER, J. C., SWART, R. J., HOPE, C. W., & PARKER, J. D. (1994). *An overview of environmental indicators: state of the art and perspectives*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP)/Dutch National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM).

BARROS, A. B. (2000). *Na gestão de bacias hidrográficas é preciso respeitar o espírito da lei 9.433*. (Vol. Abr./Jun.). (Revista Águas do Brasil). Brasília/DF: SRH/MMA.

BARROS, L. M. (2011). *A proposta da reciclagem eo destino final dos resíduos sólidos: realidade de Formosa-GO*. Brasília: UnB.

BARTH, F. T. (2000). A cobrança como suporte financeiro à política estadual de recursos hídricos. In: A. C. THAME, *A cobrança pelo uso da água* (pp. 135-152). São Paulo: Instituto de Qualificação e Editoração LTDA.

BARTH, F. T., & POMPEU, C. T. (1987). Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: F. T. BARTH, *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos* (pp. 01-91). São Paulo/SP: Nobel. (Coleção ABRH de recursos hídricos).

BELLEN, H. M. (2005). *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: FGV Editora.

BORGES, M. E. (2008). *Mapeamento geomorfológico da bacia do rio Preto e sua relação com o uso agrícola*. (Dissertação de Mestrado. Brasília: UnB/IH/GEA.

BORSOI, Z. M., & TORRES, D. A. (2002). *A política de recursos hídricos no Brasil*. Gerencia de Estudos de Saneamento do BNDES.

BRASIL. (15 de setembro de 1965). *Lei 4.771 - Institui o novo Código Florestal*. Brasília-DF.

\_\_\_\_\_. (25 de junho de 1979). *Lei 6.662 - Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação e dá outras providências*. Brasília-DF.

\_\_\_\_\_. (05 de Outubro de 1988). *Constituição da república federativa do Brasil*. Brasília-DF.

\_\_\_\_\_. (18 de julho de 2000a). *Lei 9.985 - Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC*. Brasília-DF.

\_\_\_\_\_. (17 de julho de 2000b). *Lei 9.984 - Institui a Agência Nacional das Águas - ANA*. Brasília-DF.

\_\_\_\_\_. Lei 9.433. (8 de Janeiro de 1997). *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília - DF, Brasil.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 357. (17 de Março de 2005). *CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente*. Brasília - DF, Brasil.

BRAUN, O. P. (1971). *Contribuição à geomorfologia do Brasil Central*. Revista Brasileira de Geografia n° 32, 3-39.

BUSTOS, M. R. (2003). *A educação ambiental sob a ótica da gestão dos recursos hídricos*. (Tese de Doutorado) Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo: USP.

CAMINO, R., & MÜLLER, S. (1993). *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores*. San José.: IICA. (Série Documentos de Programas IICA).

CAMPOS, J. E., & SILVA, F. H. (1998). *Hidrogeologia do Distrito Federal*. Brasília: IEMA/SEMATEC/UnB.

CARNEIRO, P. J. (2003). Barragens, dinâmica do uso do solo e recursos hídricos - os novos desafios da tecnologia, limites da sustentabilidade e paradigmas educacionais. In: *Seminário Interinstitucional: rio Preto*. Brasília: UCB.

CARNEIRO, P. J., MALDANER, V. I., ALVES, P. F., QUEIRÓS, I. A., MAURIZ, T. V., & PACHECO, R. J. (2007). Evolução do uso da água na bacia do rio Preto no Distrito Federal. In: *Revista Espaço & Geografia*. (Vol. 10, pp. 47-76). Brasília: GEA/UnB.

CARVALHO, L. N., MORAES, R. O., & JUNQUEIRA, E. R. (2003). *A avaliação de desempenho ambiental: um enfoque para os custos ambientais e os indicadores de eco-*. Acesso em 05 de Novembro de 2003, disponível em <http://www.eac.fea.usp.br>

CEMIG. (2001). *Informativo AHE Queimados*. Companhia Energética de Minas Gerais. Unai - MG.

CEPAL, C. E. (2003). *Evaluación de la sostenibilidad em America Latina y el Caribe*. Santiago de Chile. Disponível em <http://www.eclac.cl/dmaah/proyectos/esalc/>.

CHRISTOFIDIS, D. (2003). In: ANA, MMA, BM, & ANEEL, *O estado das águas no Brasil* (1ª Edição ed., Vol. I, pp. 111-134). Brasília: ANA.

\_\_\_\_\_. (1999). O uso da irrigação no Brasil. In: MMA/SRH, *O estado das águas no Brasil*. Brasília: MMA/SRH/ANEEL.

