



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCA)
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LETÍCIA VAZ

**USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA DO
RIBEIRÃO VAL-E-DEM EM IPAMERI (GO)**

CATALÃO (GO)
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, número 1120, - Bairro Setor Universitário, Catalão/GO, CEP 75704-020
Telefone: - - <https://www.ufcat.edu.br>

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA)

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Catalão (UFCAT) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFCAT), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFCAT é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação ou Tese?

Dissertação

2. Nome completo do autor:

Letícia Vaz

Nome completo do(a) orientador(a):

Paulo Henrique Kingma Orlando

3. Título do trabalho

Título: USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-E-VEI EM IPAMERI (GO)

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento: [X] SIM [] NÃO¹

[¹] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a

possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs.: Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor



Documento assinado eletronicamente por **PAULO HENRIQUE KINGMA ORLANDO, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/08/2024, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Letícia Vaz, Usuário Externo**, em 21/08/2024, às 13:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcat.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0096432** e o código CRC **E55AE32B**.

LETÍCIA VAZ

**USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA DO
RIBEIRÃO VAI-E-DEM EM IPAMERI (GO)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, da Universidade Federal de Catalão (UFCAT), como requisito para obtenção do título de Mestra em Geografia. Área de Concentração: Geografia e Ordenamento do Território. Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando

Coorientador: Prof. Dr. Lincoln Lucílio Romualdo

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Vaz, Letícia

USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS
NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-E-VEEM EM IPAMERI (GO) / Letícia
Vaz. - 2024.

246, CCXLVI f.

Orientador: Prof. Paulo Henrique Kingma Orlando; co-orientador
Prof. Lincoln Lucílio Romualdo.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Instituto
de Geografia, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Catalão, 2024.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Uso e ocupação da terra. 2. Qualidade da água. 3. Agrotóxicos.
I. Orlando, Paulo Henrique Kingma , orient. II. Título.

CDU 911



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL CATALÃO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Av. Lamartine P. Avelar, 1.120. Setor Universitário – Catalão (GO) CEP - 75704 020
Fone/fax: (64) 3441-5331. E-mail: mestradogeografia@gmail.com



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE JULGAMENTO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE **LETÍCIA VAZ**

Aos treze dias do mês de junho do ano de dois mil e quatorze (13/06/2014), às 14h (quatorze horas), no Laboratório de Cartografia – Bloco B, Sala 01, Regional Catalão/UFMG, teve lugar a 74ª Sessão Pública de Julgamento da Dissertação de Mestrado de **Letícia Vaz**, intitulada “**USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM EM IPAMERI (GO)**”. A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria n.º 019/2014 do Programa de Pós-Graduação em Geografia/CAC/UFMG, pelos Professores: Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando (Orientador UFG/CAC e Presidente), Prof. Dr. André Luiz Lopes de Faria (UFV – Membro Externo), Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa (UFU/Pontal – Membro Interno). Os examinadores arguiram na ordem citada, tendo a candidata respondido satisfatoriamente. Às 16 horas e 10 minutos a Banca Examinadora passou ao julgamento, em Sessão Secreta, tendo a mestranda obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando – Ass. _____

Aprovada (x) Reprovada ()

Prof. Dr. André Luiz Lopes de Faria – Ass. _____

Aprovada (x) Reprovada ()

Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa – Ass. _____

Aprovada (x) Reprovada ()

Obs.: SEGUIR AS SUGESTÕES DA BANCA

Presidente da Banca – Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando – Ass. _____

Resultado final: APROVADA (x) REPROVADA ()

Reaberta a Sessão Pública, o (a) Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a Sessão, da qual foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, Mestranda examinada e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia-CAC/UFMG.

Assinatura da Mestranda: Letícia Vaz

Secretária _____

Priscila Querino de Lima
Secretária do Programa de Pós-Graduação
em Geografia Regional Catalão/UFMG

Obs: O aluno deverá encaminhar, no prazo de até 45 dias, a contar da data da Defesa Pública, os exemplares definitivos da Dissertação, para arquivamento e devidos encaminhamentos, conforme as normas definidas pelo PPGGC/CAC/UFMG.

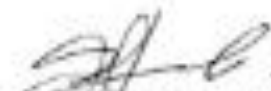
TERMO DE APROVAÇÃO

Letícia Vaz

**USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS E QUALIDADE
DAS ÁGUAS NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-E-VEM
EM IPAMERI (GO)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando
Orientador e Presidente da Banca
Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão - Geografia


Prof. Dr. André Lima Lopes de Faria
Membro Externo
Universidade Federal de Viçosa
Geografia


Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa
Membro Interno
Universidade Federal de Uberlândia
Campus Pórtal - Geografia

Aprovada em 13 de junho de 2014.

NOTA

Os Programas de Pós-Graduação stricto sensu que ainda estavam vinculados à Universidade Federal de Goiás (UFG) já foram migrados na CAPES para a Universidade Federal de Catalão (UFCAT). Entretanto, a UFCAT ainda utiliza o Sistema Eletrônico de Informação (SEI) da UFG. Por este motivo, no Termo de Ciência e de Autorização (TECA) e na Ata de Defesa ainda aparecem a informação e a logo da UFG.

Essa conquista vai para meus pais, irmãos e para meu compreensivo e carinhoso marido pelo apoio que me deram na pesquisa durante as coletas das amostras de água.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, inicialmente, pela minha existência e por todas as graças que obtive durante a realização desse trabalho, inclusive pelas pessoas maravilhosas que conheci durante sua construção, as quais destaco meu querido orientador Paulo Henrique Kingma de Orlando, o meu coorientador Lincoln Lucílio Romualdo, os gentis funcionários da SANEAGO na Unidade de Ouvidor e Ipameri, os meus professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, meus colegas de mestrado da turma 2012 e 2013 e os acolhedores colegas do Laboratório de Química da UFG - Campus Catalão.

Agradeço aos meus amados pais, Cristiano Vaz Neto e Maria Aurora Peixoto Vaz pela força e apoio concedidos, e, especialmente a minha querida mãe que me acompanha nesse trabalho desde seu início em 2009. Aos meus irmãos, Valter e Victor, pela alegria que representam na minha vida e pelo apoio na pesquisa, inclusive durante as coletas de água no ribeirão Vai-Vem; com imensa saudade, a minha irmã querida, Eleonora Vaz (1990-2010) pela inspiração. Ao meu marido e companheiro, Dilenio Dias Henrique, pelo amor, compreensão e por me acompanhar em toda essa jornada.

Ao Professor e Doutor Paulo Henrique Kingma de Orlando pelo empenho na orientação do trabalho, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos, pelas sugestões dadas no decorrer da realização deste, pelo tempo disponibilizado na sua correção e complementação e, sobretudo, por reclamar prudência, atenção e não me deixar dormir perante as trivialidades e reducionismos as vezes presentes na pesquisa. Ainda pela contribuição imensurável no tocante a demonstração da complexidade da humanidade, da vida e da sociedade em todas as suas esferas. Como enfatiza Edgar Morin “Se você tem o senso da complexidade, você tem o senso da solidariedade.”, e, nesse sentido, não posso deixar de agradecer ao Professor Paulo também pela solidariedade por ele demonstrada em todos os momentos da pesquisa e, por conseguinte, pelos exemplos de compreensão e gentileza.

Ao Professor Doutor Lincoln Lucílio Romualdo pela também orientação, sugestões, correções e compartilhamento de conhecimento fornecido durante, especialmente, a redação do Capítulo que trata da Metodologia, de alguns resumos e, principalmente durante a realização das análises de água no Laboratório de Química da UFG - Campus Catalão para identificação de resíduos de agrotóxicos. De forma que sem sua coorientação o trabalho não teria sido concluído na abordagem feita da contaminação da água do ribeirão Vai-Vem por agrotóxicos.

Ao pessoal da SANEAGO pelas análises físicas e químicas da água e pelas informações fornecidas. E, especialmente e carinhosamente aos funcionários, Nilton Teixeira Martins da Unidade de Ipameri que me apoia na pesquisa desde seu início em 2009, à Eleonara Alves de Oliveira e ao Crisânteno Costa, os dois últimos da Unidade de Ouvidor, pelas explanações do processo de análise de água e demais contribuições durante a realização desse trabalho.

Aos alunos e professores do Laboratório de Química da UFG que me acolheram e se mostram solidários em muitos momentos de realização da pesquisa, destaco os mestrandos Bruno, Rafaela, Paula e Geisel pelo apoio fundamental que forneceram. E a Professora Doutora Sílvia pela disponibilização de equipamentos.

Ao REUNI que financiou essa pesquisa. Ao Programa de Pós-graduação em Geografia, e, especialmente, ao Coordenador do Programa, o Professor Doutor Idelvone Mendes Ferreira, pelos incentivos importantes e indispensáveis fornecidos à pesquisa.

A todos que por ventura não foram citados, mas mereciam estar aqui.

O homem é a parte da natureza e sua guerra contra a natureza é inevitavelmente uma guerra contra si mesmo. Temos pela frente um desafio como nunca a humanidade teve, de provar nossa maturidade e nosso domínio, não da natureza, mas de nós mesmos.

Rachel Carson – Primavera Silenciosa (1962)

RESUMO

A água um elemento imprescindível à vida e fundamental para a existência das atividades humanas, tem sido substancialmente poluída e contaminada pelos passivos ambientais originados do modelo vigente de desenvolvimento. Na Bacia do ribeirão Vai-Vem, localizada no município de Ipameri (GO), a situação de escassez qualitativa da água não se difere do contexto global de poluição e contaminação desse elemento vital, e sob essa conjuntura, indagações inquietantes suscitaram a necessidade de desenvolver esse estudo que objetivou diagnosticar a qualidade da água do ribeirão Vai-Vem no trecho que vai da primeira nascente até o ponto de captação, bem como discutir a relação existente e indissociável entre a qualidade da água e a apropriação e o uso da terra nessa Bacia hidrográfica. A consecução dos objetivos da pesquisa foi alcançada pela realização de visitas de campo na área recortada para investigação, análise de mapas de uso e ocupação da terra no trecho estudado da Bacia do ribeirão Vai-Vem no período de 1973 a 2011, análise de 40 amostras de água para os parâmetros turbidez, temperatura, cor, pH, coliformes fecais e coliformes totais, e análise qualitativa de 44 amostras de água para identificação dos ingredientes ativos de agrotóxicos: atrazina, lambda-cialotrina, endossulfam e ciproconazol. Os mapas de uso e ocupação da terra na Bacia do ribeirão Vai-Vem revelaram predominância da atividade agrícola e pecuária na Bacia e redução, num período de 38 anos, de 56% da área coberta por vegetação característica do Cerrado. As visitas de campo, por sua vez permitiram elencar os seguintes impactos na área pesquisada: supressão, em alguns trechos, da vegetação nativa que compõe a Mata Ciliar os quais não atingem em grande parte do trecho estudado os 30 metros exigidos pela Lei 12.651/2012; vegetação da Mata Ciliar composta predominantemente por *Brachiaria decumbens*; proximidade tênue de tanques de criação de peixes, currais, pocilgas e atividades agrícolas com o ribeirão; pisoteio das nascentes pelo gado; desaparecimento de nascentes; aparecimento de focos de erosão nas áreas de pastagem; e, aplicação intensa de agrotóxicos. As análises da água indicaram índice de coliforme termotolerante acima do NMP para corpos hídricos de Classe II em 45% das 40 amostras de água coletadas entre setembro de 2012 e agosto de 2013; identificação de resíduos do agrotóxico α -endossulfam e β -endossulfam em 2% das 44 amostras coletadas no período de setembro a dezembro de 2013. Os resultados permitem inferir, portanto, que o uso da terra praticado atualmente na Bacia do ribeirão Vai-Vem está diretamente associado com a perda de qualidade da água desse manancial.

Palavras chave: Uso e ocupação da terra. Qualidade da água. Agrotóxicos.

ABSTRACT

Water is an essential prerequisite element for life and for the existence of human activity, however has been substantially polluted and contaminated by environmental liabilities from the current model of development. In the Vai-Vem Basin, located in Ipameri (GO) city, the situation of scarcity qualitative water is not unlike global context of pollution and contamination of this vital element, considering this, troubling questions arise that incite the need to develop this study that aims to diagnose the quality of the Vai-Vem Basin water, that extending the stretch of the first source until the point of capture of water, and also aims the discuss about the inseparable relationship that existing between water quality with the ownership and use of land in the watershed. The achievement of the research objectives was achieved by conducting field visits, analysis of maps for use and occupation of land in the Vai-Vem stream Basin in the period of 1973-2011, analysis of 40 water samples for the parameters turbidity, temperature, color, pH, fecal coliform and total coliform, and qualitative analysis of 44 water samples to identify the active ingredients of pesticides: atrazine, lambda-cyhalothrin, endosulfan and cyproconazole. The maps for use and occupation of land in the Vai-Vem stream Basin revealed predominance of agriculture and livestock in the basin and 56% reduction in the area covered by vegetation typical of the Cerrado in a period of 38 years. Field visits, in turn, allowed to do a list of the impacts on area researched: almost complete suppression in some places, the native vegetation that makes up the Riparian Forest which do not reach the 30 meters required by Law 12.651/2012; vegetation of the Forest riparian composed predominantly of *Brachiaria decumbens*; tenuous proximity of fish breeding tanks, corrals, piggery and agricultural activities with the stream; trampling by cattle around the springs; disappearance of springs; outbreaks of erosion in the pastures; intense application pesticides; thermotolerant coliform index above the NMP to water bodies of Class II in 45% of 40 water samples collected between September 2012 and August 2013; identify residues of the pesticide endosulfan- α and β -endosulfan in 2% of 44 samples collected during the period of September to December 2013. The results allow us to infer, therefore, that the use of land currently practiced in the Vai-Vem stream Basin is directly associated with the loss of water quality of this watershed.

Keywords: Use and occupation of land. Water quality. Pesticide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma que caracteriza o típico tratamento convencional da água destinada para consumo humano	49
Figura 2.2 – Produção agrícola no município de Ipameri (GO) referente a área colhida em hectares por cultura e por ano	58
Figura 3.1 – Efeito metabólico na saúde provocado pela presença de agrotóxicos (carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos) na água	72
Figura 3.2 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos controlados pela ANVISA e utilizados no Brasil	84
Figura 3.3 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização no Brasil	86
Figura 3.4 – Ingredientes ativos de maior comercialização no Brasil e suas classes toxicológica	87
Figura 3.5 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização no Estado de Goiás	88
Figura 3.6 – Ingredientes ativos de maior comercialização no Estado de Goiás e suas classes toxicológica	88
Figura 4.1 – Mapa de localização da bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	108
Figura 4.2 – Solos na bacia do ribeirão Vai-Vem com destaque para área estudada na pesquisa	111
Figura 4.3 – Presença de vegetação nativa do Cerrado em meio à pastagem plantada na bacia do ribeirão Vai-Vem	113
Figura 4.4 – Presença de Vereda na bacia do ribeirão Vai-Vem	114
Figura 4.5 – Presença de Campo Limpo na bacia do ribeirão Vai-Vem	114
Figura 4.6 – Mata de Galeria na bacia do ribeirão Vai-Vem	115
Figura 4.7 – Área (ha) dos Municípios com maior Produção de Soja no Estado de Goiás	116
Figura 5.1 – Área da Seção Transversal de um corpo hídrico	123
Figura 5.2 – Adição da Amostra no meio de cultura com auxílio de pipeta	126
Figura 5.3 – Incubadora dos tubos com meio de cultura	127
Figura 5.4 – Turbidímetro da SANEAGO	127
Figura 5.5 – Colorímetro da SANEAGO	128
Figura 5.6 – Leitura do PHmetro da SANEAGO	128
Figura 5.7 – PHmetro da SANEAGO	129
Figura 5.8 – Indicação dos cartuchos utilizados bem como do aparato estruturado para promover a passagem do solvente durante o condicionamento e da amostra em subsequência	131

Figura 5.9 – Aparato estruturado para promover a passagem da amostra de água nos cartuchos	131
Figura 5.10 – Manifold utilizado na eluição dos analitos	132
Figura 5.11 – Ingredientes ativos mais utilizados na bacia do Ribeirão Vai-Vem, com valor em toneladas referente à quantidade comercializada no Estado de Goiás no primeiro semestre de 2011.	139
Figura 5.12 – Pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem (análise físico-química e biológica).....	143
Figura 5.13 – Pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem (análise de pesticidas).....	147
Figura 5.14 – Estufa da SANEAGO	151
Figura 5.15 – Autoclave da SANEAGO	151
Figura 6.1 – Categoria representativa do Cerrado na bacia do ribeirão Vai-Vem	156
Figura 6.2 – Categoria representativa de cobertura vegetal de Pastagem no ribeirão Vai-Vem.....	157
Figura 6.3 – Categoria representativa do Extrato Arbóreo na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	157
Figura 6.4 – Categoria representativa da Agricultura e Solo Exposto na bacia do ribeirão Vai-Vem	158
Figura 6.5 – Análise temporal da variação em porcentagem (%) da área das categorias de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).....	159
Figura 6.6 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1973 – Trecho antes do ponto de captação de água.....	160
Figura 6.7 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1981 – Trecho antes do ponto de captação de água.....	162
Figura 6.8 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1992 – Trecho antes do ponto de captação de água.....	164
Figura 6.9 – Utilização das terras no Estado de Goiás no período de 1975 a 2006.	165
Figura 6.10 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 2001 – Trecho antes do ponto de captação de água.....	166
Figura 6.11 – Plantação de soja nas figuras à esquerda e milho e sorgo à direita.....	167
Figura 6.12 – Evolução da extensão de área plantada com soja em relação à área total de lavouras temporárias e permanentes no município de Ipameri (GO) no período de 1990 a 2012.....	168
Figura 6.13 – Mapa de Uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 2011 – Trecho antes do ponto de captação de água.....	169
Figura 6.14 – Pisoteio do gado nas nascentes do ribeirão Vai-Vem e desenvolvimento de processos erosivos	171
Figura 6.15 – Fitofisionomias de Veredas identificadas na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	174
Figura 6.16 – Nascente intermitente próxima à lavoura de soja na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	175

Figura 6.17 – Altura pluviométrica mensal observada no período de 09/2012 a 10/2013 em Ipameri (GO)	176
Figura 6.18 – Amplitude térmica mensal no período de 09/2012 a 10/2013 em Ipameri (GO).....	177
Figura 6.19 – Turbidez da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) ...	180
Figura 6.20 – Qualidade relativa da água e turbidez média das cinco amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	182
Figura 6.21 – Cor verdadeira da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	185
Figura 6.22 – pH da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).....	186
Figura 6.23 – Qualidade relativa da água e pH médio das 5 amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	187
Figura 6.24 – Coliformes totais da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	189
Figura 6.25 – Coliformes totais da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO), excetuando as 5 amostras de alto índice desse parâmetro (afim de melhor visualização).....	190
Figura 6.26 – Coliformes termotolerantes na água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).....	192
Figura 6.27 – Coliformes termotolerantes na água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO), excetuando duas amostras com alto índice desse parâmetro	192
Figura 6.28 – Qualidade relativa médio da água e Coliformes termotolerantes das 5 amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	193
Figura 6.29 – Temperatura da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	196
Figura 6.30 – Temperatura da água dos onze pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	196
Figura 6.31 – Temperatura da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e associação com o nível de qualidade relativa da água	197
Figura 6.32 – Temperatura da água dos onze pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e associação com o nível de qualidade relativa da água.....	198
Figura 6.33 – Índice de qualidade da água local para os oito pontos amostrais no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e para os parâmetros turbidez, pH, coliformes fecais e temperatura	199
Figura 6.34 – Índice de qualidade da água por ponto e por parâmetro no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	200
Figura 6.35 – Área em hectares plantada por cultura no município de Ipameri (GO) no ano de 2012.	201
Figura 6.36 – Classe Toxicológica dos agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	203
Figura 6.37 – Classe Ambiental dos agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	203

Figura 6.38 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização na bacia do Ribeirão Vai-Vem	204
Figura 6.39 – Classe Ambiental dos ingredientes ativos de maior comercialização na bacia do Ribeirão Vai-Vem	204
Figura 6.40 – Estrutura utilizada para adicionar sulfato de alumínio na água da ETA de Ipameri (GO).....	208
Figura 6.41 – Dosador de sulfato de alumínio da ETA de Ipameri (GO)	208
Figura 6.42 – Calha Parshall da ETA de Ipameri (GO), local onde se aplica cal hidratada e é induzida a mistura rápida	209
Figura 6.43 – Flocladores estilo chicanas da ETA de Ipameri (GO)	209
Figura 6.44 – Decantadores estilo colmeia da ETA de Ipameri (GO)	210
Figura 6.45 – Parte superior do compartimento que abriga o meio filtrante da ETA de Ipameri (GO)	211
Figura 6.46 – Local onde se realiza a cloração e fluoretação na ETA de Ipameri (GO)	212