\_\_\_\_\_. (2006). *Recursos hidricos dos cerrados e seu potencial de utilização na irrigação*. Brasília.

COIMBRA, R. M. (2000). *Termos de referência para elaboração dos planos de recursos hídricos*. Brasília/DF: MMA/SRH.

COIMBRA, R. M., LEEUWESTEIN, F. M., & PEDROSA, M. M. (2002). *Avaliação das águas no Brasil*. Brasília/DF: MMA/SRH.

COPAM - Conselho de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais. (1986). *Deliberação Normativa nº 10 - Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências*. Belo Horizonte, 16 de dezembro de 1986.

COSTA, F. J. (2003). Estratégias de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil: áreas de cooperação com o Banco Mundial. In: BM, *Série águas do Brasil. Vol. I - 1ª ed.* Brasília: Banco Mundial. 204p.

COUTO, J. L. (08 de Nov. de 2011). *Irrigação: a vilã do desperdício*. Fonte: <http://jviana.multiply.com/journal/item/7>

DALE, V. H., & BEYELER, S. C. (2001). *Challenges in the development and use of ecological indicators*. *Ecological Indicators*, 1(1):3-10, Aug.

DINO, K. J. (2002). *Projeto marca d'água - relatórios preliminares de 2001: a bacia do rio Paracatu*. Brasília/DF: Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas/FINATEC/UnB.

DUMANSKI, J., & PIERI, C. (2000). *Land quality indicators: research plan - agriculture, ecosystems & environment* (Vols. 81, p. 155-162).

ECOPLAN/ADASA/GDF. (Julho de 2011). *Relatório técnico parcial 2 - andamento dos trabalhos*. Brasília: ECOPLAN.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 212p.

EMBRAPA. (1999). *Centro Nacional de Pesquisa de Solos - Sistema brasileiro de classificação de solos*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília: Embrapa.

\_\_\_\_\_. (2005a). *Estimando o consumo de água de suínos, aves e bovinos em uma propriedade*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Concórdia - SC: Embrapa.

\_\_\_\_\_. (2005b). *Excursão técnica à bacia do rio Preto - Boletim Eletrônico Semanal*. Brasília/DF: MAPA.

\_\_\_\_\_. (2004). *Projeto "pequenos reservatórios de água na bacia do rio Preto"*. (9ª Edição ed.). Boletim Informativo. Brasília/DF: MAPA.

ESWARAN, H., FRIEDRICH, H. B., & SURENDER, M. V. (2000). *Resource management domains: a biophysical unit for assessing and monitoring land quality*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.

FERRERAS, L. A., BATISTA, J. J., AUSILIO, A., & PECORARI, C. (2001). *Parámetros físicos del suelo en condiciones no perturbadas y bajo laboro*. *Pesquisa Agropecuária*, 36: 161-170.

FGV. (2000). *Fundação Getúlio Vargas. Indicadores de sustentabilidade para a gestão de recursos hídricos*. Brasília: FGV.

FIGUEIREDO FILHO, P. M., OLIVEIRA, A. G., & LIBERAL, G. S. (1982). *Projeto Rio Preto*. (Relatório Interno). [s.l.]: NUCLEBRÁS/SUPPM.

FILGUEIRA, H. J., GUERRA, A. F., & RAMOS, M. M. (1996). *Parâmetros de manejo de irrigação e adubação nitrogenada para o cultivo de cevada cervejeira no cerrado*. Pesquisa agropecuária brasileira - Brasília, 31, pp. 63-70.

FREITAS, A. J. (2001). Gestão dos recursos hídricos. In: D. SILVA, & F. F. PRUSKI, *Gestão dos recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais*. Viçosa: UFV/ABRH.

FUNDAÇÃO RURAL. *Cadastro dos usuários de águas superficiais da bacia do rio Preto - Relatório Final*. (2004). Brasília: Convênio ANA/SEMARH/FUNIVERSA.

GALANO, A. M. (1999). Cultivar a natureza: políticas agroambientais. In: L. C. COSTA, & R. (. SANTOS, *Estudos sociedade e agricultura - Revista semestral de ciências sociais aplicadas ao estudo do mundo rural - CPDA* (pp. 169-177). (Vol. 12). Rio de Janeiro: UFRRJ.

GALLOPÍN, G. C. (1996). *Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach*. Environmental modelling & assessment.

GAVEA. (2010). *Universidade do Minho*. Acesso em 21 de Janeiro de 2010, disponível em Laboratório de Estudo e Desenvolvimento da Sociedade da Informação: <http://www3.dsi.uminho.pt/gavea/>

GDF. (2004). *Relatório de Atividades - 2004*. Governo do Distrito Federal. Brasília/DF: GDF - SEPLAN.

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2000.

GOLDER/FAHMA. (2005). *Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal - PGIRH/DF*. Golder Associates do Brasil Ltda/Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda. Brasília.

GREENTEC/SEDUMA. (2010). Greentec Tecnologia Ambiental/Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. *Zoneamento ecológico-econômico da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE*. Brasília: SEDUMA.

GRUPO QUEIRÓS GALVÃO. *PCH Queimado*. (23 de Junho de 2006). Fonte: <http://portal.queirozgalvao.com>.

HEINEMANN, D., HIGGINS, J., MCALPINE, G., RAISON, J., & SAUNDERS, D. (1999). *A guidebook to environmental indicators*. Austrália: CSIRO. Disponível em: <<http://www.csiro.au/csiro/envind/code/pages/20.htm>>.

HENKES, S. L. (2003). *Histórico legal e institucional dos recursos hídricos no Brasil*. Disponível em: [www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/28882-28900-1-PB.html](http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/28882-28900-1-PB.html).

HIDROWEB.(23 de Outubro de 2011). *Sistema de Informações Hidrológicas*Fonte: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1030&TipoReg=3&MostraCon=true&CriaArq=false&TipoArq=0&SerieHist=false>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1996). *Contagem da População* . Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

\_\_\_\_\_. (2000). *Censo Demográfico. Diretoria de Pesquisas - Departamento de População e Indicadores Sociais* . Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

\_\_\_\_\_. (2008). *Indicadores de desenvolvimento sustentável* . Rio de Janeiro: IBGE.

\_\_\_\_\_. (2010). *Censo demográfico* . Rio de Janeiro.

\_\_\_\_\_. (2004a). *Indicadores de desenvolvimento sustentável - Brasil 2004*. Brasília - DF: \_\_\_\_\_ Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids\\_2004.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids_2004.shtm).

\_\_\_\_\_. (2011). *Recursos Naturais e Estudos Ambientais*. Acesso em 7 de Outubro de 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/defaulttab.shtm>

\_\_\_\_\_. (2004b). *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes - (PAM/2004)*. Brasília: IBGE.

\_\_\_\_\_. (2007). *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes - PAM/2007*. Rio de Janeiro: IBGE.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (30 de Agosto de 1991). *Censo Demográfico. Diretoria de Pesquisas - Departamento de População e Indicadores Sociais* . Rio de Janeiro - RJ, Brasil.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.(2011<sup>a</sup>). *Comitês de bacias hidrográficas de Minas Gerais*. Acesso em 30 de Agosto de 2011, disponível em <http://comites.igam.mg.gov.br/>.

\_\_\_\_\_.(2011b). *Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais - Relatório Trimestral*. Belo Horizonte..

\_\_\_\_\_. (2011c). *Cobrança pelo uso dos recursos hídricos*. Acesso em 30 de outubro de 2011. <http://www.igam.mg.gov.br/cobranca>

INFORMATIVO AHE QUEIMADO. (2001). *Usina de Queimado*. Unaí-MG: CEMIG.

JENKINS, K. D., & SANDERS, B. M. (1992). Monitoring with biomarkers: a multi-tiered framework for evaluating the ecological impacts of contaminants. In: D. H.

MCKENZIE, D. E. HYATT, & V. J. MCDONALD, *Ecological indicators* (Vol. 2, pp. p. 1279-1293). New York: Elsevier Applied Science.

SILVA Jr., R. O.; RIZZO, H. G. (2002). *Água: manual de consumo sustentável*. Brasília/DF: MMA/SRH.

KANAZAWA, M. (1999). Institutions and institutional change: the evolution of groundwater law in Early California. In: ISNIE, *Annual Conference of the International Society for New Institutional Economics*. Washington, D. C.: Disponível em: <<http://www.isnie.org>>.

KAYANO, J., & CALDAS, E. L. (2002). *Indicadores para o diálogo*. São Paulo: Polis - Programa Gestão Pública e Cidadania (FGV/EAESP).

KLEIN, V. A. (2002). *Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiros e figueira*. Passo fundo: UPF. 61p.

KONRAD, J., MACHADO, C. J., SALAMONI, G., & COSTA, A. J. (2008). Microbacia hidrográfica: uma proposta de unidade de análise e planejamento territorial. In: *XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação*, Pelotas/RS - Conhecimento sem fronteiras: EGUFPEL.

KRAUSE, & RODRIGUES, F. A. (1998). *Recursos hídricos no Brasil*. Brasília/DF: MMA/SRH.