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Delineamento do processo de modernização agrícola no Estado de Goiás	57
Tabela 3.1 – Enquadramento dos corpos hídricos de água doce em classe conforme o uso.....	64
Tabela 3.2 – Parâmetros de qualidade da água controlados pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005	65
Tabela 3.3 – Ingredientes ativos de agrotóxicos controlados pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 e pela Portaria n° 2.914 de 2011 (em destaque os agrotóxicos utilizados atualmente).....	67
Tabela 3.4 – Comparativo entre a legislação nacional e as legislações internacionais que estabelecem os padrões para agrotóxicos.	69
Tabela 3.5 – Evolução dos casos registrados pelo SINITOX de intoxicação humana por agrotóxicos de uso agrícola no período de 1999-2010	89
Tabela 3.6 – Evolução dos casos registrados pelo SINITOX de intoxicação humana por agrotóxico de uso doméstico incluindo raticidas e domissanitários no período de 1999-2010.	90
Tabela 3.7 – Classificação Toxicológica dos agrotóxicos segundo a DL50.	92
Tabela 3.8 – Classificação dos agrotóxicos segundo sua periculosidade ambiental.	93
Tabela 3.9 – Identificação do grupo de ingredientes ativos selecionados para análise.	94
Tabela 3.10 – Propriedades físico-químicas do grupo de ingredientes ativos selecionados para análise.	95
Tabela 3.11 – Interpretação das propriedades físico-químicas dos agrotóxicos analisados.....	95
Tabela 3.12 – Classificação dos agrotóxicos quanto a persistência.	97
Tabela 5.1 – Matriz de categoria de degradação ambiental referente à cobertura vegetal presente na Mata Ciliar dos pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem.....	121
Tabela 5.2 – Profundidade dos diferentes pontos na seção transversal do ribeirão Vai-Vem no trecho selecionado para medição da vazão.	123
Tabela 5.3 – Inventário dos Agrotóxicos em uso na bacia do ribeirão Vai-Vem para as cultura soja e milho.	138
Tabela 5.4 – Codificação, Caracterização e identificação por satélite do local dos pontos de coleta.....	141
Tabela 5.5 – Codificação, Caracterização e identificação por satélite do local dos pontos de coleta.	144
Tabela 6.1 – Área em hectares (ha) estimada para as categorias de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).	158

Tabela 6.2 – Área em porcentagem (%) estimada das categorias de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).....	159
Tabela 6.3 – Utilização das terras no município de Ipameri em 1995 e 2006.....	168
Tabela 6.4 – Categorias de degradação da Mata Ciliar do ribeirão Vai-Vem nos pontos de coleta. .	171
Tabela 6.5 – Resultado da medição de vazão no ponto de amostragem 6 no ribeirão Vai-Vem.	176
Tabela 6.6 – Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA).....	181
Tabela 6.7 – Comparação macroscópica da cor da água nos pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)	183
Tabela 6.8 – Quantidade em Kg/hectare de agrotóxicos aplicados na área plantada do município de Ipameri e na área plantada da bacia do ribeirão Vai-Vem	205
Tabela 6.9 – Quantidade em L/hectare de agrotóxicos aplicados na área plantada do município de Ipameri e na área plantada da bacia do ribeirão Vai-Vem	206
Tabela 6.10 – Volume em m ³ /dia de água distribuída por tipo de tratamento	207

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2,4-D – Dimethylammonium (2,4-dichlorophenoxy) acetate

µm – micrometro

ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APP - Área de Preservação Permanente

BIRD - Banco Interamericano de Desenvolvimento

C - carbono

C18 - octadesilsilano

CA – Classe Ambiental

CAP - carvão ativado em pó

CAG - carvão ativado granulado

CAS - Chemical Abstracts Service

CCIs – Centros de Controle de Intoxicações

CE - Comunidade Europeia

CIMA - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CG – Cromatografia Gasosa

Cl – Cloro

CL - Caldo Lactosado

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COT - carbono orgânico total

CT - classe toxicológica

DBO - Demanda bioquímica de oxigênio

DDT – diclorodifenil-tricloroetano

DL50 – Dose letal 50

ELL - Extração Líquido-Líquido

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPA - *Environmental Protection Agency*

ETA – Estação de Tratamento de Água

EUA - Estados Unidos da América

F – Flúor

FISPQ - Ficha de informação de segurança de produtos químicos

GUS - *Groundwater Ubiquity Score*

ha – hectares

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDT - Ingestão Diária Tolerável

IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INRA - Instituto Nacional de Reforma Agrária da França

IQA – Índice de Qualidade da Água

kPa – Quilopascal ($1 \text{ Pa} = 10^3 \text{ kPa}$)

K_{oc} – Constante de sorção no solo

K_{ow} – coeficiente de partição octanol-água

LAT. – Latitude

LONG. – Longitude

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

mg – miligrama

MINTER – Portaria Ministerial

mm Hg – milímetros de Mercúrio

mPa – Megapascal ($1 \text{ Pa} = 10^6 \text{ mPa}$)

m/z – massa por carga elétrica (unidade de medida do espectro de massa)

NMP – Número Mais Provável

O – Oxigênio

OD - oxigênio dissolvido

OMS - Organização Mundial da Saúde

P - fósforo

PERGEB - Programa da Região Geoeconômica de Brasília

pH - potencial hidrogeniônico

pK_a – Constante de dissociação

PNDA - Programa Nacional de Defensivos Agrícolas

PNDs - Programas Nacionais de Desenvolvimento

PNRH - Política Nacional dos Recursos Hídricos

POLOCENTRO - Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrado

POPs – Poluentes Orgânicos Persistentes

PRODECER - Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados

PRODOESTE - Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste

SANEAGO – Empresa de Saneamento de Goiás

SINITOX – Sistema Nacional de Informações Toxico Farmacológicas

S – enxofre

SEMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SIM - Selected Íon Monitoring

SINDAG – Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas

SPE - *Solid Phase Extraction*

SUDECO - Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste

$T_{1/2}$ – Tempo de Meia Vida

THM - trihalometanos

uH - Unidades de cor

UNT ou Ut - Unidade Nefelométrica de Turbidez

UFG/CAC - Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão

V – Volts

VB - Caldo Verde Brilhante Bile

VMP - Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: CAPITAL, NATUREZA E CRISE	28
2.1 Concepções de natureza na perspectiva da produção capitalista: crise ambiental	28
2.2 Sentidos da Modernização: sua inserção na atividade agrícola do Sudeste Goiano ..	38
2.2.1 Reflexos da modernização agrícola na qualidade da água	43
2.3 Gestão da água na perspectiva da produção capitalista	47
2.4 Dinâmica da ocupação da terra na região da bacia do ribeirão Vai-Vem: uso da terra a partir do século XX	53
3 QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-DEM: USO DE AGROTÓXICOS.....	61
3.1 Qualidade da Água: classificação quanto ao uso e parâmetros de qualidade	61
3.1.1 Parâmetros para avaliação da qualidade da água.....	64
3.2 Agrotóxicos como parâmetro de qualidade.....	73
3.2.1 Necessidade do uso de agrotóxicos e consequências adversas desse uso: exposição dos pontos positivos e negativos	76
3.2.2 Classificação dos Agrotóxicos.....	91
3.2.2.1 Atrazina	98
3.2.2.2 Ciproconazol	99
3.2.2.3 Endossulfam	100
3.2.2.4 Lambda Cialotrina	101
3.3 Qualidade da Água para Consumo Humano: presença de agrotóxicos em mananciais	101
4 ÁREA DE ESTUDO	107
4.1 Hidrologia.....	109
4.2 Geologia Regional	109
4.3 Geomorfologia.....	109
4.4 Clima.....	112
4.5 Vegetação Natural	112
4.6 Uso da Terra	115
5 MATERIAIS E MÉTODOS	118
5.1 Descrição do Método	118
5.2 Etapa 1 - Diagnóstico ambiental sobre o uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	120
5.3 Etapa 2 – Obtenção da vazão do ribeirão Vai-Vem	122
5.4 Etapa 3 - Determinação da análise quantitativa mais satisfatória.....	124
5.4.1 Seleção da Técnica	124
5.4.2 Amostragem	136
5.4.3 Preparação da amostra de laboratório.....	150
5.4.4 Realização de Análises/Aplicação da Técnica	152
5.4.4.1 Materiais	152

5.5 Etapa 4 - Análise e julgamento dos resultados a partir da pesquisa teórica e documental	154
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	155
6.1 Caracterização do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem.....	155
6.2 Diagnóstico ambiental sobre a presença de cobertura vegetal nativa nas Matas Ciliares do ribeirão Vai-Vem no período de 2012 a 2013	170
6.3 Vazão e índice pluviométrico na bacia do ribeirão Vai-Vem	175
6.4 Análises física, química e biológica da água do ribeirão Vai-Vem	178
6.4.1 Turbidez.....	178
6.4.2 Cor verdadeira	182
6.4.3 pH	186
6.4.4 Coliformes totais	188
6.4.5 Coliformes termotolerantes	191
6.4.6 Temperatura	194
6.4.7 Cálculo de um IQA por ponto amostral.....	198
6.4.8 Resíduos de agrotóxicos	200
6.4.9 Síntese dos resultados de qualidade da água e a influência do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem	206
6.5 Tratamento da água do ribeirão Vai-Vem destinada para consumo humano	207
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	215
7.1 CONCLUSÕES.....	215
7.2 SUGESTÕES	218
REFERÊNCIAS	220
BIBLIOGRAFIAS	234
APÊNDICE A	235
ANEXO A	236
ANEXO B.....	237

1 INTRODUÇÃO

“A Terra provê o suficiente para a necessidade de todos, mas não para a voracidade de todos.”

Mahatma Ghandi (pacifista indiano)

A água, um elemento imprescindível à vida e fundamental para a existência das atividades humanas tem sido substancialmente poluída e contaminada pelos passivos ambientais originados pelo modelo vigente de desenvolvimento econômico e a níveis nunca antes imaginados. Sob esse prisma o panorama atual do mundo acerca da questão enseja perspectivas cada vez mais sombrias de futuro.

Com a Revolução Verde a partir do século XX teve-se um novo marco na forma de apropriação da água e produção geral da natureza. As modificações no meio físico e na sociedade tornaram-se mais intensas e também mais rápidas, gerando consequências nefastas ao ambiente. A diminuição da biodiversidade nos ecossistemas pelo aumento da extinção de espécies e a poluição e contaminação das águas, subterrâneas e superficiais, pelo uso intensivo de agrotóxicos constituem um dos exemplos dentre os tantos efeitos negativos provindos da materialização do modelo econômico vigente.

No Brasil, especificamente na região ocupada pelo Cerrado que se estende por dez Estados do país, ocorreu consolidação marcante desse modelo de desenvolvimento. A materialização do modelo capitalista na região foi engendrada primeiramente na forma da produção agropecuária que gradualmente provocou a substituição das atividades artesanais pelas industriais.

O domínio morfoclimático do Cerrado por constituir berço dispensor das águas e apresentar relevo, solo e clima favoráveis tornou-se uma região estratégica para implantação das atividades econômicas. Por consequência as áreas compostas por vegetação nativa do Cerrado, antes consideradas estagnadas economicamente, foram e estão sendo gradualmente substituídas pelas atividades agropecuárias e industriais. Fato esse que como na escala mundial vem refletindo, de forma pujante, na diminuição da qualidade da água.

A região Centro-Oeste, a partir da década de 1970, assumiu, pelas suas características favoráveis, *status* de fronteira agrícola. No Estado de Goiás, especificamente, destaca-se a produção agrícola nas regiões Sudeste e Sudoeste. As modificações nessas regiões também se deram de maneira rápida e intensa colocando as bacias hidrográficas em situação crítica no que concerne a supressão de Mata Ciliar, incidência de assoreamento, erosões e poluição e

contaminação das águas. Isto é, interferência geral na dinâmica dos ecossistemas no domínio morfoclimático Cerrado.

A bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem por estar inserida nessa região e situar-se numa posição privilegiada no tocante as características do relevo, solo e clima não ficou de fora das consequências desse avanço agropecuário. E entender a lógica que dinamiza esse avanço é fundamental para compreender o motivo de diminuição da qualidade da água nessa bacia.

O modelo de desenvolvimento econômico vigente produz essa diminuição da qualidade da água nessa e demais regiões por ser guiado pela complexa e excludente lógica de acumulação do capital. A lógica de acumulação de capital pode ser explicada como a consecução da produção de bens e serviços excedentes.

A sobra de bens e serviços gera um aumento na geração de capital o que permite, por conseguinte, que ele seja acumulado. Ao mesmo tempo a desigualdade social entre os acumuladores de capital e os operadores que, propiciam a produção excedente de bens e serviços, eleva-se, camuflando a ideia de que todos colhem os frutos do desenvolvimento econômico. Vale mencionar que em concomitância a exploração do trabalho supracitada ocorre exploração da natureza.

A natureza é transformada em mercadoria e passa a ser vista e tratada como recurso, vale acrescentar que alguns desses elementos da natureza são tratados como úteis e outros nem tanto, de forma que a complexidade da inter-relação entre as espécies e os ecossistemas é desconsiderada. Nesse processo, a água, um elemento vital para todas as espécies do planeta, é transformado em recurso hídrico e, passa a ser tratado como mercadoria também. O motivo para essa tratativa e para as explorações citadas é que para o alcance contínuo da acumulação de capital faz-se necessária exploração contínua do trabalho e da natureza, de modo a garantir produtividade suficiente para a geração de excedentes.

A relação entre explorado e explorador, como em todas as relações imagináveis, é complexa, uma vez que os elementos explorados são fundamentalmente necessários para a produção, contudo, de forma contraditória ora essa relevância é reconhecida ora não. Isto é, ora existem técnicas, programas governamentais e/ou normas jurídicas que visam minimizar os impactos ambientais e sociais provindos do modelo de desenvolvimento e ora são aplicadas técnicas, programas e normas jurídicas que objetivam o incentivo e perpetuação desse modelo.

O aumento dos impactos ambientais nesse processo ocorre por que a garantia da produtividade infinita necessita da modernização das técnicas produtivas nas áreas agrícolas e

industriais (além da necessidade de exploração da natureza e do trabalho). As técnicas modernas de produção agrícola (e industriais), porém, são no mínimo destrutivas dos ecossistemas, uma vez que se caracterizam pela utilização de substâncias tóxicas para controle de pragas, uso intenso de insumos para aumentar a fertilidade do solo e adoção de maquinários pesados para seu preparo. Além, disso para começar qualquer atividade agropecuária, baseada nos moldes modernos de produção, é necessária a supressão da vegetação nativa, começando aí a destruição dos ecossistemas.

À medida que as técnicas de produção moderna entram em cena, num primeiro momento a produtividade aumenta. Ao mesmo tempo, contudo, a fertilidade do solo diminui em concomitância ao acréscimo de pragas, processos erosivos, assoreamentos, contaminação e poluição do solo e água, mortandade da flora e fauna nativa, destruição das nascentes que alimentam os córregos, ribeirões e rios e, portanto, perpetuação desses efeitos negativos para grandes bacias hidrográficas.

As consequências negativas advindas da modernização das técnicas agrícolas, paradoxalmente, eleva a dependência do uso de tais técnicas. E o ciclo viciante do uso de agrotóxicos, fertilizantes e maquinário, que são também necessários para o alcance da acumulação de capital, ficam garantidos.

O surgimento de conflitos e crises nesse processo é inevitável, daí explica-se o porquê da crise ambiental vivida hoje. Crise caracterizada por uma lógica de acumulação de capital que pretende manter-se infinita. E, por isso caracterizada pela esgotabilidade de um processo produtivo, uma vez que os elementos da natureza, agora transformados em recursos naturais, são finitos e, por isso aos poucos vão tornando-se escassos perante a exploração intensa.

Por outro lado, as atividades empenhadas em conservar e/ou recuperar a água e demais elementos naturais são inexistentes ou insuficientes. O que provoca a intensificação do processo de escassez qualitativa da água, que pode ser caracterizado como mais severo e adverso do que a própria escassez quantitativa, já que compromete praticamente qualquer uso posterior.

Na bacia do ribeirão Vai-Vem, como já dito, a realidade não se difere do contexto global. No estudo conduzido por Vaz (2009)¹ sobre as nascentes do ribeirão, graves problemas foram detectados, precipuamente, no que tange a quase ausência de cobertura

¹ VAZ, Letícia. **Diagnóstico e Percepção Sócio-ambiental em Nascentes do Ribeirão Vai-Vem, Ipameri-GO.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental), Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2009.

vegetal nativa compondo a Mata Ciliar e a aplicação intensa de agrotóxicos próxima às margens das nascentes e às margens do próprio ribeirão.

A Mata Ciliar constitui em importante ecossistema funcionando como refúgio da fauna e flora e como barreira física entre o ambiente terrestre e o aquático. O que permite manutenção da qualidade e da quantidade de água, contribuindo com a estabilidade das margens e servindo como filtro. Além disso, promove a diminuição do escoamento superficial e, por conseguinte, do surgimento de erosões, o que previne, portanto, o assoreamento do corpo hídrico.

A importância da Mata Ciliar é reconhecida, legalmente, desde 1965, quando foi enquadrada como Área de Preservação Permanente (APP) pelo Código Florestal brasileiro (Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965). Com a promulgação do novo Código Florestal (Lei 12.651 de 25 de maio de 2012) a Mata Ciliar continuou estabelecida como APP, definida por sua vez como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;”.

A quase ausência de Mata Ciliar na bacia do ribeirão Vai-Vem, bem como o aumento da produção agrícola na área incita a formulação de questões inquietantes sobre a qualidade da água dessa bacia. O que justifica a necessidade de desenvolver esse estudo, que visa caracterizar a bacia do ribeirão Vai-Vem, localizada no município de Ipameri. O objetivo é diagnosticar o uso e ocupação da terra na bacia e a qualidade da água do ribeirão.

Nesse contexto esse estudo parte da hipótese que há lacunas na gestão da água no município de Ipameri, essencialmente, no que se refere ao monitoramento da qualidade da água do ribeirão Vai-Vem antes da captação de sua água, bem como lacunas na gestão do uso e da apropriação da terra na montante da bacia, particularmente, no que concerne a expansão das áreas agricultáveis e intensificação da atividade agropecuária. Outra hipótese é de que, provavelmente, a água do ribeirão não atende os padrões estabelecidos para os corpos hídricos enquadrados na classe II de uso da água, conforme determina a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

As nascentes envoltas por uma cobertura vegetal predominantemente exótica compondo a Mata Ciliar e a proximidade tênue com monoculturas guiadas pelas técnicas da agricultura quimificada e tecnificada são fatos que consubstanciam o levantamento das hipóteses elencadas. A água das nascentes alimenta o ribeirão Vai-Vem, que por sua vez

também apresenta em alguns trechos, Mata Ciliar composta predominantemente por cobertura vegetal exótica, outro fato que corrobora o levantamento das suposições.

Perante o exposto, o estudo será conduzido por meio de análises sobre a relação existente e indissociável entre o estado de degradação ambiental da água com a apropriação e o uso da terra. E partindo do entendimento que esse uso e apropriação da terra são influenciados pelo modelo atuante adotado como forma de desenvolvimento econômico. Afim, portanto, de compreender os temas qualidade da água e influência do modelo técnico-industrial na paisagem rural do estudo proposto.

A problemática da pesquisa está compilada nas três questões elencadas abaixo, que ainda não foram satisfatoriamente investigadas:

- a) A qualidade da água do ribeirão Vai-Vem é apropriada para abastecimento para consumo humano considerando a quase ausência de cobertura vegetal nativa compondo a Mata Ciliar desse corpo hídrico antes da captação de água e, considerando as práticas agropecuárias próximas a esse, que são por sua vez caracterizadas pelo uso intensivo de agrotóxicos?
- b) Há deficiências no serviço estadual de tratamento de água oferecido ao município de Ipameri?
- c) Como se processou a ocupação e uso das terras na Bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri?

A gravidade das consequências adversas em termos de impactos sobre o ambiente e sobre a sociedade engendradas pelo modelo técnico industrial atuante exige estudos que analisem suas influências na qualidade da água. E sob essa conjuntura a pesquisa torna-se relevante uma vez que oportuniza a verificação da ocorrência de injustiças sociais para com a população que é abastecida por um manancial que possui a qualidade de sua água questionada frente uma escassez de proteção ciliar e intensa atividade agropecuária no seu entorno.

É importante ressaltar que o Estado de Goiás é o oitavo Estado do país que mais consome agrotóxico (MAPA, 2011). E o município de Ipameri é o oitavo município do Estado de Goiás com maior área destinada para produção de soja, o que significa que a escolha do município é apropriada para desenvolver essa pesquisa de diagnóstico da qualidade da água visando verificação de resíduos de agrotóxicos e a análise de outros parâmetros físico-químicos.

A seleção da Bacia do ribeirão Vai-Vem no município de Ipameri por sua vez se justifica pelo fato do ribeirão Vai-Vem ser o manancial do qual é captado água para abastecimento da população. A delimitação de um trecho específico da Bacia se deve pelo

fato dessa unidade espacial ter predomínio da atividade agrícola e pecuária se comparado com o restante da bacia e constituir o trecho em que o ribeirão passa antes de ser captado pela empresa de Saneamento de Goiás (SANEAGO).

Vale acrescentar que a pesquisa é relevante por contribuir com registros ainda pouco explorados, como é o caso da investigação da qualidade da água a partir do parâmetro agrotóxico. Salienta-se ainda que essa pesquisa, uma vez realizada, poderá instigar os agentes sociais envolvidos com a temática na condução de ações que revertam o quadro de degradação da Bacia e remetam para um cenário crescente de qualidade ambiental e qualidade de vida à população.

Para consecução dos objetivos propostos e para o desenvolvimento da discussão sobre a influência do modelo adotado como forma de desenvolvimento pela sociedade na apropriação da área de drenagem do ribeirão Vai-Vem foi realizada, inicialmente, pesquisas bibliográficas pertinentes ao tema. A revisão bibliográfica subsidiou tanto a condução dos debates no referencial teórico quanto às etapas de campo e laboratório, nas quais ocorreu coleta de dados referente à caracterização física da área e da qualidade da água a partir de análises físico-químicas e biológicas.

Num segundo momento, foi realizada interpretação de cinco mapas através da comparação entre eles no tocante à intervenção antrópica nos espaços temporais compreendidos entre 1973 e 2011. Paralelamente a esse trabalho de análise da área estudada pelos mapas foi empreendida visitas de campo nas quais se coletou informações através de fotografias a fim de registrar aspectos físicos e florísticos da área. Em concomitância foi planejada e conduzida uma campanha de coleta de água no ribeirão Vai-Vem que teve início em setembro de 2012 e finalizou em dezembro de 2013, totalizando 84 amostras coletadas.