LACERDA FILHO, J., REZENDE, A., & SILVA, A. (. (2000). *Geologia e recursos minerais do estado de Goiás e do Distrito Federal*. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Brasília: CPRM/METAGO/UnB. 184p.

LANNA, A. E. (2000). A inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: H. R. (Org.) MUNÕZ, *Interfaces da gestão de recursos hídricos, desafios das leis de águas de 1997*. (pp. 75-150). Brasília/DF: SRH/MMA.

\_\_\_\_\_. (1995). *Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. Brasília: IBAMA.

\_\_\_\_\_. (1997). Gestão dos recursos hídricos. In: C. E. TUCCI, *Hidrologia: ciência e aplicação*. (2ª Edição; 1ª reimp. ed.). Porto Alegre: Ed. Universidade - UFRGS/ABRH.

LATUF, M. O., A., M. M., PRUSKI, F. F., & SILVA, D. D. (Abril de 2007). *Mudança no uso do solo nas bacias do rio Preto e ribeirão Entre Ribeiros - MG a partir de imagens do sensor Landsat 5 TM*. Anais XIII Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, pp. 21-26.

LEAL, A. C. (2001). *Gestão das águas no pontal do Paranapanema - SP*. (TESE DE DOUTORADO). Campinas/SP: Instituto de Geociências - UNICAMP.

LEONARDO, H. C. (2003). *Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo Cue, região oeste do estado*

do Paraná. (Dissertação de Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

LIMA, J. E. (2000). *Determinação e simulação da evapotranspiração de uma bacia hidrográfica do cerrado*. Dissertação de Mestrado. Brasília: UnB.

LIMA, W. P. (1999). *A microbacia e o desenvolvimento sustentável* (Vols. 1, n. 3). Ação Ambiental.

LIMA, W. P., & ZAKIA, M. J. (1996). *Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas* (Vols. 10, n. 29, p.11-21). Série Técnica IPEF.

MACLAREN, V. W. (1996). Urban sustainability reporting. *APA Journal* , pp. 62(2): 184-202.

MAGALHÃES Jr., A. P. (2007). *Indicadores ambientais e recursos hídricos - realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MALDANER, V. I. (2003). *Análise dos conflitos do uso da água na bacia hidrográfica do rio Preto no DF*. (Dissertação de Mestrado). Brasília: Universidade Católica de Brasília.

MANTOVANI, E. C. (2008). *Aspectos básicos da irrigação de sistemas pressurizados*. Montes Claros: UFV.

MARANHÃO, N. (2007). *Sistema de indicadores para planejamento e gestão de recursos hídricos de bacias hidrográficas*. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ.

MENIN, D. R. (2000). *Ecologia de A a Z - Pequeno dicionário de ecologia*. Revista dos Tribunais. São Paulo: L&PM.

MERICO, K. F. (2001). Políticas públicas para a sustentabilidade. In: G. VIANA, M. SILVA, & N. DINIZ, *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil* (pp. p. 251-262). São Paulo: Fundação Perseu Abramo.

MILANEZ, B. (2002). *Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). São Carlos/SP: UFSCAR. 206p.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 11.504 . (20 de Julho de 1994). *Política Estadual de Recursos Hídricos* . Belo Horizonte - MG, Brasil.

\_\_\_\_\_. Lei Estadual nº 13.199. (29 de Janeiro de 1999). *Política Estadual de Recursos Hídricos* . Belo Horizonte - MG, Brasil.

\_\_\_\_\_. Plano Estadual de Recursos Hídricos. (Dezembro de 2006). *Relatório final - consolidação da primeira etapa* . Belo Horizonte - MG.

MINAS/EM/REVISTA. (2002). *As águas do noroeste*. Revista de Integração Regional e Estadual. Ano II, n. 04, ago.. Unai - MG.

\_\_\_\_\_. (2004). *Unai 60 anos*. Revista de Integração Regional e Estadual. Ano IV, n. 06, jan.. Unai - MG.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. (2003). *Diagnóstico das condições de saneamento básico nos municípios do entorno de Brasília - DF*. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS. Brasília.

MIRANDA, E. E., & COUTINHO, A. C. (2004). *Brasil visto do espaço*. Acesso em 27 de out. de 2011, disponível em EMBRAPA - Monitoramento por Satélite: <<http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br>>

MMA. (s.d.). *Ministério do Meio Ambiente*. Acesso em 12 de Janeiro de 2011, disponível em Secretaria de Recursos Hídricos: <http://www.mma.gov.br/port/srh/sistema/index.html>

MOLDAN, B. (1997). Decision making cycle. In: B. MOLDAN, & S. BILLHARZ, *Sustainability indicators: report of the project on indicators for sustainable development*. Wiley: (Disponível em: <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope58/box1f.html>>).

MOREIRA, H. (1997). Sistema de suporte à decisão agrícola: manejo dos cultivos e dos recursos hídricos. In: MMA/SRH, *Anais do ciclo de palestras da Secretaria de Recursos Hídricos*. Brasília: MMA/SRH.

MORTENSEN, L. F. (2001). The driving force-state-response framework used by CSD. In: B. MOLDAN, & S. BILLHARZ, *Sustainability indicators: report of the project on indicators for sustainable development*. Wiley. Disponível em: <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope58/box1d.html>>.

NORTH, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.

NUNES, I. J. (1998). *Nutrição animal básica* (2 ed.). Belo Horizonte: FCP-MVZ Ed.

OECD, Organization for Economic Co-operation and Development (1994). *Environmental indicators*. Paris.

\_\_\_\_\_. (1998). *Towards sustainable development: environmental indicators*. Paris.

OMS - Organização Mundial da Saúde. (1995). *Guías: la calidad del agua potable* (2a ed., Vol. I: Recomendaciones). Ginebra.

PINTO, M. N. (1987). *Superfície de aplainamento do Distrito Federal*. Revista Brasileira de Geografia, 9-26.

PIVELLO, V. R. (1998). *Planejamento ambiental*. São Paulo: Instituto de Biociências - USP.

PLANPAR. (2006). *Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paracatu*. Belo Horizonte: IGAM.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2000). *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Brasília - DF: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro.

PORTAL RIO PRETO. Informações gerais sobre a região do rio preto. (31 de Out. de 2011). Brasília, DF: EMATER. Disponível em: <<http://www.riopretodf.com.br/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=11>>.

QUARANTA, G. (2004). *Agricultura de Sequeiro*. Lisboa: UL.

REICHERT, J. M., REINERT, D. J., & BRAIDA, J. A. (2003). *Manejo, qualidade do solo e sustentabilidade: condições físicas do solo agrícola*. Ribeirão Preto: SBCS.

REINERT, D. J., & REICHERT, J. M. (2006). *Propriedades física do solo*. Santa Maria: UFSM - Centro de Ciências Rurais.

RIBEIRO, M. C. (2006). *Biodiversidade aquática: a ictiofauna do Distrito Federal*. Brasília: GRAC/CREN/FAUFL.

RODRIGUES, L. N., SANO, E. E., AZEVEDO, J. A., & SILVA, E. M. (2007). *Distribuição espacial e área máxima do espelho d'água de pequenas barragens de terra na bacia do rio Preto*. Espaço & Revista, Vol. 10, nº2, p. 379-400.

ROSS, J. L. (1985). *Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação*. Revista do Departamento de Geografia - USP. São Paulo: n. 4, p. 25 - 39.

ROWE, G., & WRIGHT, G. (October de 1999). The delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting, Volume 15, Issue 4*, pp. 353-375.

SADF - Secretaria de Agricultura do Distrito Federal. (1995). *Caracterização da bacia hidrográfica do rio Preto*. Brasília-DF.

SADF - Secretaria de Agricultura do Distrito Federal. (2001). *Projeto de aproveitamento hidroagrícola da bacia do rio Preto*. Brasília - DF.

SANO, E. E., LIMA, J. E., SILVA, E. M., & OLIVEIRA, E. C. (2005). *Estimativas da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002*. 25, pp. 508-515.

SANTOS, R. F. (1995). *Planejamento ambiental*. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP.

SCARE, R. F. (2003). *Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil*. (Dissertação de Mestrado). São Paulo/SP: Departamento de Administração - USP.

SCHOBENHAUS, C. (1985). As faixas de dobramentos Brasília, Uruaçu e Paraguai-Araguaia e o maciço mediano de Goiás. In: S. C., (Org.). *Geologia do Brasil - texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo*

*depósitos mineirais, escala 1:2500000* (pp. Cap. 6, p. 251-299). Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral.

SCHVARTZMAN, A. S.; Medeiros, M. J.; Nascimento, N. O. *Avaliação preliminar do critério de outorga adotado do estado de Minas Gerais*. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABRH, 1999. CD Rom.

SEBRAE. (1999). *Unai: diagnóstico municipal*. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. PRODER - Programa de Emprego e Renda. Belo Horizonte.

SETTI, A. A. (2005). *Política agro-ambiental no Brasil*. Brasília: IICA/BID.