Os pontos e os momentos da coleta foram estrategicamente selecionados, somando onze pontos para análise de resíduos de agrotóxicos, nos quais ocorreu coleta nos meses de aplicação desse insumo (Setembro, Novembro e Dezembro de 2013); e oito pontos foram selecionados para análise biológica e físico-química, nos quais foram realizadas coletas tanto no período de estiagem quanto no chuvoso (Setembro de 2012, Janeiro, Março, Julho e Agosto de 2013). Todos os pontos estão descritos nas Tabelas 5.4 e 5.5 e demonstrados nas Figuras 5.12 e 5.13.

As amostras de água destinadas a análise de resíduos de agrotóxicos (Lambda-Cialotrina, Endossulfam, Ciproconazol e Atrazina) foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão, já as amostras para análises biológica e físico-química foram encaminhadas ao Laboratório da Empresa de Saneamento de

Goiás (SANEAGO), na Unidade de Ouvidor (GO). Com os dados coletados a fase seguinte se caracterizou pela interpretação e análise desses através da comparação entre os valores resultantes das análises referentes a cada parâmetro analisado com os padrões limites estabelecido pela legislação pertinente.

Terminada a coleta de dados sobre a área estudada passou-se para sistematização e organização das informações que fundamentaram a redação da Dissertação, cujo texto foi distribuído em sete capítulos. O primeiro capítulo foi a *Introdução* na qual o tema tratado na pesquisa foi apresentado, incluindo o objetivo, a problemática, as hipóteses, a síntese metodológica, a justificativa do estudo e a estrutura do texto.

O segundo capítulo, *Dinâmica do Uso e Ocupação da Terra: Capital, Natureza e Crise*, tratou da discussão sobre a lógica do sistema capitalista, a concepção de natureza, o panorama da gestão da água nessa perspectiva e as consequências advindas da produção e reprodução desse sistema econômico. A finalidade do capítulo foi compreender a qualidade da água a partir da relação indissociável entre seu estado de degradação e os usos e apropriações impingidos pelo modelo atuante de desenvolvimento econômico. Adicionalmente, descreveu-se nesse capítulo a dinâmica de uso e ocupação da terra no Sudeste Goiano a partir do século XX, o que consubstanciou a justificativa da seleção da área de estudo, uma vez localizada numa das áreas tratadas como fronteira agrícola do país.

No terceiro capítulo, *Qualidade da Água na Bacia do ribeirão Vai-Vem: Uso de Agrotóxicos*, foi discutida a classificação da água quanto ao uso e a classificação dos agrotóxicos quanto ao uso e quanto sua toxicidade, bem como os impactos gerados, incluindo a apresentação de dados de intoxicações humanas. Adicionalmente foram discutidos os pontos ditos positivos e negativos advindos da aplicação de agrotóxicos, além de uma breve consideração sobre a possibilidade de retirada de resíduos de agrotóxicos da água pelo atual método de tratamento de água adotado no Brasil.

O quarto capítulo, *Área de Estudo*, traz a localização do município de Ipameri e do trecho da bacia estudada, bem como a descrição desse trecho no tocante aos aspectos hidrológicos, geológicos, geomorfológicos, climáticos, florísticos e de uso da terra. Ainda nesse capítulo são elencados, de forma geral, os principais problemas ambientais observados em função do manejo inadequado do solo. Problemas esses que por sua vez contribuíram, para seleção dessa bacia como área para desenvolver o estudo de diagnóstico da qualidade da água e uso e apropriação da terra.

No quinto capítulo, *Materiais e Métodos* foram descritos o objeto de investigação, o método e as técnicas adotadas para consecução dos objetivos da pesquisa. A fundamentação

teórica que propiciou a seleção das técnicas de análise de água bem como as principais etapas de coleta e análise laboratorial também está descrita no capítulo.

O sexto capítulo, *Resultados e Discussão*, foi composto pela interpretação e discussão dos dados coletados tanto pelas campanhas de coleta de amostras de água e pela comparação entre os mapas no espaço temporal selecionado para estudo quanto pelas visitas de campo na área da pesquisa e na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Ipameri.

No sétimo capítulo, *Conclusões e Sugestões*, é apresentada uma abordagem reflexiva a partir dos resultados das análises de água bem como das análises dos mapas que revelam o uso e apropriação da terra na bacia desde a década de 1970. Na sequência são apresentadas algumas diretrizes sugestivas a serem incorporadas pelo poder público municipal e demais agente sociais que estão envolvidos na temática. E, por fim são demonstradas as *Referências Bibliográficas* consultadas para elaboração do texto e para planejamento e execução da parte laboratorial.

2 DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: CAPITAL, NATUREZA E CRISE

“Não se afaga uma cascavel até que se lhe arranquem as presas; somente então se pode levá-la para lugares onde todos possam se maravilhar com sua beleza natural.”

Neil Smith – Desenvolvimento Desigual: Natureza, Capital e a Produção do Espaço (1988)

A lógica do uso e ocupação da terra na região central do Brasil a partir, principalmente, do século XX mudou substancialmente se comparado com os séculos anteriores. E as consequências ambientais e sociais provindas dessa mudança foram dramáticas. A título de exemplo cita-se a devastação quase completa do domínio morfoclimático do Cerrado, que nos anos 2000 atingiu um somatório de 65 a 70% do espaço total desse domínio (AB' SABER, 2003).

Atualmente, cerca de 50% a 92% de seus ambientes estão fortemente influenciados pelas alterações antrópicas, sendo os Estados com maior área devastada: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo na divisa com Paraná (GUIMARÃES; SANTOS, 2006). O resultado é que restam pouquíssimos exemplos de ecossistemas intactos no Cerrado.

A análise dessa dinâmica de ocupação e uso da terra, especificamente no Sudeste Goiano, onde está localizada a bacia do ribeirão Vai-Vem, pode auxiliar na avaliação dos impactos sociais e ambientais engendrados na região, propriamente, sobre a qualidade da água. Partindo dessa assertiva como verdadeira esse Capítulo se propõe a analisar a dinâmica de uso e ocupação do Sudeste Goiano, especificamente no município de Ipameri, a partir da segunda metade do século XX para avaliação das consequências das atividades agropecuárias sobre a qualidade da água.

O objetivo é compreender a qualidade da água a partir da relação indissociável existente entre seu estado de degradação e os usos e apropriações impingidos pelo modelo atuante adotado como forma de desenvolvimento. A compreensão da qualidade da água a partir dessas análises exige, contudo, primeiramente, perscrutar as razões para esses impactos. E, para isso foi realizada uma discussão sobre a lógica do sistema capitalista, da concepção de natureza e do panorama da gestão da água nessa perspectiva, bem como das consequências advindas da produção e reprodução desse sistema econômico.

2.1 Concepções de natureza na perspectiva da produção capitalista: crise ambiental

Se for realizado um diagnóstico sobre a questão ambiental, provavelmente, o mesmo ensinará uma situação crítica e uma perspectiva de futuro alarmante, isso não somente no Sudeste Goiano, mas em escala mundial. E o modelo de desenvolvimento capitalista adotado tem sido considerado o responsável pelo resultado negativo desse diagnóstico e qualquer outro que for realizado acerca da questão ambiental.

O resultado tem decorrência na forma como se baseia esse modelo, que é por sua vez na acumulação de capital e na transformação de tudo em mercadoria. A transformação de produtos e serviço em mercadoria e a produção excedente dessa são os fatores necessários para que haja a geração de capital extra. Esse extra é o que permite a acumulação do capital. A perpetuação e renovação desse ciclo, por sua vez, são alcançadas pela produção contínua de mercadoria excedente. A lógica é conseguir o fluxo de capital/mercadoria/capital de modo constante e infinito (VIANA, 2000).

A geração de mercadoria em demasia exige, todavia, um investimento contínuo em tecnologia para aumento da produtividade. Além disso, é necessária para garantir a produção de excedentes: a exploração contínua do trabalho, a exploração contínua da natureza (MARX e ENGELS, 1987); e o consumo desenfreado de produto e serviço. Daí surge a necessidade de reforço dos valores burgueses referentes ao consumismo.

A estratégia para conseguir a consolidação desses valores é convencionar o consumo como um condicionante ao alcance da felicidade, da inteligência, da beleza, da qualidade de vida e do *status*. E essa é somente uma das muitas estratégias utilizadas para manutenção da lógica do sistema capitalista. Outra, por exemplo, colocada aqui de forma esquemática é a exploração do trabalho que gera a segregação da sociedade em classes, uma classe que tem seu trabalho explorado e uma classe exploradora (os donos dos meios de produção).

A divisão da sociedade em classes é tendenciada para atender a lógica de acumulação do capital, pois para se conseguir a acumulação faz fundamental que alguns sejam explorados em detrimento dos interesses de uma minoria que vão centralizar o capital e, assim, perpetuar a lógica da acumulação.

A exploração tanto do trabalho quanto da natureza, bem como o investimento contínuo em tecnologia é, todavia, cada vez mais difícil. As principais dificuldades que podem ser elencadas são: busca constante por parte dos empresários pelo aumento da produtividade, evolução das leis trabalhistas e ambientais, e reivindicações de ações e programas visando à preservação do ambiente. As pressões citadas provocam, por consequência, uma tendência para queda da taxa de lucros (PORTO-GONÇALVES, 1984). E para conter essa tendência outras estratégias são utilizadas.

Porto-Gonçalves (1984), Porto-Gonçalves (2006) e Viana (2000) elucidam que algumas dessas estratégias são: centralização do capital; aumento da taxa de exploração sobre os países em desenvolvimento através, por exemplo, da redução do valor da importação de matérias-primas desses países; e, diminuição do valor do capital variável² através da redução dos custos de produção dos bens-salários, ou seja, aumento da taxa de exploração dos trabalhadores.

Para conter a tendência da queda da taxa de lucro é necessário, sobretudo, centralização do capital. Sobre essa questão Alcântara Filho e Fontes (2009) informa que o Brasil é um dos países com o maior índice de concentração de terras no mundo, possuindo altas taxas de desigualdade social. A pesquisa conduzida pelos aludidos autores visando comparar os níveis de concentração de terras em cada um dos Estados brasileiros referente aos anos de 1992, 1998 e 2003, demonstrou que embora, alguns avanços tenham ocorrido na região norte, nenhuma das regiões geográficas apresentam resultados significantes de desconcentração de terras.

Outra estratégia necessária para conter a tendência da queda da taxa de lucros que explica, adicionalmente, os resultados da concentração de terra no Brasil (centralização de capital) é o aumento da produtividade, que custeará o investimento no capital constante e a geração de mais-valia (lucro). O aumento da produtividade, por sua vez, exige a adoção de outras estratégias, como, por exemplo, a exploração do trabalho em nível local, regional e global (VIANA, 2000) e a exploração da natureza.

Sobre a exploração da natureza é relevante frisar que para essa se dar de forma tranquila outra estratégia é utilizada. A estratégia é a de que somos exteriores a natureza e superiores a ela. Daí ser considerada aceitável sua exploração. Smith (1988) explana esse fato como decorrente do processo de trabalho. Um processo que se dá na tratativa de que os materiais são objetos exteriores do trabalho e, por conseguinte a isso a ciência, que funciona como um meio de desenvolver as bases mecânicas do trabalho. No mesmo sentido a natureza também passa a ser tratada, nas economias capitalistas, como um objeto separado do homem.

A separação entre o natural e o social surge da necessidade imprescindível de continuar explorando a natureza. Entender como essa estratégia da exterioridade da natureza se firmou é relevante para entender a consolidação das outras estratégias do sistema capitalista

² Porto-Gonçalves (1984) explana que o capital empregado no processo de produção se divide em duas partes no que concerne à formação do valor das mercadorias, o capital constante, constituído pelas máquinas e matérias-primas que entram no processo produtivo; e o capital variável, correspondente ao investimento na compra da força de trabalho.

e suas contradições referentes à questão ambiental. Para isso expõe-se a seguir as concepções de natureza ao longo da história da humanidade e o seu caráter político e social.

A concepção de natureza segundo Rocha (2011) passa pela leitura da Grécia antiga, depois cartesiana, racionalista, determinista e agora moderna. Com a característica de que sempre tal conceito foi “[...] determinado socialmente, afim de, exercer uma função política e social.” (SMITH, 1988, p. 45). O que significa que em todas essas interpretações há a presença marcante do antropocentrismo.

O nascimento do conceito de natureza na Grécia antiga se baseava na ideia de um conjunto de fatores bióticos e abióticos pertencentes aos deuses dos quais se deveriam ter medo. Tanto que na Idade Média o homem sentia medo da natureza e demonstrava-o, igualmente, pelo temor a Deus. Outra característica marcante sobre a concepção de natureza, nesse período, que inclusive predominou até a metade do século XIX, é a explicada por Engels (1979):

[...] a elaboração de uma peculiar concepção de conjunto, cujo centro é constituído pela noção da invariabilidade absoluta da Natureza. A Terra havia sido a mesma, desde sempre ou desde o dia de sua criação, segundo se preferisse acreditar. Os atuais cinco continentes haviam sempre existido e haviam tido sempre as mesmas montanhas, vales e rios, o mesmo clima, a mesma flora e fauna, a menos que tivessem sido modificados pela mão humana ou pelo transplante. (ENGELS, 1979, p. 18).

A concepção de natureza era como um conjunto de formas físicas e biológicas imutáveis e, a mudança dessa concepção da imutabilidade da natureza só ocorre a partir de 1859 com a publicação de Darwin sobre a **Evolução das Espécies**. Antes, porém, a ideia de natureza passa por outras mudanças políticas, como a que se inicia no período dos descobrimentos. Nesse período o temor da natureza e o medo de infringir mudanças sobre ela, herdados desde a Grécia antiga, foi substituído pelo pensamento de que o homem é imagem e semelhança de Deus, e, portanto, é uma espécie superior às outras. E por isso torna-se intrínseco seu direito de transformar a natureza e submeter outras espécies aos seus desejos.

A transposição para essa nova concepção da natureza e do homem como superior não ocorre, porém, sem resistências. Afinal tal concepção carrega uma séria contradição (SMITH, 1988, p. 42). Nessa significação da natureza o homem a coloca numa função de satisfazer suas aspirações, o que significa que está subjugando a natureza e dessa forma, subjugando, igualmente, o próprio Deus, o que é uma blasfêmia terrível. Daí a necessidade de tirar Deus da natureza, ou seja, da substituição dessa visão por outra antropocêntrica, sem deixar, entretanto, que o romantismo (natureza igual a jardim, natureza como divina) acabasse afinal ele consiste uma necessidade ideológica.

É importante frisar que essa nova concepção fazia-se necessária para justificar a destruição da natureza. A realização dessa destruição não poderia continuar se a natureza continuasse definida como um conjunto de elementos divinos que deveriam ser temidos e respeitados. A retirada de Deus da natureza e consideração que somos imagem e semelhança Dele e, portanto, temos o direito intrínseco de explorá-la foi fundamental.

Outra justificativa para tal concepção se devia a hostilidade da natureza. Era necessário torná-la habitável, já que “Não se afaga uma cascavel até que se lhe arranquem as presas; somente então se pode levá-la para lugares onde todos possam se maravilhar com sua beleza natural.” (SMITH, 1988, p. 42). Assim dever-se-ia amansar a natureza, tirar-lhe a selvageria para torná-la jardim, romântica e habitável.

A solução, portanto, foi transformar a relação do homem com a natureza, na qual o homem deixa de temê-la e passa considerá-la externa e, por conseguinte, passa a estabelecer uma relação de poder sobre ela. Morin (2013, p. 98) explana que a partir daí, que o desenvolvimento técnico econômico capitalista da civilização ocidental começa a conquistar a natureza e agir mediante escravização, manipulação e destruição com tudo que é vivo.

No entanto, é relevante esclarecer que o poder exercido pelo homem não lhe dá a capacidade de dominar a natureza, mas sim de tão somente produzi-la, como por exemplo, mediante o cultivo agropecuário ou a construção de uma cidade. A ideia de dominação é incutida pelo fato de constituir uma ideologia capitalista, que por sua vez instiga uma intensa produção da natureza e, por conseguinte, dramática já que as interferências produzidas tomam caráter transfronteiriços afetando todo o globo.

A dominação da natureza, conforme frisa Smith é impossível (1988) o que ocorre é uma produção que propicia transformações avassaladoramente velozes e negativas para ela e, por conseguinte, para os seres humanos que também são natureza. Vale esclarecer, nesse ponto, que a produção da natureza sempre se deu, independente da existência do modelo capitalista, pois a produção ocorre quando “[...] o homem modifica a Natureza Primeira, a natureza bruta, a natureza natural, socializando-a.” (SANTOS, 1978, p. 163).

A intensificação da adoção da lógica de acumulação de capital, contudo, transforma essa produção se comparada com a produção primeira e a alinha com a ideia de dominação acarretando, por conseguinte, a destruição da natureza. Na época dos descobrimentos a hostilidade da natureza justificava sua dominação e a moralidade espiritual fornecia um modelo para comportamento social (SMITH, 1988, p. 45); acrescenta-se que a produção da natureza era feita para subsistência. Também o conceito de natureza na modernidade exerce função semelhante, mas agora se tornou normal, ou como coloca o aludido autor, “natural”

legitimar a dominação da natureza, seja ela hostil ou não, e seja para atender as necessidades naturais ou não.

Smith (1988) identifica dois tipos de necessidade, as necessidades naturais como alimentação, sexo, carinho e interação social, e as necessidades modernas. As últimas podendo ser entendidas como as necessidades de consumo dos produtos ditos modernos, aqueles impostos socialmente, como determinados tipos de vestimentas, carros, equipamentos eletrônicos, dentre outros.

Uma análise crítica da estratégia de externalidade da natureza e das outras descritas anteriormente, adotadas para garantia da reprodução do sistema capitalista permite inferir como todo esse processo de produção capitalista é ambíguo, contraditório e injusto. Dessa análise é possível listar três principais incoerências que estão imbricadas entre si, das quais surge o rol das tantas outras contradições, que apoiam a explicação, por sua vez, da dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem.

A primeira contradição é de que o capitalismo é assumido como parte da natureza humana, pois de um modo esquemático, é avaliado como um sistema baseado na dominação dos fracos pelos fortes, no qual esses últimos colocam suas aspirações acima das demais. Como ensinou o filósofo e economista escocês Adam Smith a mais de 200 anos atrás: “Nunca se viu até hoje o caso de dois cachorros que tenham trocado, de livre e espontânea vontade, o osso de um pelo osso de outro.” (GUZZO, 2013).

Como desde os primórdios a sobrevivência do mais apto e forte é regra, então, sob essa lógica o capitalismo utiliza a estratégia de que é parte, intimamente, do homem. A partir dessa lógica o capitalismo torna-se inevitável. E em concomitância, torna-se normal a adoção da lógica de centralização de capital e, por conseguinte, de poder em determinadas ações e atitudes.

Em outras palavras, como coloca Neil Smith (1988, p. 45) torna-se ao mesmo tempo normal o racismo, a competição, o lucro, a guerra, a propriedade privada, o erotismo, o homossexualismo e a existência de ricos e de despossuídos. O referido autor salienta que o argumento burguês de que o capitalismo é da natureza humana, foi um dos mais lucrativos já inventados. Tão bem sucedido que estabelece que com esse modelo a sociedade humana se completa de modo perfeito, em tal quantidade, a ponto que se cessasse o trabalho produtivo ocorreria extinção da natureza humana.

O argumento de que o capitalismo é parte da natureza do homem, todavia, cai por terra se for considerado que o homem também é natureza, ou seja, é “[...] o conjunto de todas as coisas existentes, ou, em outras palavras, a realidade em sua totalidade.” (SANTOS, 1978, p.

157). O que significa que o homem não pode continuar predominando sobre si mesmo uma vez que não é possível sua exterioridade da natureza.

Com a continuação da visão da natureza como algo exterior continuar-se-á sua destruição e, portanto, do próprio ser humano. E não obstante ser óbvia a consequência, ainda prevalece alienação. Tal situação pode ser explicada pelo fato do homem ser um ser social o que significa que pensa, e, via de regra age conforme as ordens e os valores vigentes na sociedade na qual nasce (VIANA, 2003).

O homem que nasce na sociedade dos tempos hodiernos é impulsionado a achar normal a exploração que sofre ou que engendra, normal a destruição da natureza e sua égide sobre as demais espécies, normal a desigualdade racial, de gênero e etnia, normal a competição e a busca por status e ascensão social, inevitável guerras em busca de poder, inevitável a existência de fome e miséria. E nesse contexto ele continua a reproduzir a alienação e a exploração fundamentadas pela lógica capitalista.

Um indivíduo não age livremente. Isto ocorre por que o ser humano é um ser social e, isto quer dizer que suas ideias, sua linguagem, seus interesses surgem como produto de suas relações sociais. Daí quando ele planeja seu futuro o faz sob condições determinadas, que independem de sua vontade. Mas ele pode tentar alterar estas condições e fazer valer a sua vontade desde que isto seja um produto da ação coletiva. (VIANA, 2003, p. 81).

A questão do trabalho é a segunda incoerência e contradição elencada para discussão. O trabalho é posto como uma atividade dignificante e valorizada, contudo, no sistema capitalista há dois tipos de trabalho, o trabalho morto e o trabalho vivo (VIANA, 2007). O trabalho morto é efetuado pela classe exploradora e o trabalho vivo responsável pela transformação da matéria-prima em produto é executado pela classe operária. E quem usufrui do capital gerado pela venda do produto transformado em mercadoria é, porém, a classe que executa o trabalho morto.