SHAH, R. (2000). International framework of environmental statistics and indicators. In: *Workshop on the Institutional Strengthening and Collections of Environmental Statistics* (p. sn). Samarkand Proceedings.

SILVA, L. M. (2006). *A gestão dos recursos hídricos em Unai - MG: os usos múltiplos das águas e suas implicações sócio-ambientais*. (Dissertação de Mestrado). Brasília: UnB.

SMEETS, E. W. (1999). *Environmental indicators: typology and overview*. Copenhagen: European Environment Agency. (Technical Report, 25).

SNIS. (2009). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2009*. Brasília - DF.

SOARES, F. S. (2007). *Relação dos compartimentos geomorfológicos com o uso agrícola na bacia do rio Preto*. Espaço & Geografia, 10 (2), 453:476.

STIRLING, A. (1999). *The appraisal of sustainability: some problems and possible responses*. Local Environment , 4(2):111-131.

TERRAMETRICS - Digital Terrain Visualization. Google earth. (2012). TerraMetrics.

THEODORO, S. H., CORDEIRO, P. M., & BEKE, Z. (2004). *Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socioambientais*. Brasília/DF: ANPPAS (Disponível em: [http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/papers/gt/gt05/suzi\\_theodoro.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/papers/gt/gt05/suzi_theodoro.pdf)).

TOMMASI, L. R. (1994). *Estudo de impacto ambiental*. São Paulo: CETESB - Terragraph Artes e Informática.

VOOGD, H. (1983). *Multicriteria evaluation for urban and regional planning*. London: Pion.

WALKER, J., & REUTER, D. J. (1996). *Indicators of catchment health*. Melbourne. 174p.: CSIRO.

WALKER, J., ALEXANDER, D., IRONS, C., JONES, B., PENRIDGE, H., & RAPPORT, D. (1996). Catchment health indicators: an overview. In: J. WALKER, &

D. J. REUTER, *Indicators of catchment health: a technical perspective* (pp. cap. 1, 3-18). Melbourne: CISRO.

WALZ, R. (2000). Developmente of environmental indicator systems: experiences from Germany. *Environmental Management* , pp. 25(6): 613-623.

WINOGRAD, M. (1995). *Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la toma de decisiones en Lation América y Caribe*. Cali. Disponível em: <http://www.ciat.cgiar.org/indicators/unepciat/paper.htm>.

WIRTH, J. D. (1982). *O fiel da balança: Minas Gerais na federação brasileira*. São Paulo: Paz e Terra.

WORLD BANK. *Water supply and sanitation*. (2005). Disponível em: <http://www.worldbank.org/watsan> - Acesso em 25/01/2005.

ZEE - Zoneamento Econômico-Ecológico de Minas Gerais. (2008). *Zoneamento ecológico-econômico do estado de Minas Gerais: componentes geofísico e biótico*. Lavras: Editora UFLA.

ZUFFO, A. C. (1998). *Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos*. (Tese de Doutorado). São Paulo: USP/Escola de Engenharia de São Carlos.

**Apêndices A – Quadro multicritérios de gestão de bacias hidrográficas agrícolas – Percentuais obtidos pela aplicação da Técnica Delphi.**

Modelo de Classificação (Dimensões de Análise)	Critérios	Unidade de Medida	Avaliação			
			0	1	2	3
<p style="text-align: center;"><b>FORÇA MOTRIZ</b> (Atividades que Potencializam e/ou Comprometem os Recursos Hídricos)</p>	1. Área agrícola	(Nº/Ha, %)	7,69	17,9487179	28,2051282	46,1538462
	2. Produção agrícola	(Nº/Ha, %)	7,69	12,8205128	43,5897436	35,8974359
	3. Consumo de fertilizantes e defensivos	(Kg/Ha)	0	12,8205128	20,5128205	66,6666667
	4. Usos das águas	(%)	0	12,8205128	20,5128205	66,6666667
	5. Eficiência do manejo técnico das águas	(Nº, %)	0	7,69230769	30,7692308	61,5384615
<p style="text-align: center;"><b>PRESSÃO</b> (Atividades que Comprometem a Qualidade e a Quantidade dos Recursos Hídricos):</p>	6. Consumo de água	(Nº, M³/Ha/Ton.)	5,13	5,12820513	25,6410256	64,1025641
	7. Produtividade	(Nº, Ton./Ha/M³)	10,3	15,3846154	35,8974359	38,4615385
	8. Desmatamento	(%, Nº)	0	15,3846154	23,0769231	61,5384615
	9. Destinação e armazenamento de recipientes de insumos químicos	(%, Nº)	0	5,12820513	23,0769231	71,7948718
	10. Saneamento	(%)	5,13	7,69230769	28,2051282	58,974359

(continua)

**Apêndices A – Quadro multicritérios de gestão de bacias hidrográficas agrícolas – Percentuais obtidos pela aplicação da Técnica Delphi (continuação)**

Modelo de Classificação (Dimensões de Análise)	Critérios	Unidade de Medida	Avaliação			
			0	1	2	3
ESTADO (Níveis de Qualidade e Quantidade das Águas);	11. Volumes de água para outorga	M³, %	5,13	12,8205128	58,974359	23,0769231
	12. Balanço hídrico	M³, %	0	5,12820513	43,5897436	51,2820513
	13. Qualidade física do solo	Nº, %	0	15,3846154	35,8974359	48,7179487
	14. Qualidade da água	Nº, %	0	5,12820513	15,3846154	79,4871795
	15. Biodiversidade	Nº, %	7,69	25,6410256	25,6410256	41,025641
IMPACTO (Danos Ambientais resultantes).	16. Erosão acelerada	(Kg/Ha)	0	0	25,6410256	74,3589744
	17. Perda da cobertura vegetal	(Nº, %)	0	5,12820513	30,7692308	64,1025641
	18. Espécies animais comprometidas	(%, Ha)	12,8	23,0769231	43,5897436	20,5128205
	19. Mananciais poluídos	(%)	0	7,69230769	15,3846154	76,9230769
	20. Assoreamento	(%)	0	5,12820513	38,4615385	56,4102564

(continua)

**Apêndices A – Quadro multicritérios de gestão de bacias hidrográficas agrícolas – Percentuais obtidos pela aplicação da Técnica Delphi (continuação)**

Modelo de Classificação (Dimensões de Análise)	Critérios	Unidade de Medida	Avaliação			
			0	1	2	3
Resposta (Esforços Sociais na Resolução de Problemas)	21. Unidades de Conservação	Nº, %	10,3	17,9487179	30,7692308	41,025641
	22. Grau de formação dos usuários da água	(%)	10,3	28,2051282	30,7692308	30,7692308
	23. Adoção de medidas agro-ambientais	(%)	0	5,12820513	17,9487179	76,9230769
	24. Participação de usuários em órgãos colegiados	(%)	12,8	15,3846154	30,7692308	41,025641
	25. Conflitos pelo uso da água	(Nº, %)	5,13	0	46,1538462	48,7179487
	26. Suporte técnico aos usuários das águas	(%)	0	10,2564103	20,5128205	69,2307692

**Legenda**

0	O Critério <u>não é importante</u> e não deve ser considerado.
1	O Critério é <u>pouco importante</u> .
2	O Critério é <u>razoavelmente importante</u> .
3	O Critério é <u>muito importante</u> .

Se tais critérios fossem aplicados em uma bacia hidrográfica federal quais critérios:

<u>Poderiam ser utilizados:</u>	
<u>Não poderiam ser utilizados</u>	

Org. L. M. SILVA.

## Apêndices B – Painel de Indicadores para gestão de bacias hidrográficas agrícolas

D.P.S.I.R	INDICADORES INDIVIDUAIS E AGREGADOS	Unidades de Medida
Força Motriz	Evolução das áreas destinadas às atividades agrícolas	(%/Ha/Ano)
	Consumo total de insumos químicos atividade agrícola	(Kg/Ha/Ano/Safra)
	Percentual de usos das águas por classe de uso	(%)
	Média das perdas d'água por técnica de uso empregada	(%)
Pressão	Estimativa do volume de água consumida por destinação agrícola	(l/m <sup>3</sup> )
	Variação percentual da produtividade média por água empregada em atividades agrícolas	(%)
	Evolução das áreas desmatadas por destinação agrícola	(%/Ano)
	Emissão de resíduos sólidos e efluentes	(%)
Estado	Índice de balanço hídrico superficial em sistemas agrícolas	(%)
	Quantidades de água para outorga pelo órgão competente e por destinações da água	(%)
	Percentual de amostras físico-químicas da água inconformes com os parâmetros legais	(%)
	Parâmetros físicos de qualidade solo	(N°)
Impacto	Feições erosivas avançadas com repercussões aos corpos hídricos	(N°)
	Corpos d'água, superficiais e/ou subterrâneos, com grau de poluição	(%/TIPO)
Resposta	Percentual de áreas protegidas	(N°)
	Programas, pautados em princípios agroambientais iniciados e concluídos	(N°)
	Usuários participantes em órgãos colegiados ligados a gestão das águas, ao setor agrícola ou às questões ambientais	(N°)
	Conflitos entre usuários das águas identificados nas diferentes porções da bacia	(%)
	Palestras, eventos, treinamentos e acompanhamentos especializados voltados à gestão das águas iniciados e concluídos.	(N°/ÁREA)

\* Unidade de medida sujeita a variação de acordo com os parâmetros e métodos de análise da estrutura, densidade, textura, porosidade e condução hidráulica.