E, por fim, a terceira contradição elencada é a de que os grandes monocultivos e as indústrias geradoras de produtos que garantem o fluxo da mercadoria são instalados para atender uma lógica de produção infinita. Os insumos e as matérias-primas utilizadas na fabricação desses produtos, contudo, são finitos. O que significa que se a produção continuar segundo essa lógica os elementos da natureza serão utilizados até sua esgotabilidade.

A partir dessas contradições que surgem as crises: social, econômica e ambiental, ou como coloca Leff (2003) a crise do nosso tempo, a crise da razão. Como o capitalismo é o sistema predominante no globo, todos estão expostos aos reflexos dessa crise, uma vez que os impactos ambientais ultrapassam fronteiras geopolíticas.

Leff (2003, p. 19) assinala que uma das ações imperativas para superar a crise do nosso tempo é retomar a “questão do ser no tempo e o conhecer na história”. Por isso para entender melhor a crise ambiental abordada utilizou-se da apresentação dos conceitos de natureza e cita-se, a seguir, as reflexões de Porto-Gonçalves (2006) concernente à retrospectiva da tratativa da natureza no Brasil. Afim de conhecer a tratativa da natureza na história.

No Brasil a crise ambiental, como coloca o último autor, possui algumas peculiaridades. E com o intuito de explanar essas especificidades sobre a questão ambiental na contemporaneidade brasileira convém, primeiramente, focalizar alguns fatos históricos que são cruciais para demonstrar como a racionalidade econômica estruturou e se desenvolveu no país. Afinal, é com a análise da evolução histórica das concepções de natureza e do modo como essa é tratada dependendo da significação dada a ela, bem como, a forma como ela foi tratada, especificamente no país desde seu descobrimento, que torna possível compreender o uso e as apropriações da terra empregada atualmente.

E, adicionalmente, compreender as consequências adversas e positivas da adoção de determinadas técnicas de cultivo sobre a terra. A análise da linha do tempo permite, de forma geral, compreender como ocorre a negação da história e das leis da termodinâmica (LEFF, 2003).

Porto-Gonçalves (2006) sobre a retrospectiva dos processos de globalização³ no Brasil dividiu em quatro períodos a história de modo a permitir uma visualização do nascimento e desenvolvimento da crise ambiental vivida. O primeiro período destacado por Porto-Gonçalves (2006, p. 23) é “O Colonialismo e a Implantação da Moderno-colonialidade (do século XV-XVI ao século XVIII)”. Conforme o autor esse período tem início em 1492, data de quando a América foi descoberta e consolidou-se assim, a hegemonia europeia.

No primeiro período, de acordo com o referido autor é que começou a ser difundida a ideia de modernidade, isto é, de que ser moderno é explorar e usufruir ao máximo os elementos da natureza. Nesse contexto, as outras culturas encontradas na América não tinham nada de moderno, pois viviam em equilíbrio com a natureza, não sabiam usufruí-la. O que dava direito, na visão dos países colonizadores da Europa, de civilizar essas culturas,

³ Globalização é definida por Viana (2000, p. 118): [...] como uma nova fase da constante reconversão capitalista, na qual os países subordinados, como sempre, inserem-se de forma desvantajosa e contraditória no novo contexto do capitalismo mundial e que reproduz, como não poderia deixar de ser, o processo de transferência de mais-valor que gera concentração e centralização do capital ao lado da desigualdade que assume uma dimensão também espacial.

consideradas inferiores. Dessa forma, inicia-se o etnocídio e o genocídio contra esses povos e a destruição da biodiversidade dos domínios morfoclimático brasileiros.

Fica claro, portanto, que a exploração da natureza é intrínseca na ideia de ser moderno e ser desenvolvido. E, por conseguinte, é óbvio igualmente que é impossível todos serem modernos haja vista que para conseguir a consecução da lógica desse sistema somente uma minoria poderá ser detentora do capital e de tudo que ele proporciona. De forma que é característica pujante desse período da colonização e da construção da modernidade europeia a extrema injustiça social e ambiental que se desenvolveu.

O segundo período denominado por “O Capitalismo Fossilista e o Imperialismo (do século XVIII ao início do século XX)” (PORTO-GONÇALVES, 2006, p. 26) é caracterizado pela invenção da máquina a vapor, o que permitiu que a exploração da natureza multiplicasse muitas vezes. Com essa descoberta a indústria não necessitava ficar no mesmo lugar onde se retirava a matéria-prima, tornando possível a distribuição de produtos e rejeitos pelo globo. E, principalmente, tornou-se possível processar mais uma estratégia para conter a tendência da queda de lucro.

A agricultura pode ser especializada e rompeu sua ligação com a pecuária e o extrativismo, o que originou a agricultura quimificada e tecnificada caracterizada pelo cultivo de uma única cultura (monocultura), pelo uso de fertilizantes e agrotóxicos e pela substituição do trabalho humano, em algumas atividades, por máquinas. Aliada as transformações dos meios de produção ocorre integração entre a produção, a industrialização, o armazenamento e a circulação (SILVA, 2013), o que será explicado no tópico seguinte.

A ocorrência desses efeitos é provocada pelo reordenamento produtivo que se materializa mediante a alteração do uso e apropriação da terra, divisão social do trabalho e centralização da posse da terra para garantir a acumulação de capital (modernização agropecuária).

As mudanças proporcionadas por essa produção capitalista no modelo agropecuário foram intensas e destrutivas, tanto à natureza, quanto aos povos que cada vez mais viam sua forma de cultivar (agricultura de subsistência) ser substituída por uma nova agricultura, que por sua vez, não valoriza a força de trabalho do homem. A desvalorização do trabalho no campo acelerou por consequência a migração para cidades de miríades de trabalhadores, sendo característica desse período também o crescimento urbano.

O terceiro período chamado por “O Capitalismo de Estado Fossilista Fordista (de 1930 aos anos de 1960-70)” (PORTO-GONÇALVES, 2006, p. 32) é marcado pela revolução social que se segue após a Primeira Guerra Mundial ensejando greves de trabalhadores e libertação

nacional ou descolonização. Nesse período instalam-se algumas ideias e soluções para “resolver” as greves e crises enfrentadas na época, e uma delas foi o fordismo.

O fordismo é um princípio idealizado por Henry Ford que caracteriza um modelo de produção em massa de modo a tornar o produto tão barato que todos possam comprá-lo. A adoção desse modelo justifica, portanto, a modernização da agricultura, pois somente com a modernização agrícola pode-se alcançar produtividade tamanha para alcançar a velocidade de produção exigida pelas indústrias, que por sua vez, precisam gerar continuamente mercadoria para conter a aludida tendência da queda da taxa de lucros.

Entretanto, é desconsiderado o limite de suprimento de matéria-prima e o limite que a natureza apresenta para absorver rejeitos, limites claramente expostos pelos princípios da termodinâmica (Lei da entropia⁴). E não obstante as leis da termodinâmica já serem conhecidas, ainda assim esse modelo é adotado, mesmo sendo destrutivo, uma vez que acelera o processo de morte dos seres vivos no planeta.

A segunda solução encontrada é o planejamento do desenvolvimento através de instituições multilaterais dirigidas indiretamente pelo Estado, como por exemplo, a criação do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD). Do ponto de vista econômico o referido autor assinala que nunca se cresceu tanto como nesse período, mas no que tange ao ambiente, a destruição tamanha ficará de herança para muitas e muitas gerações. Socialmente, a estrutura da sociedade de segregação em classes mais se consolidou.

E para caracterizar a questão ambiental do quarto e último período, denominado de “Globalização Neoliberal ou Período Técnico-científico-informacional” (dos anos de 1960 até hoje) Porto-Gonçalves (2006, p. 38) utiliza da comparação entre a pegada ecológica de alguns países do mundo. A pegada ecológica é a área em hectares necessária para fornecer todos os produtos que um indivíduo usa em média.

A avaliação da pegada ecológica dos países do globo permite identificar que países industrializados consomem e usufruem mais recursos naturais que países em desenvolvimento, já que o número da pegada desses últimos é menor. Em outras palavras, a pegada ecológica demonstra a nova fase de reconversão capitalista, na qual as desigualdades de classes são expressas, concomitantemente, em desigualdades regionais e nacionais.

Viana (2000, p. 108) explana que conforme acentua a expansão capitalista (que nada mais é que o processo de globalização) tem-se intensificada a materialização em escala

⁴ Entropia é uma propriedade termodinâmica que representa uma medida da desordem molecular de determinada substância. Matematicamente pode mensurar o nível de irreversibilidade de um sistema, isto é, a parcela de energia de uma substância que não pode mais ser transformada em trabalho, a energia perdida (TARDIOLI, 2010).

regional e nacional da divisão social do trabalho. A referida divisão é pautada na subordinação dos modos de produção não capitalistas aos modos de produção ditos modernos, tanto em nível nacional quanto em nível internacional. O resultado são as desigualdades espaciais.

Os períodos históricos descritos provam como a articulação da expansão capitalista tem ocorrido e como a crise ambiental e os massacres sociais estão ligados a esse modelo econômico. Modelo esse que apresenta a modernização como principal solução a tudo, como por exemplo, para fome e miséria, a modernização agrícola; para diminuição dos impactos negativos ao ambiente, a modernização dos equipamentos de controle ambiental ou mesmo a modernização das técnicas de manipulação genética que supostamente permitem a redução da aplicação de agrotóxicos no campo. Enfim a modernização é símbolo de progresso.

Para continuar com a investigação da lógica que dinamiza o uso e ocupação das terras na bacia do ribeirão Vai-Vem, localizada no Sudeste Goiano, bem como para avaliar os impactos negativos sobre a qualidade da água advindo desse processo se fez necessário, adicionalmente, compreender o sentido de modernização e como essa se processa na atividade agropecuária, tanto no sentido ligado aos valores sociais e a política quanto no sentido de transformação técnica e física do local (produção, armazenamento, industrialização e circulação).

2.2 Sentidos da Modernização: sua inserção na atividade agrícola do Sudeste Goiano

Modernizar para Porto-Gonçalves (2006) é sempre, expandir uma determinada ideia de progresso e, com ela, de colonização dos povos e regiões que são diferentes. Modernidade para o autor está ligada a colonização, e assim, a hegemonia de um povo e de uma cultura sobre as outras. E, portanto, está ligada a injustiça e a desigualdade social.

Para Santos (1996) a modernização contemporânea significa uma força para que todos os lugares se mundializem, ou seja, para que todos os lugares se tornem homogêneos e subordinados a lógica capitalista de acumulação de riqueza. A transformação do meio e da cultura de forma a homogeneizá-la e condicioná-la aos ditames do mercado constituem as principais características desse processo.

Sob essa conjuntura, Fernandes (1993, p. 156) define modernização como “um processo multidimensional de transformações na esfera social, política e econômica que se desenvolve [...] de acordo com os interesses da força política no poder e a da prevalência de uma esfera sobre as outras.”. O que significa que a modernização, agrícola, por exemplo, não

se refere exclusivamente as transformações das técnicas utilizadas como meios de produção, mas, concomitantemente, as mudanças de valores e ideologias da sociedade (CASTILHO, 2010).

Latour (1994) aborda a palavra modernidade como colocada em meio a uma polêmica, em uma briga onde há ganhadores e perdedores, os Antigos e os Modernos. Moderno, portanto, para o referido autor significa uma ruptura na passagem regular do tempo, um combate no qual há vencedores e vencidos. Na descrição de Gomes; Haesbart (1988) resumidamente a modernidade é um período em que se estabelece o movimento permanente e rápido das substituições do antigo com o novo.

E exatamente por isso Latour (1994, p. 16) posta que jamais fomos modernos, afinal “[...] tomamos consciência, retrospectivamente, de que os dois conjuntos de praticas estiveram operando desde sempre no período histórico que se encerra.”. Decorrente desse fato, de estarmos operando com técnicas desenvolvidas no passado pode-se obviamente afirmar que nada é novo, e se nada é novo, então, nada pode ser moderno e, assim o autor conclui que deixamos de ser moderno.

A modernidade também não existe para ele porque separamos a política do natural, ou seja, a sociedade da natureza e assim, tornamos híbridos, um ser que não é nem social nem natural e, portanto, não moderno. Porém, esse autor ao afirmar que não somos modernos pelo fato de não operarmos com técnicas novas, mas do passado, peca por considerar o novo, tão somente, como algo de pouco tempo ou que acaba de ser feito ou adquirido.

O novo quando empregado para caracterizar a modernidade contém um significado que vai muito além de algo recente, constitui uma regra, um ditame que infinitamente deve ser seguido. Contempla, de acordo com Gomes; Haesbart (1988, p. 48) algo “[...] comprometido com uma determinada via que nos é, muitas vezes, indicada como inexorável ou obrigatória.”.

A modernidade torna-se, então, “[...] um tempo de conditos entre o "**moderno**" e o "**tradicional**", mas também entre as visões do novo e a imprevisibilidade das transformações, entre as versões proclamadas da mudança e os processos efetivamente vividos.” (GOMES; HAESBART, 1988, p. 48, Grifo do autor).

Sob esse prisma, pode-se afirmar que a modernidade é caracterizada, precipuamente, por um movimento constante e rápido de transformações. Um movimento em prol da consolidação de uma classe exploradora, da alienação de uma classe explorada e assim da formação de uma sociedade moderna materializada por uma lógica destrutiva. Isto é, a modernização é a materialização do capitalismo, ou como coloca Castilho (2010), é a expansão territorial do próprio modo de produção capitalista.

Vale destacar que para acelerar essa modernização o Estado desempenha papel crucial. A escolha de Brasília para sediar a Capital Federal, “no coração” do Brasil é um exemplo da ação do Estado visando alastrar a lógica capitalista mediante seus meios de produção para o Cerrado. A construção das estradas ferroviárias e mais recentemente as rodoviárias também são ações com o mesmo objetivo.

Sobre essa ação vale destacar a década de 1940 quando Getúlio Vargas lança a primeira iniciativa de política de planejamento destinada à ocupação produtiva da região central do país. Nessa época programaram colônias agrícolas nos Estados de Goiás e Mato Grosso e a estrada de ferro até Anápolis foi estendida, o que estimulou conforme Calaça; Dias (2010) a migração de produtores, principalmente do sul do país para região Sudeste e Sudoeste de Goiás.

De forma mais direta pode-se observar a atuação do Estado nos programas de desenvolvimento como cita, Cavalcanti; Barreira (2011) sobre a fundação da Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO) e os incentivos criados por essa, como o Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrado (POLOCENTRO) e o Programa da Região Geoeconômica de Brasília (PERGEB), que consistiram em ações norteadoras para ocupação do domínio morfoclimático do Cerrado a partir do emprego de técnicas agropecuárias modernas.

Oliveira (2001) lembra ainda da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), do Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PRODOESTE) e do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER). Programas que com o suporte da EMBRAPA intensificaram o desenvolvimento de pesquisas que contribuíram para a inserção da modernização agrícola no Cerrado.

Os Programas Nacionais de Desenvolvimento (PNDs) foram fundamentais para difusão da modernização agrícola no território nacional. A título de exemplo cita-se também o lançamento do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA) em 1975, quando foi investido US\$ 200 milhões na implantação e desenvolvimento de indústrias produtoras de agrotóxicos (ALVES FILHO, 2000). Isto explica as mudanças nos padrões de consumo brasileiro de agrotóxicos a partir da década de 1970, quando as políticas de crédito agrícola subsidiaram a aquisição dos chamados insumos modernos.

Pouco antes disso, em 1948, no município de Ipameri há registros de incentivos ao uso de agrotóxicos por parte da prefeitura, na administração do Prefeito David Cosac. Quando teve início o funcionamento do Posto Agrícola Municipal, com a aração gratuita de terrenos

para os lavradores e distribuição de ferramentas agrárias e inseticidas pelo preço de custo (CARVALHO, 1958).

Alves Filho (2000) lembra ainda que na década de 1970 o Banco do Brasil tornou obrigatório o direcionamento de 15% do valor dos empréstimos de custeio para a aquisição de agrotóxicos. O que estimulou a ampliação do mercado interno de consumo desses produtos. Adicionalmente, foi contributo para esse aumento o incentivo às monoculturas agrícolas destinadas a produção de álcool em 1975 (RAMOS, 2007).

Nota-se, portanto, que toda a estratégia de estruturação dos agentes econômicos é assegurada pelo Estado que mediante suas políticas setoriais financia e subsidia a modernização da agricultura com disponibilização de infraestrutura, apoio técnico e pesquisa (TEIXEIRA et al., 2011). E além de incentivar oculta, por outro lado, os impactos negativos, contribuindo para consolidação do mito da modernidade através da colocação de que essa é garantia para se alcançar a qualidade de vida da sociedade.

Rigotto et al. (2011) destaca que para atender a lógica da modernização agrícola, a elevação da taxa de reprodução do capital vem a ser a preocupação exclusiva, mesmo que essa esteja associada a diminuição das taxas de biodiversidade, de fertilidade do solo, ao aumento da contaminação dos corpos hídricos e, por conseguinte, da exposição de substâncias tóxicas a saúde com reflexos na diminuição da taxa de reprodução da vida.

Dos impactos ambientais engendrados pela prática agrícola tecnificada e quimificada um dos mais deletérios consiste certamente a grande carga de agrotóxicos aplicada ao solo. Segundo Santos et al. (2001) ao ser aplicado ao solo os agrotóxicos afeta, impreterivelmente, a vegetação e a água desencadeando uma série de efeitos adversos ainda não completamente mensurados sobre toda a fauna e flora, seja aquática ou terrestre, atingidos por tais substâncias.

A literatura agronômica prova que o cultivo de monocultivos nesses moldes tecnificados e quimificados além de contribuir para o esgotamento do solo e para sua contaminação e poluição provoca a paulatina fragilidade das plantas. A incidência de pragas em decorrência dessa vulnerabilidade consequentemente aumenta.

A adversidade causada pelo modelo de produção do agronegócio, contudo, não é abordada no discurso da modernidade, de forma que as pragas surgem sem causa, mas como afirma Teixeira (2000, p. 525) “Sem causa, mas não sem remédio.”. Os agrotóxicos são apresentados como a mais vantajosa solução e muitas vezes o único e até o obrigatório “remédio” a ser adotado. O Estado como visto anteriormente, assume papel fundamental na

imposição dessa obrigatoriedade, o que torna patente sua influência na expansão da dinâmica capitalista.

Nas áreas rurais a contaminação por agrotóxicos pode provir de vários pontos, sendo caracterizada como contaminação por fontes difusas. De acordo com Filizola et al. (2006) os processos de inserção de substâncias químicas tóxicas no solo podem ainda ser separados em rotineiros ou eventuais. No caso da contaminação por lançamento de pesticidas ao solo o processo é caracterizado como rotineiro, uma vez que os produtos químicos são aplicados continuamente durante o cultivo de determinada cultura.

Na rotina dessa aplicação intensa de agrotóxicos que caracteriza a agricultura moderna vigente, é negada, radicalmente, nas palavras de Augusto et al. (2011) o sentido original da agricultura que é o de produção de alimentos saudáveis, de fertilidade do solo em harmonia com os ciclos de desenvolvimento e recuperação das espécies e variedades naturais. Pelo contrário, diminui-se a fertilidade do solo tornando necessária a utilização de fertilizantes que se revelam, em alguns casos, nocivos pela presença de metais pesados em alta concentração.

Aliada à diminuição de micronutrientes no solo Augusto et al. (2011) e Telles; Domingues (2006) destacam que ocorre a perda das atividades biológicas que, por sua vez constituem a razão para existência de fertilidade do solo. Como consequência há uma incidência maior de pragas e doenças uma vez que o solo se encontra muitas vezes sem predadores naturais para controlar tais ocorrências e sem fornecedores de nutrientes.

Os pesticidas, inseticidas, fungicidas, herbicidas, nesses casos, se tornam a solução, porém, incitam um ciclo vicioso de contaminação e poluição do solo haja vista a necessidade cada vez maior do uso desses produtos químicos para combater pragas e fornecer nutrientes as plantas. Consubstancia-se nesse ciclo, por conseguinte, a estratégia para garantir a permanência dos agentes econômicos que formam o sistema capitalista, caracterizado na realidade expressa pela homogeneização, competitividade e inserção no mercado desses produtos químicos. No tocante as estratégias os incentivos governamentais compreendem as principais ações adotadas.

A partir da década de 1970, quando os Programas de incentivos, citados anteriormente, começaram a ser criados, ocorreu uma extrema subordinação da agricultura para com as indústrias e assim, como coloca Ianni (1984) do campo à cidade. A causa dessa dependência, só para reforçar, é consolidada pela modernização e suas técnicas que juntas viabilizaram “[...] a união da produção primária com a secundária.” (CALAÇA; DIAS, 2010, p. 322). O objetivo é garantir matéria-prima para produção industrial fordista.

A modernização quando surge torna possível a transformação da atrasada prática agropecuária em indústria possibilitando o aumento da produtividade e da produção da matéria-prima em produto industrializado, não do alimento para a população da região, mas da matéria-prima para exportação. E deve-se enfatizar para produção de bens oligárquicos, na sua grande maioria, ou seja, para produção de bens destinados a aquisição de apenas uma parte da população.

Simplificadamente “[...] o latifúndio atrasado se converte em empresa capitalista moderna.” (MOREIRA, 1989, p. 23). É o que o referido autor chama de forma avançada do capitalismo. Momento que o comando passa a ser exercido pelas indústrias e ocorre a ascensão e consolidação de um novo padrão de acumulação afetando todos os setores, inclusive os pertencentes ao campo.

[...] a política agrícola colocada em prática pelo governo brasileiro, no período estudado, terá por objetivo básico manter inalteradas as formas de acumulação dominante na sociedade, compatibilizando interesses díspares de setores que lutam pelo controle dos principais fatores econômicos. Promove, portanto, a modernização de grande parte da agricultura, aumenta a produção e a produtividade sem, contudo, tocar nos padrões de acumulação. (GONÇALVES NETO, 1997, p. 122).