Org. L. M. SILVA.

**Apêndice C - Proposta de enquadramento dos cursos de água da bacia do Rio Preto na área do DF e Entorno Imediato**

Nº	Descrição do Trecho	Fonte de Poluição	Usos Atuais	Modelagem Atual <sup>1</sup>	Monitoramento	Classe	Justificativa	Ponto de Controle
1	Rio Preto a montante da Lagoa Feia	Cidade de Formosa	Abastecimento doméstico subterrâneo	Trecho não modelado	Sem informação	3	Dentro de área urbana	
2	Rio Preto da Lagoa Feia até a confluência com o ribeirão Santa Rita	Argila	Recreação - Ponto Turístico – Lagoa Feia	Trecho não modelado	Sem informação	2	Preservar a qualidade da água da Lagoa Feia	
3	Bacia do ribeirão Santa Rita	Argila, areia, Agricultura	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação	Trecho não modelado	Nenhuma anomalia identificada no monitoramento	2	Usos Atuais	
4	Rio Preto do ribeirão Santa Rita até ribeirão Jacaré	Agricultura	Irrigação	Trecho não modelado	Sem informação	2	Usos Atuais	
5	Bacia do ribeirão Jacaré	Argila, areia, Agricultura	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação	Trecho não modelado	Sedimento - Ba (157,0 ppm)	2	Usos Atuais	
6	Rio Preto do ribeirão Jacaré até ribeirão Extrema	Argila, Cascalho	Irrigação	Trecho não modelado	Sem informação	2	Usos Atuais	

(continua)

**Apêndice C - Proposta de enquadramento dos cursos de água da bacia do Rio Preto na área do DF e Entorno Imediato (continuação)**

7	Bacia do ribeirão Extrema	Cascalho, areia, Agricultura	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação, Dessedentação de animais	Trecho não modelado	Nenhuma anomalia identificada no monitoramento	2	Usos Atuais	30
8	Rio Preto do ribeirão Extrema até rio Jardim	Cascalho, Agricultura	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação	Trecho não modelado	Sem informação	2	Usos Atuais	
9	Bacia do rio Jardim	Cascalho, Agricultura, Chacreamento	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação	Trecho não modelado	Nenhuma anomalia identificada no monitoramento	2	Usos Atuais	31
10	Rio Preto do rio Jardim até ribeirão São Bernardo	Agricultura	Irrigação	Trecho não modelado	Sem informação	2	Usos Atuais	32
11	Bacia do ribeirão São Bernardo	Agricultura	Abastecimento doméstico – subterrâneo, Irrigação	Trecho não modelado	Sedimento – Cu (25 ppm)	2	Usos Atuais	33
12	Afluentes do rio Preto	Solo exposto	Área pertencente ao exército	Trecho não modelado	Sem informação	1	Área Preservada	

Fonte: Modificado de PGIRH (2006).

### Apêndice D – Vazões médias e mínimas de referência para bacia do rio Preto

Código	Estação (ou série recons- tituída)	Curso de água	Bacia	Período	Amostra	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>mês,10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>7,10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>90</sub> (m <sup>3</sup> /s)	q <sub>MLT</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	q <sub>mês,10</sub> (l/s.km <sup>2</sup> )	q <sub>7,10</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )	q <sub>90</sub> (l/s/km <sup>2</sup> )
42460000	Fazenda Limeira	rio Preto	Preto	1957-2002	46	3746	57,4	12,8	11,5	21,1	15,3	3,40	3,06	5,63
42490000	Unai	rio Preto	Preto	1957-2002	46	5229	72,8	11,9	10,7	23,1	13,9	2,28	2,05	4,42
42540000	Santo Antônio do Boqueirão	rio Preto	Preto	1957-2002	46	5773	81,3	13,0	11,7	23,9	14,1	2,26	2,03	4,14
42600000	Porto dos Poções	rio Preto	Preto	1957-2002	46	9270	113	16,2	14,6	30,3	12,2	1,75	1,57	3,27
reconstituída	Exutório DF/Preto	rio Preto	Preto	1957-2002	46	1832	28,1	6,24	5,61	10,3	15,3	3,40	3,06	5,63

Fonte: GOLDER/FAHMA (2005).