É o fenômeno da globalização descrito por Porto-Gonçalves (2006) e da formação do meio técnico-científico-informacional em ação caracterizado por Santos (1996). Vale reforçar que com a intensificação da modernização torna mais pujante à presença da industrialização. E como Carlos (1994) coloca apesar da indústria estar isolada espacialmente ela engloba um montante de incorporações enormes que vão desde outras atividades industriais, até as atividades agrárias de comercialização e serviço.

O suprimento da indústria exige que as atividades agropecuárias ocorram de maneira contínua e intensa para que a acumulação de capital aumente e expanda. Daí surge a modernização da agricultura que proporciona agilidade na produção, tal como na indústria. Nesses moldes, contudo, consequências adversas são engendradas como a contaminação e poluição hídrica, do ar e do solo, as inundações frequentes, os desmoronamentos causados pela construção indiscriminada de habitações, a erosão nas ruas, o assoreamento dos corpos hídricos, a falta de água, de saneamento e de condições básicas de vida.

2.2.1 Reflexos da modernização agrícola na qualidade da água

O inquietante do incentivo à modernização é que as mudanças provindas da sua materialização podem causar impactos irremediáveis ao ambiente, promovendo, concernente

a água uma intensa escassez qualitativa caracterizada por ser muito mais severa do que a escassez quantitativa, já que no caso especificamente da água, compromete praticamente qualquer uso posterior dessa. Nesse contexto, surgem as dissensões pela água.

Telles e Domingues (2006) destacam que o conflito entre vizinhos a montante e a jusante de um determinado ponto do manancial, a respeito do uso de qualidade da água acontecem em todas as regiões do globo. Todavia, de acordo, com os referidos autores, ainda não foi dada a importância suficiente a esses efeitos, principalmente no que tange a contaminação por agrotóxicos. Mas tal fato não tende a perdurar, uma vez que a escassez qualitativa da água fica cada vez mais severa com o passar do tempo.

Acerca dessa situação Grippi (2006) destaca que malgrado, haja tantas ocorrências de dissensões pela água não se observa a mesma energia desempenhada na sua conservação ou preservação. Fator esse que poderia amenizar o quadro alarmante de escassez qualitativa (CAMPOS; STUDART, 2003). Porém, convém destacar sobre o assunto, que é assaz reduzida a quantidade de redes de monitoramento de qualidade da água e sedimentométrica no Brasil.

De acordo com Braga et al. (2006) é estimado em 1.985 a quantidade de estações de monitoramento de qualidade de água no país. Salientam que além de poucas, essas estações estão dispersas contribuindo para um panorama no mínimo deficitário. Um levantamento da situação divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente no ano de 2002 e citado pelos referidos autores revela que os estados brasileiros apresentam-se numa situação precária concernente a escassez de estações de monitoramento da qualidade da água.

Nesse estudo o Estado de Goiás dentre outros se apresentam na pior classificação quanto à situação de monitoramento da qualidade da água no país, ficando a frente apenas daqueles estados que ainda possui implantação incipiente das redes de monitoramento de qualidade da água, como os localizados, predominantemente, na região Norte do país.

Bonnet (2007) em pesquisa sobre as bases de dados de qualidade das águas superficiais de mananciais de abastecimento público operados pela empresa de Saneamento de Goiás (SANEAGO) levantou que 174 captações são monitoradas pela empresa, um número aquém da quantidade de municípios no Estado de Goiás (246 municípios). O que permite inferir que a quantidade de captações monitoradas são poucas.

Além do número de pontos de monitoramento insuficientes, nem todos os parâmetros de qualidade da água são monitorados, concomitantemente, em todas as captações. Bonnet (2007) lista 27 parâmetros analisados pela empresa, mas apenas seis deles são regularizados em todas as captações monitoradas, sendo eles: turbidez, cor aparente, pH, cloretos, índices de

coliforme total e índices de coliforme fecal. Porém, o monitoramento dos parâmetros de sabor, odor, temperatura, ferro e manganês, nitrogênio e algas também são recomendados para investigação da qualidade da água segundo a autora, mas não são realizados em todas as captações.

Outros resultados relevantes da investigação das relações entre uso da terra e qualidade da água nas bacias hidrográficas de abastecimento público do Estado de Goiás conduzido por Bonnet (2007) são quanto a ineficácia da Gestão das Águas nesse Estado. O estudo demonstra que seis dentre os sete parâmetros levantados apresentam desconformidade com os padrões correspondentes estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para corpos de água de classe 2. Em 62% dentre as 89 captações de água providas de mananciais superficiais investigadas os padrões estão aquém aos requisitos legais.

Sob esse prisma é oportuno destacar conforme acentua Telles; Domingues (2006) e Braga et al. (2006) que com a nova fronteira agrícola no Centro-Oeste a situação da qualidade da água certamente tende a piorar, precipuamente, relacionada à contaminação e à poluição da água e do solo por agrotóxicos e metais pesados. A legislação nacional exige, contudo, que análises de agrotóxicos e metais sejam feitas apenas semestralmente.

Ferreira e Pádua (2010) explanam que tal situação decorre da diferença que há entre os riscos à saúde causados por substâncias químicas tóxicas na água daqueles causados por contaminantes microbiológicos. Os agrotóxicos, bem como outros compostos químicos tóxicos, somente causam danos à saúde em decorrência de uma água contaminada, depois de prolongados períodos de exposição. E quase nunca a intoxicação crônica advinda dessa exposição é relacionada com a água contaminada ou mesmo o alimento contaminado.

Ao se tratar da ingestão de água contaminada, normalmente não ocorrem efeitos agudos de intoxicação associados a agrotóxicos. Por conseguinte, os padrões de agrotóxicos para a água destinada ao consumo humano são de consideração secundária, ou seja, são colocados em uma categoria de menor prioridade do que contaminantes microbiológicos, dos quais os efeitos são usualmente agudos e muito difundidos (FERREIRA; PÁDUA, 2010, p. 175).

Nesse contexto, Braga et al. (2006) alertam que apenas 12 Estados brasileiros possuem laboratórios mais completos, inclusive com a possibilidade de detecção de agrotóxicos. Os laboratórios, todavia, se encontram notavelmente concentrados na região Sudeste, o que compromete, sem dúvida, a obtenção de informações adequadas sobre a qualidade da água em outras regiões, que é por sua vez uma parte fundamental para implantação da Gestão das Águas como mesmo preconiza a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) instituída pela Lei nº 9433 de 1997.

O escasso número de redes de monitoramento por sua vez, compromete, inevitavelmente, o gerenciamento de informações sobre a água. A análise de agrotóxicos, por exemplo, que deve ser conduzida semestralmente, nem sempre é feita com essa periodicidade. Tundisi et al. (2006) afirma que uma das conclusões importante a se tirar acerca da gestão da água referente a experiência dos últimos anos é que se faz fundamental, para que se tenha disponibilidade de água com qualidade no futuro, estreitar a relação entre pesquisa e desenvolvimento nessa área.

Pesquisas destinadas a diagnosticar a qualidade da água exercem relevância singular, nos tempos hodiernos, afinal a ascensão dos vertiginosos monocultivos extensivos que arrasam o solo, a água, a fauna e a flora constituem provas inquestionáveis de que investigações devem ser realizadas sobre os seus reais efeitos no meio.

Logo devem ser conduzidos estudos sobre qualidade da água para que a Gestão das Águas seja efetivamente realizada e para que a civilização seja incitada a criticar tal modelo que é no mínimo obstinadamente antropocêntrico, pois coloca a lógica da acumulação de capital acima da própria vida. Afinal com a aplicação intensa de agrotóxicos nas áreas plantadas a própria reprodução da vida fica comprometida como mesmo demonstra os estudos realizados por Carson (1972) e mais recentemente por Colborn et al. (2002).

A transformação desse quadro de degradação mediante pesquisas e estudos exige, porém, uma mudança política e ética na humanidade. Porto-Gonçalves (2006, p. 62) acentua que “[...] além de um desafio técnico, estamos diante de um desafio político e, mesmo, civilizatório.”.

Leff (2003) assinala, sobretudo, que a crise ambiental se fundamenta num problema de conhecimento, daí a sua superação ser possibilitada pela reconstrução de um novo saber. Entende-se esse saber ambiental como a superação da dicotomia sociedade/natureza. Sob essa conjuntura Smith (1988) explana que não podemos ser superiores a natureza, mas tão somente parte dela, sendo uma ilusão a superioridade e dominação (como já dito em tópico anterior).

Para Leff (1998), por sua vez, a reconstrução do saber ambiental pode ser atingida pela reflexão crítica do porque se vivencia essa crise, pela descoberta do conhecimento que constrói um mundo insustentável e pelo reconhecimento das leis da termodinâmica (entropia). E de que o real sempre foi complexo e interligado.

Com essa investigação a reconstrução torna possível e, por conseguinte, é viabilizada a adoção das soluções propostas pelos estudos que analisam os reflexos do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água. Com efeito, esse alcance depende da emancipação de um novo processo de aprender que produz um novo saber, uma complexidade ambiental, que

“[...] é a emergência de um pensamento complexo que aprende um real em vias de complexização.” (LEFF, 2003, p. 59).

Kiperstok; Marinho (2001) enfatizam que o desafio é grande, como mesmo apontam os autores supracitados, e acentua que não há perspectivas de se efetivar no momento atual, uma vez que envolve elementos comportamentais e tecnológicos que, dificilmente, pode-se avaliar. Porém, como com os outros sistemas que a humanidade já vivenciou o sistema capitalista também há de perecer um dia. Em razão, precipuamente, das contradições gritantes que o estrutura, algumas delas apresentadas no tópico anterior. No entanto, essa mudança não ocorre de maneira rápida, e sim, muito lentamente.

E ao lado da luta contra as adversidades engendradas por esse modelo deve-se continuar pesquisando instrumentos de gestão da água e, sobretudo, de prevenção da poluição para que a situação não piore. No entanto, sempre certos de que esses apenas serão eficazes quando o foco não for, tão somente, na mitigação dos passivos e impactos ambientais deixados pelo modelo técnico-industrial, mas sim, na tentativa de abolição de tais impactos, o que poderá ser conseguido por sua vez pela construção desse saber ambiental complexo. Um saber ambiental que permita a identificação de insustentabilidades e o rearranjo de uma nova lógica de conservação do ambiente.

2.3 Gestão da água na perspectiva da produção capitalista

O modelo de gestão de água adotado pelo país nos tempos hodiernos não confere satisfatoriamente as necessidades imprescindíveis para preservação desse elemento vital. Tal situação decorre do aumento da poluição e contaminação da água advindo dos usos e apropriações da terra que são guiados pela lógica de acumulação de capital. Usos e apropriações esses que não são controlados ou fiscalizados adequadamente pelos responsáveis da gestão da água de modo a conferir a preservação da qualidade da água.

Prova disso constitui a intensa devastação das Matas Ciliares em determinadas regiões do país, a exemplo dos municípios com potencial agrícola do Sudeste e Sudoeste Goiano, para dar lugar ao cultivo de pastagem e lavoura de grãos ou cana-de-açúcar, predominantemente. Ou ainda o reduzido número de redes de monitoramento de qualidade da água nesse Estado. Exemplos que demonstram que há ainda muito a ser feito para monitorar adequadamente a qualidade da água por parte dos órgãos de gestão.

A situação insatisfatória no tocante a essa ausência ou escassez de controle da qualidade da água por parte dos órgãos de gestão decorre, principalmente como visto

anteriormente, do modo de produção capitalista. Isso por que a dinâmica capitalista prevalece como pano de fundo na determinação das ações da sociedade, inclusive na criação de políticas públicas, que visam ora o desenvolvimento de uma região a partir do emprego de técnicas modernas de produção ora a preservação do ambiente.

Nessa contradição, como não poderia deixar de ser, o fluxo econômico, compreendido pela geração de mercadoria e sua comercialização ocorre predominantemente em primeiríssima instância. Em segundo plano é introduzido às políticas públicas para preservação ambiental através muitas vezes de ações de mitigação ambiental e poucas vezes de prevenção ou precaução.

A gestão das águas constitui um dos exemplos dessas políticas públicas que são criadas pelo Estado para promover a preservação ambiental. É claro que as ações de preservação ambiental nem sempre ficam em segundo plano perante as necessidades capitalistas de expansão de produção. Essas situações, contudo, estão em desvantagem se comparado com a capacidade da dinâmica do capital em articular ações para intensificar a produção agrícola ou pecuária, por exemplo, gerando mais impactos ambientais.

De modo que resta aos órgãos de gestão da água remediar os passivos ambientais gerados, e mais raramente evitá-los. Isso por que, conforme salienta Orlando (2006), as políticas voltadas à preservação do ambiente possuem autonomia relativa, uma vez que a produção capitalista responsável por sua vez pela degradação ambiental não pode cessar. Para isso tais políticas assumem funções opostas: função de controle ambiental e função de garantir a perpetuação da lógica de acumulação de capital.

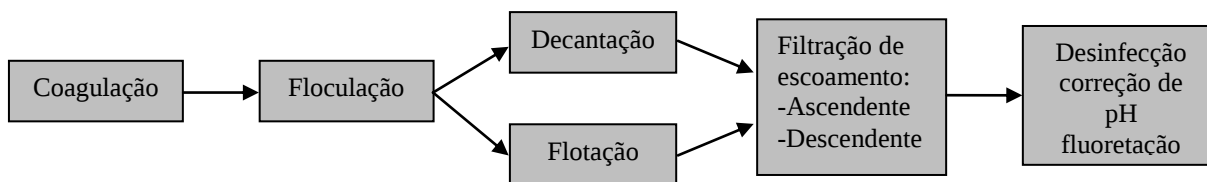
É oportuno reforçar novamente que a racionalidade do sistema capitalista está arraigada em todas as instituições e até em nível individual (VIANA, 2003). Ao lado do indivíduo, como instituição a seu favor, o poder público também, obviamente, não atua fora dessa lógica, como já exposto. O que significa que mesmo as expressões do direito elaboradas por esse possuem também o papel de garantir a reprodução do capital. E, por conseguinte, nem a Política Nacional de Recursos Hídricos fica fora desse intuito.

Malgrado, o caráter judicioso das diretrizes legais e os salutaros resultados que são e poderiam ser advindos da implantação dos princípios e instrumentos propostos por essas, nota-se que desde 1997 quando da promulgação da Lei nº 9.433 tais resultados não assentam muitas vezes com o preconizado por essa norma jurídica. Lei que preconiza principalmente a preservação da qualidade da água. E pelo contrário, a qualidade da água está cada vez mais comprometida.

É claro que há avanços notáveis sob a ótica dos diagnósticos já realizados e das informações produzidas pelos órgãos de gestão, contudo, ainda há muito que ser feito no tocante a monitoramento da qualidade da água já que é fato que as fontes de contaminação e poluição aumentam a cada dia. E não segue essa mesma velocidade a criação e implantação de medidas que monitore a qualidade da água ou a trate. Para se ter uma ideia, na década de 1970, somente Goiânia e Anápolis contavam com os serviços estaduais de abastecimentos de água (SANEAGO, 2011).

A partir dessa década outros municípios começaram a obter o serviço estadual de abastecimento, mas o mesmo método de tratamento da água destinada ao consumo humano, método convencional de tratamento, adotado há quase meio século atrás ainda é executado hoje (Figura 2.1). Não obstante as fontes de contaminação e poluição terem aumentado e mesmo os tipos de contaminantes e poluentes serem diferentes e novos se comparados com aqueles da primeira metade do século XX, ainda não foi feita uma revisão pelo órgão de gestão da água se o tratamento efetuado atualmente continua sendo satisfatório.

Figura 2.1 – Fluxograma que caracteriza o típico tratamento convencional da água destinada para consumo humano



Fonte: Libânio (2010)

Mesmo porque são empregados múltiplos usos da água e nem todos eles a deixam sem interferências. O que significa que um uso empregado na água de um manancial antes da captação de sua água para abastecimento da população pode comprometer a qualidade dessa água a ponto das técnicas de tratamento não alcançarem uma potabilidade adequada para consumo humano.

No âmbito econômico a água é caracterizada por uma grande diversidade de usos. Esses usos podem ser classificados em consuntivo e não consuntivo (HELLER, 2010). O uso consuntivo é definido como aquele em que há perdas de volume entre o que é retirado do corpo hídrico e o que retorna a esse. Destacam-se como exemplos o abastecimento doméstico, o abastecimento industrial e o uso agrícola (Irrigação).

O uso não consuntivo por sua vez é representado por aquele que permite o retorno da maior parte do volume de água consumido, tornando-se quase inteiramente renovável dentro do ciclo hidrológico. Destacam-se: geração de energia via hidroelétrica, navegação fluvial,

recreação e harmonia paisagística, pesca, transporte e diluição de resíduos líquidos e preservação.

O uso múltiplo da água, portanto, significa empregar mais de um tipo de utilização na água, por exemplo, empregar um uso consuntivo juntamente com um uso que não é consuntivo, ou empregar dois usos consuntivos em conjunto com dois ou mais usos não consuntivos, e assim por diante. Com o emprego de usos múltiplos da água é possibilitada a utilização constante do corpo hídrico. Mota; Aquino (2003), porém, criticam essa maneira de usar a água, já que muitas dessas utilizações impedem usos posteriores.

Em se tratando disso, Abicalil (2003), reforça a irresponsabilidade da limitação causada no tocante a impossibilidade do uso múltiplo da água. O autor afirma que a poluição das águas limita notavelmente os usos como o abastecimento populacional, a irrigação, o lazer e outros, repercutindo negativamente na economia das regiões afetadas.

Nesse contexto a água assume outra característica, no âmbito econômico, a de interdependência que promove entre os usuários, pois o usuário à montante sempre irá interferir a jusante, seja essa interferência insignificante, seja ela intensiva, como por exemplo, através da captação de água para irrigação ou outra atividade que exija grande consumo de água ou mediante a introdução de contaminantes e/ou poluentes na água por fontes difusas ou pontuais.

Dessa característica surgem os conflitos para o acesso da água e por sua vez a necessidade de se implantar diretrizes que permitam o funcionamento dos múltiplos usos dessa. E como não poderia deixar de ser, realmente a solução desses conflitos privilegia os usos que articulam a produção de mercadorias para acumulação de capital.

Embora a PNRH estabeleça prioridade para o consumo humano e a dessedentação de animais, quando esses usos primeiros concorrem com práticas agrícolas ou pecuárias o que se observa é a manutenção dos dois sem a precaução satisfatória para que os usos primados sejam abastecidos com qualidade. Mesmo que o uso agropecuário esteja infringindo os requisitos legais que defendem a preservação do ambiente para garantia da qualidade da água, as atividades agrícolas e pecuárias continuam geridas de forma a não controlar a poluição e contaminação da água, uma vez que essas atividades, raramente são alvos de fiscalização.

Esse panorama tende a mudar, mas hodiernamente tal assertiva ainda é verdadeira, prova disso constituem os vários estudos sobre o uso e ocupação do solo e os reflexos adversos sobre a qualidade da água. Como exemplo cita-se os resultados da pesquisa de Bonnet (2007), anteriormente mencionados, sobre a qualidade da água de 89 mananciais de água superficial localizados no Estado de Goiás. Dos parâmetros levantados na pesquisa, 62%

dos padrões estão superiores aos limites determinados pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Prates et al. (2011) encontrou sete tipos de organoclorados em 52% das 31 amostras coletadas em poços subterrâneos do distrito de Culturama, município de Fátima do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul. Citam-se ainda os resultados do levantamento de Silvino (2012) na bacia da lagoa Sumidouro em Minas Gerais que revelam risco de eutrofização decorrente da grande quantidade de nutrientes provindos da criação de gado.

Ou o estudo de Farage (2009) que chega a mesma conclusão sobre diminuição da qualidade da água em decorrência do uso e ocupação da terra na bacia do rio Pomba, também em Minas Gerais. As mesmas inferências também são obtidas no trabalho de Casarin (2008) na bacia do rio Paraguai. E citam-se esses para ficar nos estudos mais recentes sobre a relação de uso e ocupação da terra e qualidade da água.

Diante desses fatos a ocorrência de dissensões entre os usuários torna-se certa, o que exige, por consequência, uma administração centralizada (GONDIM, 2006), mas que de forma complexa abarque a participação dos agentes sociais envolvidos no processo decisório. Nesse processo administrativo, contudo, observam-se mais contradições, pois não obstante a PNRH prever como princípio norteador de descentralização das decisões e planejamento, nem sempre a participação dos agentes sociais ocorre. Prova disso é que nem toda bacia possui um Comitê de Bacia Hidrográfica e, quando possui, a participação dos integrantes é limitada.

Sobre essa questão é oportuno salientar também que a gestão dos recursos hídricos não é determinada como atribuição dos municípios, mas sim da União e dos Estados, o que contraria novamente o princípio da descentralização. Não obstante, os municípios terem poder de atuação mediante a elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas e participação em Conselhos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias, essa ação fica restrita.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas, nas palavras de Guadalupe (2006, p. 16), são instituições democráticas que propiciam a realização de uma “[...] gestão democrática participativa, flexível e adaptável às diferentes realidades regionais, através do compartilhamento de decisões entre atores da sociedade civil, usuários dos recursos hídricos e poder público [...]”. Os Comitês de Bacia foram criados pela PNRH e passaram a ser responsáveis efetivamente pela implantação da gestão dos recursos hídricos após a promulgação da Lei 9.433 em 1997. E embora estejam aumentando em número, sua atuação, no âmbito municipal ainda enfrenta muitos obstáculos.

As barreiras e desafios estão por sua vez ligados a escassez de articulações municipais no tocante a gestão ambiental local, essencialmente, concernente à consecução de gestão da

qualidade da água juntamente com o planejamento e gestão territorial do município. De acordo com Faria (2008) a aplicação dos instrumentos de gerência da água de forma alguma deve dissociar do modelo de gestão urbana instituído pela Carta Magna e assegurado pelo Estatuto da Cidade no controle do uso do solo do município.

Todavia, como dito anteriormente, a gestão da água incluindo a atividade de outorga consiste uma função do Estado e da Nação e não dos municípios, conforme estabelece a Lei nº 9.433 de 1997. Outro fator é que a gestão do uso do solo de acordo com a Constituição de 1988 é de responsabilidade dos municípios, assim os municípios gerem desintegradamente água e solo, uma vez que as atribuições de gestão estão em níveis distintos.

O resultado é que a gestão do uso da terra, não segue como unidade a bacia hidrográfica de modo satisfatório, afinal o foco concernente ao ordenamento territorial não considera, prioritariamente, a água como elemento a ser protegido e gerido. Por conseguinte, não torna possível atenuar a série de impactos ambientais já descritos, relacionados por sua vez com o uso e ocupação do solo que infringe a qualidade da água, uma vez que esse uso interfere de maneira significativa na qualidade hídrica e na conservação das Matas Ciliares.

Tucci (2003) explana que solos com superfície desprotegida decorrente da ação de compactação pelo uso agropecuário (caminhos percorridos pelo gado, uso de maquinário agrícola, dentre outros) acarretam redução na capacidade de infiltração da água da chuva resultando por sua vez em maior escoamento superficial e diminuição da recarga do aquífero.

Além de afetar na qualidade da água o uso da terra pode alterar o comportamento hidrológico, por exemplo, aumentando o escoamento com o desmatamento e com a impermeabilização e variando esses efeitos com a escala dos processos de acordo com tipo de plantio para culturas anuais (TUCCI, 2003, p. 68).

A estreita relação que há entre o nível de qualidade e mesmo a quantidade da água fornecida por uma fonte natural com o uso e ocupação da terra no seu entorno impede, peremptoriamente, o planejamento politicamente e socialmente desarticulado entre essas atividades de gestão.

Sob esse prisma, é oportuno prosseguir a discussão com a apresentação dos elementos gerais que conformam a dinâmica de uso e ocupação da terra guiada pela lógica do capitalismo no Sudeste Goiano, considerando a hegemonia desse sistema na região e no mundo. Pois, entende-se que é tal debate que possibilitará, certamente, a compreensão acerca da qualidade da água do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO).

2.4 Dinâmica da ocupação da terra na região da bacia do ribeirão Vai-Vem: uso da terra a partir do século XX

A paisagem diferenciada e os solos pouco férteis (para determinadas espécies de plantio) propiciaram até 1960 a consideração de que as áreas abrangidas pelo Cerrado eram inapropriadas para o desenvolvimento de atividades econômicas. Mas o anseio governamental em promover o desenvolvimento urbano industrial e agropecuário no país, de forma a modernizá-lo, bem como, as características do Cerrado, conforme salienta Chaves (2008), relacionadas à profundidade considerável, boa drenagem, inclinações geralmente menores que 3% e clima satisfatório favoreceram a seleção desse domínio morfoclimático como local propício para implantação da agricultura quimificada e tecnificada.

No Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) é apresentado que essa decisão foi pautada na análise de que dos quase 02 milhões de km² (20% do território nacional), 46% eram considerados aptos para o plantio da soja, 34% a uma exploração limitada, tal como a implantada pela pecuária e 20% seriam destinados à preservação.

É importante salientar que os impactos ambientais aplicados na região estudada não tiveram origem somente a partir de 1960, antes já haviam sido engendrados vários impactos ambientais e sociais, destacando, a poluição do solo e das águas subterrânea e superficial por mercúrio, as devastações da vegetação nativa para criação de gado e o genocídio das comunidades indígenas.

A Comissão Interministerial para a Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CIMA) indica duas fases evolutivas para a região do Centro-Oeste. A primeira fase é compreendida no período que vai do descobrimento até a metade do século XX e a segunda representa o período após 1950. Ainda com respeito a ocupação da região antes dessas fases, Oliveira (2007) destaca que embora haja registros da presença humana na região Centro-Oeste que ultrapassam milênios, somente as marcas dessas duas fases foram responsáveis pela devastação de 90% da vegetação nativa.

A primeira fase está associada à atividade pecuária, que consistia a principal atividade econômica de Goiás. A relevância dessa atividade pode ser entendida pela descrição do historiador Chaul (1997):

As tropas e boiadas foram muito mais que páginas brilhantes da literatura goiana. Por longo tempo, a pecuária sustentou a economia de Goiás, ultrapassando as barreiras naturais que se impunham sobre essa terra desde os primórdios de sua história. Indiferente às dificuldades de transporte, o

gado, que se autotransportava, estabelecia elos comerciais duradouros entre Goiás, Minas e São Paulo. Rompia barreiras, desconhecia léguas de distância e mesmo abaixo do peso, entre a sede e a fome, ampliava um comércio que, cada vez mais, trazia bons rendimentos para Goiás. (CHAUL, 1997, p. 88).

A agricultura dessa fase é caracterizada por ser de subsistência, com pequena produção de gêneros alimentícios que possuíam expressão apenas local. Ela era praticada nas terras mais férteis com o plantio de arroz, milho, algodão, fumo, mandioca, feijão e cana. Segundo Oliveira (2007) essa situação se manteve inalterada até a segunda fase, ou seja, até a década de 1950.

No tocante a impactos ambientais essa fase é caracterizada por uma produção extensiva pela inserção de gado bovino equino, porém adaptada às condições naturais da região, o que, entretanto, não impediu as consequências relacionadas à alteração da ciclagem de nutrientes e invasão de ervas daninha, dentre outras.

Há também os impactos decorrentes da ocupação desordenada no urbano, mas não tanto representativa vista a diminuta densidade demográfica, como indica Oliveira (2007) para o Sudoeste Goiano, que representa por sua vez uma característica do Sudeste também:

O sudoeste goiano era, ainda, uma região pobre em povoamento rural, núcleos urbanos e redes de comunicação, constituindo uma área tipicamente marginal em relação às zonas 'pioneiras' paulistas, nascidas e crescidas com a evolução das ferrovias e a expansão dos cafezais e algodoais. (OLIVEIRA, 2007, p. 158).

Apesar de a primeira fase ter como atividade principal a criação de gado bovino equino, tal atividade segundo Oliveira (2007) só se consolidou no início da segunda fase, quando da migração de mineiros e paulistas. A imensidão de terras devolutas e a elevação do custo da terra na região Sudeste do país, ocupada predominantemente por cafezais, consistiram as principais motivações para essa migração.

Com a abertura mais intensa das áreas de Cerrado, na segunda fase, a perspectiva para criação de bovinos aumentou, pois ocorreu a facilidade para plantio de pastos que passaram a ser utilizados também para fase de engorda bovina. Prática até então não caracterizadora da região Centro-Sul do país conforme indica Mesquita (1982).

Já na segunda fase, além do aumento ostensivo da população que setuplicou e a consolidação da atividade pecuária, ocorreu também inserção da prática agrícola baseadas nos moldes quimificados e tecnificados, bem como de todos os fluxos necessários para o escoamento dessa produção. Como exemplo pode-se citar, a implantação das indústrias, a construção de barragens, dentre outras atividades econômicas de maior potencial impactante (CHAVES, 2008).

Constitui característica pujante dessa fase, portanto, a intensificação da urbanização. De acordo com dados do IBGE, entre 1980 e 1991, a população rural decresceu 47%, enquanto a população urbana, no mesmo período, apresentou um incremento de 35% (OLIVEIRA, 2007). Essa intensificação da urbanização na região de Ipameri bem como em todo Centro-Sul do Estado de Goiás ocorreu, principalmente, em decorrência da expansão de culturas comerciais para o interior.

A intensificação da circulação tanto ferroviária quanto, mais recentemente, a rodoviária, o desenvolvimento das indústrias de oficina ou de fábrica em concomitância ao decréscimo das atividades artesanais e, sobretudo, as mudanças tecnológicas também afetaram o crescimento urbano.

A agricultura, antes destinada à subsistência, passa a atender, prioritariamente, as demandas externas e, de forma complementar as internas (SILVA, 2013) mediante a produção de grãos. Quanto à pecuária são incorporadas as atividades de criação de aves e suínos. E a industrialização surge como setor necessário para consolidação dessas atividades produtivas, estruturando, dessa maneira, o meio técnico-científico-informacional descrito por Santos (1996).

Meio caracterizado pela inserção de novos elementos espaciais como as indústrias que processam a matéria-prima, os estabelecimentos comerciais bem como as fábricas que oferecem os insumos para produção agrícola moderna. Os estabelecimentos de armazenamento e circulação dos grãos/carne, dentre outros, necessários para garantia do fluxo econômico.

O estabelecimento de uma cadeia produtiva no espaço, a exemplo da carne/grãos ou do setor sucroenergético, somente se torna possível a partir da combinação de diversos fatores e condições que vão sendo construídos em diferentes tempos, por diferentes atores, para mais tarde serem combinados no espaço, (re)ordenando e dando novo sentido ao seu uso. (SILVA, 2013, p. 121).

Dentre os fatores citados pelo autor destacam-se o uso dos recursos físicos, financeiros, técnicos e humanos, que em conjunto possibilitam a produção do meio técnico-científico-informacional. Os recursos físicos são definidos por Silva (2013) como os elementos naturais, o solo, o relevo e as condições climáticas, necessários para produção da matéria-prima. No caso de Ipameri (GO), principalmente para produção dos grãos de soja e milho.

Os recursos financeiros constituem os investimentos nas técnicas e insumos necessários para exploração dos recursos físicos. Os últimos recursos são conseguidos como

exposto anteriormente, mediante incentivos do Estado, com programas de incentivo fiscal, linhas de crédito em instituições financeiras, dentre outras ações como abertura de estradas e modernização urbana. Os recursos humanos por sua vez consistem a mão de obra ocupada (SILVA, 2013), que tem sido diminuída com o passar dos anos em favor da técnica.

Os recursos técnicos, por fim, representam máquinas, insumos e todo o aporte industrial necessário para produção, circulação, armazenamento e industrialização do produto (no caso os grãos). Desde o preparo do solo ao armazenamento são identificadas atividades interferidas pela técnica, como a utilização de maquinários, de sementes geneticamente modificadas e matrizes melhoradas, aplicação de agrotóxicos e de fertilizantes. Os componentes do pacote tecnológico da Revolução Verde (AGUIAR; MONTEIRO, 2005).

A organização e materialização desses recursos criam, portanto o desenvolvimento urbano industrial no Sudeste Goiano que transforma a paisagem do Cerrado e reduz a qualidade da água, dentre outros efeitos adversos ambientais e sociais. Tal transformação é explanada no relatório CNUMAD (1991) pela divisão do período a partir de 1950 em dois momentos.

Antes disso, porém, o desenvolvimento urbano industrial do Brasil se delineou no período do Estado Novo, a partir de 1930, quando ocorreu à crise cafeeira e aqueles que continuaram a frente do poder econômico de 1937 retomaram a adoção do modelo primário exportador (matéria-prima). Essa estratégia garantiu a base econômica de desenvolvimento brasileiro até 1980.

Após esse período destacam-se os aludidos dois momentos, ocorridos entre 1950 e 1969 e depois entre 1970 a 1981. O primeiro período marca a expansão da agricultura, a responsável por fornecer os recursos que possibilitou o financiamento do desenvolvimento urbano industrial, denominado por Porto-Gonçalves (2006) de Período do Estado Fordista Fossilista. O segundo período assume como principal característica a estratégia da modernização que visava aumentar a produtividade das regiões menos desenvolvidas, denominado por Porto-Gonçalves (2006) de Período da Globalização Neoliberal ou Período técnico-científico-informacional.

Marcam esses períodos os incentivos a produção e a aplicação da ciência na agricultura mediante, por exemplo, a consolidação de sistemas de pesquisa tal como a EMBRAPA. E as aludidas políticas públicas adotadas a partir da década de 1970 (POLOCENTRO, PRODECER, PRODOESTE, PERBEG) visando promover o desenvolvimento urbano industrial e agropecuário na região central do país.

O resultado de tais estratégias políticas, fundamentais para inserção da região definitivamente no capitalismo mundial, bem como, para consolidação dos efeitos deletérios advindos dessa podem ser observados na Tabela 2.1, na qual é demonstrado o aumento significativo de áreas utilizadas para lavoura de culturas temporárias no Estado de Goiás. Por outro lado, embora a produção agrícola tenha aumentado em termos de área cultivada observa-se que o número de pessoal ocupado nessa atividade diminuiu se comparado com os dados de 1970. Já quanto ao número de tratores, a quantidade utilizada octuplicou.

Tabela 2.1 – Delineamento do processo de modernização agrícola no Estado de Goiás

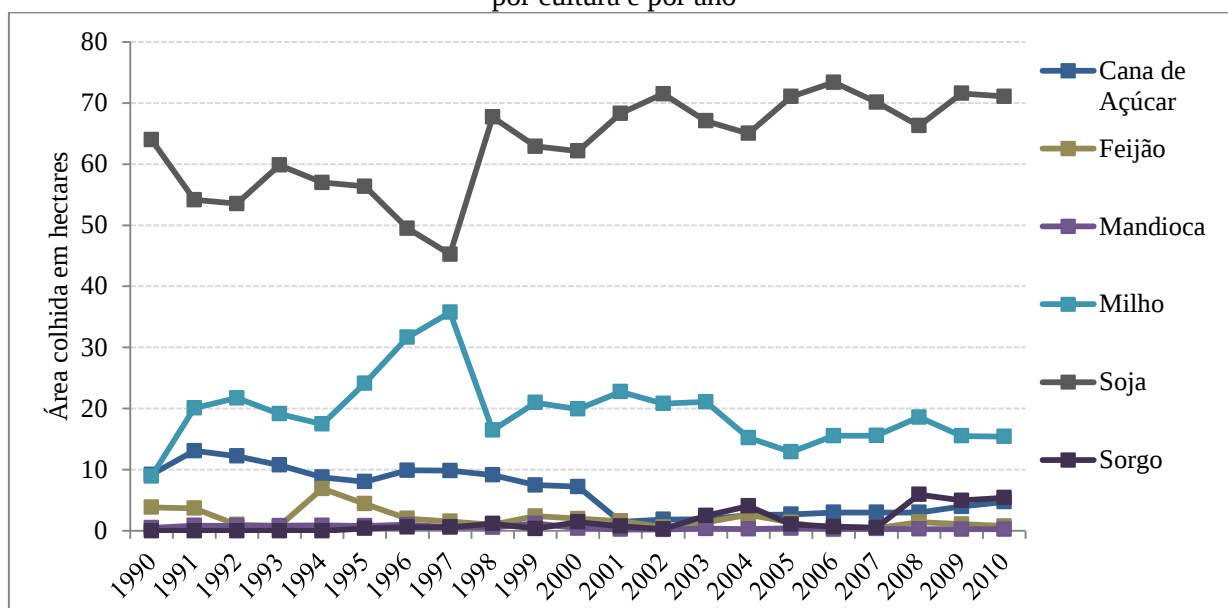
Dados	Censos					
	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Utilização da terra para lavoura (ha)	1 636 165	2 561 094	3 226 269	2 928 199	2 174 853	3 590 579
Utilização da terra para pastagem (ha)	23 785 182	29 164 163	31 422 129	20 894 584	19 404 696	15 524 699
Número de Tratores	5 692	13 634	27 600	33 548	43 313	42 688
Pessoal ocupado	547 647	688 033	780 749	616 336	471 657	402 441

Fonte: IBGE (2006)
Organização: VAZ, L. (2013)

A análise dos dados da Tabela 2.1 permite observar o delineamento do processo de modernização no Estado de Goiás, que produziu e produz uma crescente homogeneização da paisagem, claro, onde o relevo permite. O cultivo de lavouras caracterizadas por monocultivos guiados pela tecnificação dos meios de produção e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos é a principal cobertura vegetal que promove a homogeneização da paisagem.

Dentre as culturas cultivadas vale apresentar a expressividade do plantio de soja no município de Ipameri (GO), cultura essa que abastece, essencialmente, o mercado internacional (Figura 2.2). Nota-se que dentre as culturas anteriormente plantadas como: arroz, milho, algodão, fumo, mandioca, feijão e cana; permanece de forma marcante apenas o milho, que por sua vez está destinado agora para o mercado externo. A soja é a cultura mais representativa das paisagens rurais do município de Ipameri, tornando evidente a inserção da modernização no território.

Figura 2.2 – Produção agrícola no município de Ipameri (GO) referente a área colhida em hectares por cultura e por ano



Fonte: IBGE/PAM (2010)
Organização: VAZ, L. (2013)

No que diz respeito aos impactos ambientais, as consequências para as áreas próximas aos corpos hídricos, como acentua Valente; Gomes (2005) foram alterosas para qualidade da água, uma vez que o desmatamento das Matas Ciliares, que são Áreas de Preservação Permanente (APP) (BRASIL, 2012), ocorreu em larga escala, principalmente no Sul Goiano (BONNET, 2007).

A bacia do ribeirão Vai-Vem, como componente da região central do país não ficou de fora do impulso dessas transformações e, nos tempos hodiernos, grande parte das suas nascentes não possui cobertura vegetal que caracteriza uma Mata Ciliar. Isso para não falar no seu trecho antes de adentrar a cidade, onde a cobertura vegetal nativa é escassa sendo tomada pelas monoculturas ou pastagens.

Como principal consequência do desmate tem-se a suposta contaminação e poluição da água provocada pelas atividades agrícolas praticadas nos moldes quimificados e tecnificados. Contribuindo com a degradação a atividade pecuarista não fica atrás em termos de depleção ambiental. Uma quantidade significativa de nascentes do ribeirão Vai-Vem, contabilizando 35% delas está pisoteada pelo gado e em preocupante estado de conservação (VAZ, 2009).

É oportuno lembrar que as nascentes APPs, definidas como áreas que abarcam qualquer “[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;” (BRASIL, 2012).

O novo Código Florestal considera APP as faixas marginais de qualquer curso d'água natural; as áreas no entorno de lagos e lagoas naturais; as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais; as áreas no entorno de nascentes perenes; as encostas com declividade superior a 45°; as restingas; os manguezais; as bordas de tabuleiros e chapadas; o topo de morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°; as áreas em altitude superior a 1.800 metros; e as veredas.

Convém destacar que o antigo Código Florestal não especificava quais nascentes deveriam ter seu entorno preservado. Agora, com a Lei 12.651 de 2012 é especificado como APP somente a área ao redor de nascentes **perenes**, o que significa que as intermitentes ficam sujeitas não somente ao desmate do seu arredor, mas também a poluição e contaminação de suas águas, já que a sua não referência na lei deixa uma brecha para tal ação. Como consequência, poder-se-á ter a elevação do risco de contaminação e poluição das águas subterrâneas.

A título de exemplo do quão essa contaminação pode ser intensificada cita-se a bacia do ribeirão Vai-Vem, na qual se identificam na época chuvosa cerca de 40 nascentes intermitentes (VAZ, 2009), muitas localizadas no centro de lavouras de cultivo de soja e milho. Quando ocorre a pulverização de agrotóxicos, tais produtos inevitavelmente caem diretamente na água dessas nascentes, contaminando a água superficial e subterrânea. Além do mais a água dessas nascentes contribuem para o aumento da lixiviação e erosão na lavoura, no momento da chuva, já que ocorre o escoamento superficial.

Vale acentuar, contudo, que mesmo as faixas marginais dos cursos d'água natural e as áreas ao redor das nascentes perenes, que são definidas pelo Código Florestal como APP não são preservadas. Bonnet (2007) sobre a preservação das Matas Ciliares no Estado de Goiás revelou no seu estudo que 61 das 89 bacias hidrográficas pesquisadas em Goiás e no Distrito Federal não atingem a área de cobertura vegetal equivalente mínima requerida pela norma jurídica vigente (Código Florestal).

E essas bacias que não possuem a Mata Ciliar com densidade aceitável estão concentradas no centro-sul do Estado. No norte do Estado ainda ocorre bacias hidrográficas com cobertura vegetal nativa nas Matas Ciliares em densidade adequada, o que segundo a referida autora está associado ao baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região.

Se o levantamento fosse realizado estritamente no Sul e Sudeste de Goiás, a porcentagem de bacias hidrográficas sem Mata Ciliar superaria a metade de bacias existentes. É importante frisar, contudo, que a tão somente preservação das Matas Ciliares não garante

preservação da qualidade da água e a realização de outros serviços ecossistêmicos relevantes. É necessário que toda bacia mereça atenção.

Porém no desenvolvimento agropecuário e crescimento dos megamonocultivos a preservação ou conservação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas não constituem objetivos que se pretendem cumprir. Pelo contrário, o intuito principal é o da acumulação de capital que, por conseguinte promove o desenvolvimento desigual e a homogeneização da cultura do consumo instigando assim a dilapidação cada vez mais pujante do ambiente.

3 QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIBEIRÃO VAI-VEM: USO DE AGROTÓXICOS

“Passamos do modo de produção para o modo de destruição.”
Moacir Gadotti – Pedagogia da Terra (2000)

3.1 Qualidade da Água: classificação quanto ao uso e parâmetros de qualidade

A escassez relativa de água com qualidade já se faz uma realidade no mundo inteiro. A causa desse panorama provém do sistema capitalista de produção, materializado, hodiernamente, na área rural pela modernização agrícola que mediante o discurso do progresso alastra-se e potencializa a acumulação de terra que por sua vez contribui enormemente para ascensão dos impactos negativos nas bacias hidrográficas.

As bacias hidrográficas, áreas definidas por divisores de águas que escoam na superfície do solo e atinge um canal, são severamente afetadas. As bacias e, portanto, todo o globo terrestre, afinal qualquer ponto da superfície terrestre está sempre fazendo parte de uma determinada bacia hidrográfica (VALENTE; GOMES, 2005). A bacia é uma unidade natural e seus limites são fixados por fenômenos também naturais.

Os fatores que mais contribuem para alteração da qualidade das águas nas bacias hidrográficas, segundo Xavier; Teixeira (2007) são: a declividade, o tipo de solo e, principalmente o uso da terra nas áreas de recarga. Os usos domésticos, industriais, agrícolas e por mineradoras representam as formas mais comuns de utilização da água. E no desenvolvimento dessas atividades o desmatamento é adotado como técnica inevitável.

A consequência da retirada da cobertura vegetal é o desencadeamento de processos erosivos no solo, empobrecimento das pastagens nativas e redução das reservas de água subterrânea, provocando queda na diminuição da produtividade natural e poluição da água e do solo.

O deflúvio superficial agrícola (volume de água que escoam na superfície do solo devido à ocorrência de chuva) constituído, principalmente, por produtos químicos como agrotóxicos, fertilizantes, sedimentos e dejetos animais (CREPALLI, 2007, p. 08) é um dos fatores que contribui fortemente para essa perda da produtividade e poluição e contaminação do solo e água.

O Art. 109 do capítulo VI do Decreto nº 24.643 que institui o Código das Águas, prescreve, contudo, que: “A ninguém é lícito conspurcar ou contaminar as águas que não consome, com prejuízos de terceiros”. Porém garantir esse direito constitucional nos tempos

hodiernos é um desafio constante, haja vista as contradições da lógica que guiam o sistema econômico vigente, elencadas e debatidas em tópico anterior.

A solução empregada, nesse caso, é a atenuação dos efeitos adversos sobre a água. Nesse contexto surge a classificação dos corpos hídricos com o objetivo de monitorar a qualidade água. A primeira classificação dos corpos de água surgiu em 1976, instituída pela portaria MINTER (Portaria Ministerial), GM 0013. Essa Portaria estabelecia padrões de qualidade de emissão e dividia a água em quatro classes. Dez anos depois, em 1986, tal Portaria foi substituída pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 20. Nesta resolução as águas foram definidas em nove classes.

Na Resolução CONAMA de 1986, vale ressaltar, que foram reformuladas as diretrizes que tratavam sobre a disposição do enquadramento da água em classes e o estabelecimento de padrões de lançamento de efluentes. O resultado da mudança foi a promulgação de novas Resoluções, a saber a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 e a CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Essas tratam, respectivamente, da definição dos critérios de balneabilidade em águas brasileiras; e da classificação dos corpos de água e das diretrizes ambientais para seu enquadramento.

A publicação das aludidas Resoluções do CONAMA com as transformações citadas decorre, é importante explicar, da promulgação da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 1997. A partir da PNRH é instituído um novo enquadramento das águas, que passam a ser divididas em classes determinadas conforme usos preponderantes.

O enquadramento da água em classes segundo as normas jurídicas supracitadas, especificamente, a mais recente (Portaria nº 2.914 de 2011) exige primeiramente um estudo sobre os usos predominantes do solo ao redor de determinado corpo hídrico. Esse estudo de acordo com Sabbag (2003) é acompanhado pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, os quais determinam a classe que representa o corpo d'água em correspondência aos usos identificados no aludido estudo. Quando não há Comitê de uma determinada bacia hidrográfica então se usa enquadrar o corpo hídrico na classe II (BRASIL, 2005).

Domingues (2003) afirma que o enquadramento dos corpos d'água em classe, segundo seu uso preponderante visa assegurar a qualidade compatível da água, mediante ações preventivas permanentes, com os usos mais exigentes a que forem destinadas. Essa qualidade compatível que o autor se refere é definida por Valente; Gomes (2005), como o atendimento aos padrões de um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos que descrevem a natureza da água.

Para Crepalli (2007) a qualidade da água não está relacionada ao estado de pureza específico e sim as características físicas, químicas e biológicas que possui, e dessa forma, a água pode assumir de acordo com essas características diversos níveis de qualidade. Já Araújo; Santaella (2001) consideram qualidade da água como um termo empregado para expressar a adequabilidade desta para os mais variados fins; sendo eles: o abastecimento doméstico, uso industrial, uso agrícola, para dessedentação de animais, para recreação, navegação, piscicultura, dentre outros.

Os aludidos autores citam que a qualidade da água pode ser afetada basicamente por fatores climáticos (insolação, vento, precipitações pluviométricas e temperatura), fatores de origem do manancial, como, por exemplo, o estado que se encontra o solo, a integridade da vegetação, as espécies de seres vivos presentes, a dinâmica das comunidades, dentre outros; e, sobretudo, por fatores antrópicos representados pelos usos e ocupações empregados no solo e na água.

Mota; Aquino (2003), afirmam que a qualidade das águas dos corpos hídricos que compõem uma bacia hidrográfica depende das atividades desenvolvidas nessa. O que significa que o controle da qualidade da água está intimamente ligado ao controle dos usos múltiplos empregados na área drenada pela bacia.

Os primeiros estudos relacionados com a qualidade da água que abarcam monitoramento das atividades que geravam impacto negativo sobre esse elemento datam de 1840, na Inglaterra (CREPALLI, 2007, p. 13). Percebe-se que historicamente a água sempre gerou preocupação, contudo, a quantidade era o principal motivo das inquietações.

O processo de reconhecimento da importância da qualidade da água foi bem lento e gradativo (ARAÚJO; SANTAELLA, 2001, p. 159). Não obstante, a escassez qualitativa engendrar problemas muito mais sérios à saúde pública, à economia e ao ambiente do que a própria escassez quantitativa (REBOUÇAS, 2006, p. 25).

E por tal motivo, atualmente, a água tem sua qualidade monitorada a partir dos usos a que se destina. A Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005, conforme anteriormente citada é a norma jurídica que estabelece as classes de uso da água, as quais estão indicadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Enquadramento dos corpos hídricos de água doce em classe conforme o uso

Classificação	Destinação	Tratamento Indicado
Especial	a) Abastecimento para consumo humano; b) Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) Preservação dos ambientes aquáticos UCPI*;	a) Desinfecção
I	a) Abastecimento para consumo humano; b) Proteção das comunidades aquáticas; c) Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;	a) Tratamento Simplificado;
II	a) Abastecimento para consumo humano; b) Proteção das comunidades aquáticas; c) Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com as quais o público possa vir a ter contato direto; e) Aquicultura e Atividade de Pesca;	a) Tratamento Convencional;
III	a) Abastecimento para consumo humano; b) Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) Pesca amadora; d) Recreação de contato secundário; e) Dessedentação de animais;	a) Tratamento Convencional ou Avançado;
IV	a) Navegação; b) Harmonia paisagística.	Não é recomendado para consumo humano.

*Unidades de Conservação de Proteção Integral

Fonte: BRASIL (2005)
Organização: VAZ, L. (2013)

A partir do estabelecimento das referidas classes e de parâmetros para avaliar a qualidade pretendida para cada uma, padrões correspondentes são indicados. Os padrões são valores que representam uma quantidade aceitável de carga de poluição.

A Portaria nº 2.914 de 2011 define dois tipos de padrões, o padrão de potabilidade e o padrão organoléptico. O primeiro é definido pela Portaria como o “conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano”. E o segundo como o “conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;” (BRASIL, 2011). Os primeiros são os de maior importância para o monitoramento da qualidade da água, uma vez que os parâmetros organolépticos nem sempre são indicativos seguros da qualidade desse elemento.

3.1.1 Parâmetros para avaliação da qualidade da água

Os parâmetros de qualidade da água são definidos como “substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;” (BRASIL, 2005). A água é considerada potável para legislação nacional se os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos (Tabela 3.2) atenderem aos padrões de potabilidade e padrões organolépticos.

Tabela 3.2 – Parâmetros de qualidade da água controlados pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005

Parâmetros físicos	Parâmetros microbiológicos	Parâmetros Químicos	Parâmetros Químicos Inorgânicos	Parâmetros Químicos Orgânicos
Turbidez	Coliformes termotolerantes	pH	Alumínio dissolvido	Acrilamida
Cor	<i>Escherichia coli</i>	Clorofila <i>a</i>	Antimônio	Alacloro
Materiais flutuantes	Coliformes totais		Arsênio total	Aldrin
Óleos e graxas	DBO		Bário total	Dieldrin
Odor	OD		Berílio total	Atrazina
Resíduos Sólidos objetáveis	Densidade de cianobacterias		Boro total	Benzeno
Corantes			Cádmio total	Benzidina
Sólidos dissolvidos totais			Chumbo total	Benzo(a)antraceno
			Cianeto livre	Benzo(a)pireno
			Cloreto total	Benzo(b)fluoranteno
			Cloro residual total	Benzo(k)fluoranteno
			Cobalto total	Carbaril
			Cobre dissolvido	Clordano (cis + trans)
			Cromo total	2-Clorofenol
			Ferro dissolvido	Criseno
			Fluoreto total	2,4-D
			Fósforo total (ambiente lântico)	Demeton (Demeton-O + Demeton-S)
			Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	Dibenzo(a,h)antraceno
			Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários).	1,2-Dicloroetano
			Lítio total	1,1-Dicloroetano
			Manganês total	2,4-Diclorofenol
			Mercúrio total	Diclorometano
			Níquel total	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)
			Nitrato	Dodecacloro pentaciclodecano
			Nitrito	Endossulfam (α + β + sulfato)
			Nitrogênio amoniacal total	Endrin
			Prata total	Estireno
			Selênio total	Etilbenzeno
			Sulfato total	Fenóis totais

				(substancias que reagem com 4-aminoantipirina)
			Sulfeto	Glifosato
			Urânio total	Gution
			Vanádio total	Heptacloro epoxido + Heptacloro
			Zinco total	Hexaclorobenzeno
				Indeno
				Lindano
				Malation
				Metolacloro Metoxicloro
				Paration
				PCBs - Bifenilas policloradas
				Pentaclorofenol
				Simazina
				Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno
				2,4,5-T
				Tetracloroeto de carbono
				Tetracloroeteno
				Tolueno
				Toxafeno
				2,4,5-TP
				Tributilestanho
				Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)
				Tricloroeteno
				2,4,6-Triclorofenol
				Trifluralina
				Xileno

Fonte: BRASIL (2005)
Organização: VAZ, L. (2013)

A Portaria nº 2.914 de 2011 e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 controlam juntas atualmente 37 parâmetros de ingredientes ativos de agrotóxicos (Tabela 3.3), representando 8,3% do total de ingredientes ativos registrados na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O que significa que dos 447 ingredientes ativos de agrotóxicos registrados pela ANVISA apenas 8,3% são monitorados nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), conforme determinam as legislações supracitadas.

Tabela 3.3 – Ingredientes ativos de agrotóxicos controlados pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005 e pela Portaria n° 2.914 de 2011 (em destaque os agrotóxicos utilizados atualmente)

Agrotóxicos	Classe de Uso	Permissão do Uso	(VMP) $\mu\text{g/L}$ Classe Especial	(VMP) $\mu\text{g/L}$ Classe I	(VMP) $\mu\text{g/L}$ Classe II	(VMP) $\mu\text{g/L}$ Classe III	(VMP) $\mu\text{g/L}$ Classe IV
Alacloro	Herbicida	Proibido	A ¹	20	20	20	NR ²
Aldicarbe	Inseticida	Em uso	A	10	10	10	NR
Aldrim	Inseticida	Proibido	A	0,005	0,005	0,03	NR
Dieldrin	Inseticida	Proibido	A	0,005	0,005	0,005	NR
Atrazina	Herbicida	Em uso	A	2	2	2	NR
Carbaril	Inseticida	Em uso	A	0,02	0,02	70	NR
Carbendazim	Fungicida	Em uso	A	120	120	120	NR
Carbofurano	Inseticida	Em uso	A	7	7	7	NR
Clordano	Inseticida	Proibido	A	0,04	0,04	0,3	NR
Clorpirifós	Inseticida	Em uso	A	30	30	30	NR
2,4-D	Herbicida	Em uso	A	4	4	30	NR
2,4,5-T	Herbicida	Proibido	A	2	2	2	NR
DDT	Inseticida	Proibido	A	0,002	0,002	1	NR
1,2 - Dicloroetano	Inseticida	Proibido	A	1	1	1	NR
Diurum	Herbicida	Em uso	A				
Endossulfam (α + β + sulfato)	Inseticida	Proibido	A	0,056	0,056	0,22	NR
Endrin	Inseticida	Proibido	A	0,004	0,004	0,2	NR
Glifosato	Herbicida	Em uso	A	65	65	280	NR
Heptacloro epoxido + Heptacloro	Inseticida e Fungicida	Proibido	A	0,000039	0,000039	0,03	NR
Hexaclorobenzeno	Fungicida	Proibido	A	0,00029	0,0065	0,0065	NR
Lindano	Inseticida	Proibido	A	0,02	0,02	2	NR
Malation	Inseticida	Proibido	A	0,1	0,1	100	NR
Metolacloro	Herbicida	Em uso	A	10	10	10	NR
Metoxicloro	Inseticida	Proibido	A	0,03	0,03	20	NR
Mancozebe	Fungicida	Em uso	A	180	180	180	NR
Molinato	Herbicida	Em uso	A	6	6	6	NR
Paration	Inseticida	Proibido	A	0,04	0,04	35	NR
Parationa metílica	Inseticida	Em uso	A	9	9	9	NR
Pendimentalina	Herbicida	Proibido	A	20	20	20	NR
Pentaclorofenol	Fungicida	Proibido	A	0,009	0,009	9	NR
Permetrina	Inseticida	Em uso	A	20	20	20	NR
Profenofós	Inseticida	Em uso	A	60	60	60	NR
Simazina	Herbicida	Em uso	A	2	2	2	NR
Tebuconazol	Fungicida	Em uso	A	180	180	180	NR
Terbufós	Inseticida	Em uso	A	1,2	1,2	1,2	NR
Toxafeno	Inseticida	Proibido	A	0,00028	0,00028	0,21	NR
Trifluralina	Herbicida	Em uso	A	0,2	0,2	0,2	NR

¹Ausente; ² Não Recomendável

Fonte: Brasil (2005); Brasil (2011)

Organização: VAZ, L. (2013)

A quantidade de agrotóxicos monitorada, portanto, representa um número desprezível e inaceitável perante a quantidade total utilizada. Convém destacar que dos 37 agrotóxicos monitorados apresentados na Tabela 3.3, mais da metade, totalizando dezenove ingredientes ativos já estão proibidos de comercialização e uso no Brasil. O que significa que a porcentagem real analisada de agrotóxicos em uso é de 4%.

O que se pretende destacar não é o fato que os agrotóxicos proibidos não devam ser controlados, uma vez que a toxicidade e a persistência desses no ambiente justificam sua manutenção no atual padrão de potabilidade estabelecido pela legislação nacional. Mas, sobretudo, que um número maior de agrotóxicos em uso deveria ser objeto de monitoramento.

E não obstante, o número de parâmetros obrigatórios de agrotóxicos estarem aumentando nas sucessivas revisões da legislação brasileira, bem como os padrões correspondentes estarem diminuindo e tornando-se mais rigorosos, conforme demonstra o estudo desenvolvido por Pinto (2006) sobre “Análise Comparativa de Legislações relativas à Qualidade da Água para Consumo Humano”; a quantidade monitorada de parâmetros de substâncias químicas orgânicas é sem dúvida deficiente.

A existência desse panorama deficiente de controle de parâmetros de agrotóxicos decorre, precipuamente, da quantidade exorbitante e do lançamento contínuo de produtos comerciais. A cada ano, um novo número de ingrediente ativo é processado e lançado no mercado, tornando difícil e frustrante legislar sobre o tema. A velocidade estonteante em que esses produtos são lançados no mercado explica o atraso da legislação nacional e mesmo internacional.

O número de parâmetros de agrotóxicos controlados pela legislação do Brasil é igual ao número de parâmetros controlado nos Estados Unidos da América (EUA) (PINTO, 2006), demonstrando que as legislações dos países que mais consomem agrotóxicos estão no mesmo nível de monitoramento da qualidade da água no tocante a parâmetros. Os padrões, contudo, mudam um pouco, indicando um avanço dos EUA em comparação ao Brasil.

Na Tabela 3.3 é demonstrado que para as águas de classe especial todas as substâncias químicas orgânicas indicadas como parâmetros devem estar supostamente ausentes, já que não é estabelecido padrões para essa classe de uso. Para os corpos hídricos enquadrados na classe IV também não é aplicado nenhum padrão. E para os corpos hídricos enquadrados na Classe I os padrões correspondentes são repetidos para os de Classe II (BRASIL, 2005).

A Portaria nº 2.914 de 2011, por sua vez, não indica padrões conforme a classe de uso, mas estabelece um valor limite de concentração de agrotóxicos presentes na água, o denominado Valor Máximo Permitido (VMP). Os VMPs variam de país para país, conforme demonstrado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Comparativo entre a legislação nacional e as legislações internacionais que estabelecem os padrões para agrotóxicos

Agrotóxicos	VMP (µg/L) Brasil	VMP (µg/L) OMS	VMP (µg/L) EUA	VMP (µg/L) Canadá	VMP (µg/L) Comunidade Europeia
Alacloro	20	-	2	2	0,1
Aldrim	0,03	0,03	0,017	0,017	0,1
Dieldrin	0,005	0,03	0,017	0,017	0,1
Atrazina	2	-	5	5	0,1
Carbaril	70	-	0,1	0,1	0,1
Clordano	0,3	0,3	2	0,003	0,1
2,4-D	30	100	70	70	0,1
2,4,5-T	2	-	0,1	0,1	0,1
DDT	1	1	0,042	0,042	0,1
1,2 - Dicloroetano	1	10	0,1	0,1	0,1
Diurum	90	-	0,1	0,1	0,1
Endossulfam (α + β + sulfato)	0,22	-	0,056	0,056	0,1
Endrin	0,6	0,03	0,017	0,001	0,1
Glifosato	500	-	700	0,1	0,1
Heptacloro epoxido + Heptacloro	0,03	0,1	0,04 e 0,02	0,018	0,1
Hexaclorobenzeno	0,0065	0,01	1	0,1	0,1
Lindano	2	3	0,2	0,056	0,1
Malation	100	-	0,1	0,1	0,1
Metolacloro	10	-	0,1	0,1	0,1
Metoxicloro	20	30	40	0,035	0,1
Molinato	6	-	0,1	0,1	0,1
Parationa metílica	35	-	0,1	0,1	0,1
Pendimentalina	20	-	0,1	0,1	0,1
Pentaclorofenol	9	-	1	0,1	0,1
Simazina	2	-	4	0,1	0,1
Toxafeno	0,21	-	0,005	0,005	0,1
Trifluralina	0,2	-	0,1	0,1	0,1

Fonte: Brasil (2005), Brasil (2011), Mendes; Oliveira (2004), Libânio (2010).
Organização: VAZ, L. (2013)

A Comunidade Europeia mediante a Diretiva 98/68/CE de 1998 estabelece como valor máximo admissível para cada agrotóxico aplicado o teor individualmente de 0,1 µg/L. E indica que o total de agrotóxicos não poderá ultrapassar o valor de 0,5 µg/L (Tabela 3.4). Por estabelecer um padrão único para todo o rol de agrotóxicos, a legislação da Comunidade Europeia é a mais restritiva dentre as demais demonstradas na Tabela 3.4. Na segunda posição de maior rigidez está a legislação estabelecida pela *Environmental Protection Agency* (EPA) nos EUA. Logo em seguida está a legislação do Canadá, em quarta posição a do Brasil e, por último os valores estabelecidos pela OMS.

Libânio (2010) explana que os agrotóxicos ausentes no padrão de potabilidade da Organização Mundial da Saúde (OMS) assim estão porque essa Organização embasa-se no fato dos efeitos tóxicos na saúde humana não serem observados para as concentrações comumente verificadas nas águas naturais para esse rol de agrotóxicos não citados.

A comparação entre os VMPs estabelecidos pelos países elencados na Tabela 3.4, para os agrotóxicos monitorados, remete ao estágio de desenvolvimento industrial de cada um desses países. Os padrões mais rígidos da Comunidade Europeia, dos EUA e do Canadá em relação ao Brasil provavelmente demonstra a maior susceptibilidade das águas desses países serem contaminadas por esse tipo de composto químico (MENDES; OLIVEIRA, 2004). Afinal, grande parte da produção industrial de agrotóxicos está concentrada neles. Todavia, é oportuno lembrar também que em termos de quantidade consumida na atividade agrícola, o Brasil já supera esses países e todos os demais.

O Brasil, desde 2008, é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. “Enquanto, nos últimos dez anos, o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%.” (ANVISA, 2012), representando um movimento anual de cerca de US\$ 7,3 bilhões (valor movimentado em 2010) e 936 mil toneladas de produtos. O que significa que os padrões de parâmetros de agrotóxicos definidos pela legislação brasileira deveriam ser senão mais rígidos então, iguais aos parâmetros de legislações internacionais como as da Comunidade Europeia ou dos EUA, que são reconhecidas pelo rigor dos seus padrões de parâmetros de ingrediente ativo de agrotóxicos.

Por outro lado, é importante avaliar que o estabelecimento de padrões, que representam um valor de carga de poluição admissível, parte de um pressuposto que haverá um controle para que aquela quantidade de carga de poluição admissível não seja ultrapassada (SILVA; FAY, 2004). A garantia, no entanto, que uma carga de poluição difusa, por exemplo, como é a composta pelo deflúvio superficial agrícola não ultrapasse o valor dos padrões estabelecidos pela legislação é tecnicamente impossível e, por assim ser, carrega um risco ambiental e sanitário alto.

Assim, além dos parâmetros estarem muito aquém do aceitável em termos de monitoramento ambiental e vigilância sanitária, o estabelecimento de padrões para essas substâncias é um tanto ambíguo e ineficiente. Na opinião de Silva; Fay (2004) o contínuo aumento da poluição hídrica prova que essa abordagem de gerenciamento da água a partir do estabelecimento de padrões de qualidade pelos governos não é a mais adequada, pois não garante o controle da poluição difusa.

Os referidos autores destacam que alguns países, como a Suécia, a Grã-Bretanha e a União Europeia, já reconhecem a limitação da abordagem do estabelecimento de padrões de qualidade e introduzem para atenuar a situação Programas de Controle Integrado de Poluição. No entanto, “[...] mesmo essas políticas desconsideram que a maior parte da poluição não pode ser controlada.” (SILVA; FAY, 2004, 59).

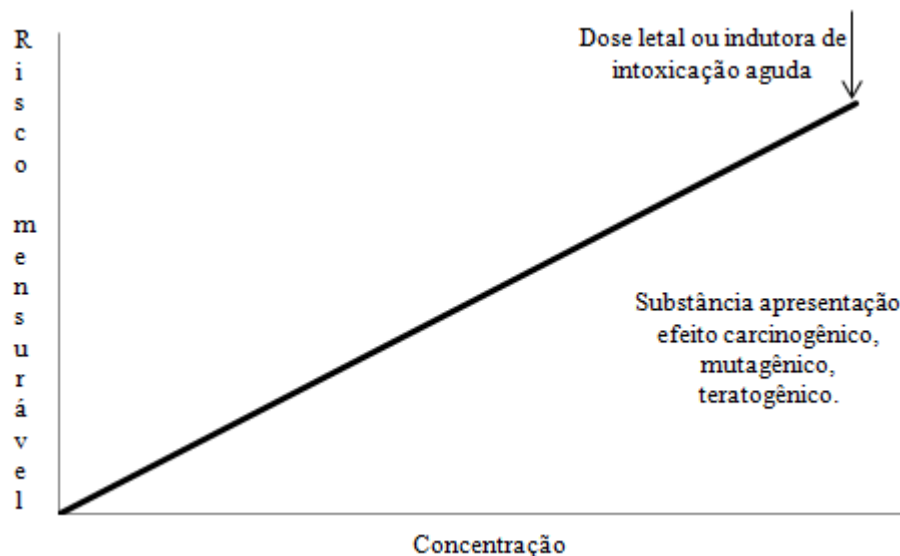
Nas indústrias, equipamentos no final do processo como filtros podem ser instalados para garantir o atendimento de certos padrões estabelecidos. Mas como conter e controlar a carga de agrotóxicos lançada no solo e inevitavelmente na água e no ar a fim de atender os padrões estabelecidos pela legislação? As ETAs procuram garantir o atendimento desses padrões quando o corpo hídrico é um manancial e a água é destinada para consumo humano, entretanto, antes da água ser captada não há controle da poluição de modo a garantir a proteção ambiental. O resultado é que a higidez ambiental não é um objetivo efetivamente abarcado nesse processo.

E isso ocorre quando o corpo hídrico é um manancial, quando não é, não ocorre nenhuma ação direta de proteção da água e das comunidades aquáticas contra o efeito de poluentes como os agrotóxicos. As políticas desconsideram que não há técnicas de controle de poluição difusa e que, portanto, outra abordagem de gerenciamento ambiental deve ser adotada nesses casos.

A ação mais óbvia nos casos de poluição difusa é a condução de programas preventivos de controle de poluição a montante do corpo hídrico. Nem sempre, contudo, programas desse tipo são realizados ou quando existem, são efetivos. E mesmo esses programas não podem conter determinados riscos, como por exemplo, aqueles proporcionados por compostos químicos que representam risco à saúde e ao ambiente em qualquer nível que esteja presente.

Os agrotóxicos do grupo químico dos organoclorados, a título de exemplo, são tóxicos, independente da quantidade em que estejam presentes, uma vez que se acumulam nos tecidos dos organismos vivos e cada vez que ocorre a exposição, ocorre bioacumulação. O que significa que a concentração de agrotóxicos no ser vivo pode atingir valores mais altos que a concentração na própria fonte poluída (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Efeito metabólico na saúde provocado pela presença de agrotóxicos (carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos) na água



Fonte: Mendes; Oliveira (2004, p. 73)

A relação de contaminação do organismo exposto é tendencialmente linear, até se atingir uma dose letal. E com base em extrapolações complexas é possível acompanhar o aumento do risco a que determinado organismo fica sujeito, à medida que a concentração aumenta. De forma que a análise do gráfico da Figura 3.1 permite inferir que para determinados agrotóxicos não existe padrão inofensivo.

Estabelecer restrições às emissões de alguns tipos de organoclorados, em níveis “aceitáveis”, seria uma medida inócua, que não contribuiria, em nada, para eliminar os organoclorados que já estão circulando. Além disso, as restrições só poderiam ser aplicadas aos 11 mil organoclorados registrados como produtos comerciais. Eles representam, porém, uma pequena fração do número total de organoclorados criados acidentalmente, como subprodutos das atividades industriais e que nem sequer foram identificados. A única forma de obter uma proteção efetiva é através de uma medida preventiva global: um acordo internacional, com força de lei, para banir a produção dos organoclorados. (SILVA; FAY, 2004, p. 60).

Ações em nível internacional no tocante a medidas preventivas já começaram, como a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente realizada em Estocolmo, na Suécia, em 1972. A Convenção sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) origina dessa Conferência, e resultou na proibição de 12 POPs, dentre eles oito agrotóxicos do grupo dos organoclorados: DDT, aldrin, dieldrin, endrin, heptacloro, hexaclorobenzeno, clordano e toxafeno.

Em 1995 foi realizada a Conferência Intergovernamental sobre Proteção do Meio Marinho contra Fontes de Poluição Terrestres na qual foi proposta a elaboração de um plano para eliminar poluentes orgânicos persistentes no oceano. Alves Filho (2000) cita também a elaboração de programas nacionais com objetivos de redução do uso de agrotóxicos, como

aqueles adotados pela Suécia, Dinamarca, Holanda, Finlândia, Noruega e as províncias canadenses de Quebec e Ontário.

Ações estão sendo tomadas, mas numa velocidade incapaz de garantir uma prevenção ambiental dos riscos associados ao uso de POPs, a exemplo dos agrotóxicos organoclorados. Para Mendes; Oliveira (2004) o problema não pode ser resolvido do ponto de vista técnico de modo a atender o rigor desejável. E nem é possível uma solução no momento atual, já que “[...] os interesses em jogo não atendem aos riscos dos consumidores (atuais e futuros), mas aos lucros dos produtores, nacionais e internacionais.” (MENDES; OLIVEIRA, 2004, p. 64).

3.2 Agrotóxicos como parâmetro de qualidade

A terminologia utilizada para definir os produtos químicos que são empregados na agricultura ou para uso domissanitário a fim de controlar pragas que atacam a produção agrícola ou pragas responsáveis por transmitir doenças nos seres humanos é assaz diversa. Palavras como agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas e agroquímicos são as principais definições utilizadas para tais produtos. Na língua inglesa é comum o uso do nome “*pesticide*” e, em decorrência dessa utilização o vocabulário correspondente na língua portuguesa, *pesticida*, também é adotado com frequência no Brasil.

Porém, para algumas áreas da ciência e no mercado (fabricantes e fornecedores) esse último termo, bem como, outros como agrotóxicos são considerados inadequados visto que sugerem ao produto tão somente sua característica tóxica não destacando sua finalidade principal de defesa da produção agrícola contra pragas e pestes. Em substituição é preferida as palavras defensivos agrícolas ou agroquímicos.

Os últimos nomes amenizam a agressividade que os termos agrotóxicos e pesticidas carregam no tocante à opinião pública. A legislação brasileira, até a Constituição de 1988 também tratava como defensivos agrícolas, esse grupo de produtos químicos destinados ao controle de pragas no setor agropecuário (ALMEIDA, 2008).

Estudos como aqueles realizado por Carson (1962) e mais recentemente por Colborn et al. (2002) demonstrando que o uso de agrotóxicos mesmo em quantidades consideradas não tóxicas são capazes de afetar a saúde humana reforçaram, contudo, a necessidade de mudança do termo adotado para designar tais produtos químicos. Afinal os agrotóxicos podem, dentre outros problemas, alterar o funcionamento da tireoide na mãe e no feto e, dessa forma, comprometer o desenvolvimento neurológico, podendo levar a criança nos melhores casos, a ter dificuldade de aprendizado, problemas de atenção e hiperatividade (COLBORN, et al.,

2002). Outras doenças como câncer, problemas no sistema cardiovascular, nervoso e digestivo, também estão supostamente relacionadas com o uso de agrotóxicos.

Sob essa conjuntura, a terminologia “agrotóxico” torna-se pertinente, pois esses produtos apesar de visarem o controle de pragas na agricultura interferem de maneira adversa não apenas no organismo alvo (praga) como em vários outros insetos, peixes, aves e mamíferos tanto de pequeno como de grande porte. De forma que a referência à toxicidade do produto se torna indiscutivelmente necessária.

Ademais, a interferência adversa na saúde humana advinda do contato direto ou ingestão através da água e alimentos de ingredientes ativos que compõe os agrotóxicos acontece mesmo com exposição a ínfimas quantidades. Sob esse prisma, o termo adotado nesse trabalho para referir “[...] aos compostos que sejam manufaturados para utilização na agricultura visando prevenção ou redução do efeito adverso de pragas [...]” (SILVA; FAY, p. 17, 2004) é agrotóxicos.

Oportuno é destacar que a Lei Federal 7.802 de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos também passou a adotar o termo agrotóxico. Na referida Lei é adotado o termo agrotóxico para designar os aludidos compostos, que são definidos como:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; (BRASIL, 1989).

Definições a parte, os agrotóxicos são, há muito tempo, utilizados. Registros revelam que na Grécia Antiga, em 1.000 anos antes de Cristo, Homero escreveu sobre o controle de pragas agrícolas através do uso do enxofre (SABIN, 2007). E pouco depois disso, a cerca de 2.000 anos atrás, Chineses utilizavam compostos orgânicos naturais obtidos das flores de crisântemos (*Chrysanthemum sp*) como inseticida (ALVES FILHO, 2000).

No século XVI destaca-se a utilização do arsênico também pelos chineses para prevenir o ataque de insetos nas plantações e, concomitantemente, a introdução do rotenona e piretrum. No século seguinte, Silva; Fay (2004) citam o surgimento do primeiro inseticida

natural, a nicotina, retirada das folhas do tabaco. E no século XIX é destaque o início da utilização, na Europa, dos compostos inorgânicos a base de metais como cobre, enxofre e mercúrio, os quais eram utilizados, conforme Alves Filho (2000), basicamente como fungicidas.

No início do século XX foram introduzidos novos materiais orgânicos como o arsenito de cobre e o arsenato de cálcio, mas pela sua alta toxicidade foram substituídos por inseticidas como o alcatrão, o óleo de petróleo e o dinitro-o-cresol. Em relação aos compostos inorgânicos, nas primeiras décadas desse século, foi introduzido o flúor, o selênio, o chumbo, o bórax e sais de zinco (ALVES FILHO, 2000).

No percurso da Segunda Guerra Mundial, pela primeira vez, ocorreu a síntese de compostos orgânicos a fim de serem utilizados como agrotóxicos. Esses foram os chamados organoclorados, agrotóxicos orgânicos sintéticos com potente ação de contato contra insetos. O desenvolvimento de tais produtos foi realizado pelas indústrias químicas, alemã e americana, que produziram também produtos derivados do ácido fosfórico, os quais pertencem ao grupo parathion, ainda hoje utilizado.

A maioria daqueles agrotóxicos utilizados no início do século XX, os quais são a base de metais tóxicos, foi substituída por essa nova geração de agrotóxicos, representada pelos organoclorados. As características de alta toxicidade para humanos e plantas dos agrotóxicos da primeira geração colocava em risco a própria produção agrícola. Afinal, como destaca Alves Filho (2000), mesmo em quantidade de traços os agrotóxicos a base de metais podem acumular e inibir o crescimento vegetal, além de serem persistentes no ambiente podendo permanecer por mais de 100 anos no solo.

Dos organoclorados comercializados após a Segunda Guerra Mundial vale citar os ditiocarbamatos, o DDT, o metoxicloro, o benzeno, o aldrim, o dieldrim, o endrim, o heptacloro, o clordano, o toxafeno e o endossulfam (SILVA; FAY, 2004). Dessa geração o primeiro produzido por síntese orgânica e comercializado foi o *Lethane* 384 (a base de tiocianato), no ano de 1932 (ALVES FILHO, 2000).

A comercialização dos organoclorados, contudo, só torna progressiva com a difusão das indústrias de síntese química, o que ocorreu após 1945. No Brasil, segundo o autor Alves Filho (2000), os primeiros registros de comercialização de compostos organoclorados foram feitos em 1946, tornando intensa no período de 1954 a 1960. Com o advento dos organoclorados acreditou-se que o problema da persistência ambiental estivesse resolvido, já que os compostos mais voláteis e biodegradáveis propiciariam uma eliminação rápida dos produtos. A presença dos clorados revelou, contudo, que a degradação rápida não ocorria.

Como os insetos adquiriram rápida resistência aos organoclorados, logo em seguida, surgem os organofosforados, caracterizados pela maior toxicidade, porém, menor persistência no ambiente, se comparado aos primeiros. Alves Filho (2000) acrescenta que também compõem a terceira geração de agrotóxicos a criação dos piretróides (atrazina), dos agrotóxicos à base de semioquímicos como os ferormônios, dos fisiológicos (diflubenzuron) e dos biológicos produzidos à base de bactérias e fungos.

O lançamento desses novos produtos decorreu dos primeiros processos de reavaliação técnica dos problemas de segurança, de eficiência agronômica e de impactos na saúde e no ambiente associados ao uso de agrotóxicos organoclorados. Os mecanismos de resistência das populações de pragas, as denúncias das intoxicações agudas e crônicas e as interferências ambientais negativas relacionadas ao uso desenfreado dos agrotóxicos da segunda geração, em especial o DDT, constituíram os principais motivos para a produção de novos tipos de agrotóxicos.

No ano de 1962, sobre as denúncias dos abusos cometidos no uso de agrotóxicos, vale citar a publicação do livro de Rachel Carson, “Silent Spring”. A obra sustenta a tese defendida pela pesquisadora americana de que os riscos crescentes envolvidos na manutenção dos padrões de uso dos agrotóxicos necessitam ser considerados a ponto de que práticas alternativas sejam fomentadas e substituam a utilização desses produtos químicos, ao bem da saúde humana e da higidez ambiental.

É importante destacar que a publicação de Carson (1962) é um marco ambiental, uma vez que influenciou fortemente a opinião pública americana e, inclusive mundial sobre o uso de agrotóxicos. Como resultado desse estudo processos de reavaliação do uso desses produtos químicos pelos órgãos governamentais dos EUA foi desencadeado. Alves Filho (2000) acentua, que pode-se considerar que esse processo culminou na criação da *EPA* (*Environmental Protection Agency*) e posteriormente no banimento do uso agrícola de um rol de produtos organoclorados.

3.2.1 Necessidade do uso de agrotóxicos e consequências adversas desse uso: exposição dos pontos positivos e negativos

A utilização de agrotóxicos sempre motivou um caloroso debate sobre os prejuízos e os reais benefícios tanto a longo quanto em curto prazo. Debates que foram e são fortalecidos pela condução de pesquisas científicas sobre o assunto. O primeiro estudo de repercussão internacional tratando das consequências negativas do uso de agrotóxicos foi o livro

supracitado, “Primavera Silenciosa”, no qual a autora apresenta os riscos crescentes e muitos deles inextricáveis relacionados à aplicação dos referidos produtos químicos.

O livro “Futuro Roubado” de Colborn et al. (2002) publicado exatamente 40 anos depois, também constitui um exemplo de tese sustentada por pesquisas científicas que comprova alguns dos efeitos maléficos para saúde humana, advindos do contato direto e indireto com agrotóxicos e outros produtos orgânicos sintéticos. No Brasil, nessa perspectiva de exposição dos riscos da aplicação de agrotóxicos, destaca-se a obra de Raquel Rigotto (2011) desenvolvida no Estado do Ceará.

Os trabalhos que tratam sobre esse debate são inúmeros, mas, a conclusão é única e unânime, mesmo entre aqueles que defendem os pontos positivos relacionados à utilização de agrotóxicos em detrimento dos pontos negativos. A inferência de que são necessários agrotóxicos de menor toxicidade é comum a todos em qualquer debate sobre o tema. A adoção de práticas alternativas de controle de pragas faz-se necessário, e, sobretudo, aquelas baseadas em técnicas menos tóxicas ao ambiente e de maior eficiência agrônômica.

Afinal, estima-se que não mais do que 10% da quantidade total de agrotóxicos aplicados durante uma pulverização atingem o organismo alvo (ALVES FILHO, 2000). O que significa que doses maiores desses produtos devem ser aplicadas para que ocorra eficiência no controle de pragas. Quanto mais altas as doses, no entanto, maiores também serão os efeitos adversos contra o ambiente. E o desencadeamento desse efeito não é o único que ocorre quando se usa agrotóxicos.

Elencar os demais pontos negativos, bem como, os pontos positivos do uso de agrotóxicos faz-se relevante, nesse ponto do trabalho, para embasar o debate sobre o tema. Para isso utiliza-se da estrutura desenvolvida por Alves Filho (2000) nessa exposição de pontos positivos e negativos decorrentes da aplicação de agrotóxicos.

O **primeiro ponto positivo** do uso de agrotóxicos é que a aplicação desses produtos, especialmente do inseticida organoclorado DDT e outros organofosforados, preveniram a morte de aproximadamente sete milhões de pessoas através do controle de vetores que transmitem doenças. A título de exemplo dessas doenças, cita-se a malária (mosquito *Anopheles*), a peste bubônica (pulgas do rato), tifo (piolhos e pulgas) e a doença do sono (mosca tsé-tsé) (ALVES FILHO, 2000). E continuam prevenindo e salvando a vida de milhares.

O **segundo ponto positivo** é o aumento da produção de alimentos. Estima-se que nos EUA 55% da produção mundial de alimentos é perdida pela ação de pragas e que essa porcentagem seria maior se não fossem utilizados agrotóxicos (ALVES FILHO, 2000). As

consequências do não uso seria diminuição da disponibilidade de alimentos e consequentemente aumento do número de famintos e das mortes por inanição. Deve-se considerar, conforme lembra Ujvari (2004), que os dois freios do crescimento populacional dos séculos anteriores ao século XX, foram epidemias e a fome. E esses freios poderiam voltar a atuar no caso da suspensão do uso de agrotóxicos e fertilizantes (RAMOS, 2007).

O **terceiro ponto positivo** relaciona-se ao movimento de capital com consequente lucro para os produtores de agrotóxicos e para os consumidores (agricultores). As empresas produtoras de agrotóxicos afirmam que para cada dólar gasto pelo agricultor na aquisição de um agrotóxico são economizados de três a cinco dólares no total investido para desenvolvimento da produção agrícola (ALVES FILHO, 2000, p. 39).

O **quarto ponto positivo** apontado pelas indústrias produtoras de agrotóxicos refere-se à eficácia agrônômica dos seus produtos quando comparado com outras práticas de controle de pragas. A utilização de agrotóxicos se revela mais rápida, mais barata e com relativa segurança se aplicados adequadamente. O argumento é que a resistência de pragas pode ser controlada com a aplicação de doses maiores ou com a troca do tipo do agrotóxico. É exposto, igualmente, como ponto favorável o relativo efeito residual.

O **quinto ponto positivo** frequentemente apontado refere-se ao avanço tecnológico. A modernização das técnicas científicas proporciona desenvolvimento de produtos cada vez menos tóxicos. Agrotóxicos mais seguros e menos tóxicos, se comparados aos organoclorados da segunda geração ou aqueles a base de metais pesados da primeira geração, continuamente são desenvolvidos pelos cientistas das empresas produtoras. Exemplos disso indicam Silva; Fay (2004), quando comparam a menor persistência no ambiente dos organofosforados, chamados agrotóxicos da terceira geração em relação aos organoclorados de menor degradabilidade no ambiente.

Quanto aos riscos da aplicação de agrotóxicos o **primeiro ponto negativo** a ser elencado constitui a resistência genética das pragas. Um dos mais sérios prejuízos considerados acerca do uso de agrotóxicos é a resistência que ocorre por parte de insetos, fungos e vegetais através do processo de seleção natural.

A teoria da evolução, de Charles Darwin, explica que quando um grupo é exposto a um determinado agrotóxico é comum que os organismos mais fortes sobrevivam e transmitam suas características genéticas a outros da sua espécie, que por sua vez ao se reproduzirem poderão perpetuar a característica de resistência. De forma que, apesar da maior parte da população morrer, alguns se tornarão resistentes a esse agrotóxico e passarão essa resistência para as futuras gerações da espécie.

O **segundo ponto negativo** é o círculo vicioso da utilização dos agrotóxicos e a diminuição da sua eficiência no controle de pragas ao longo do tempo. Isso porque o desenvolvimento da resistência genética incita aplicações mais frequentes, maiores doses aplicadas e troca por novos produtos. Sobre a questão, Alves Filho (2000) cita que, estudos indicam que o uso contínuo dos agrotóxicos faz com que o programa de controle de praga vá se tornando cada vez menos efetivo.

O levantamento de dados apresentados pelo Departamento de Agricultura dos EUA mostra que no período entre 1940 a 1990, embora, a toxicidade dos inseticidas utilizados tenha aumentado na ordem de dez vezes, as perdas pela incidência de pragas nas culturas agrícolas aumentaram de 10 para 12% no mesmo período (ALVES FILHO, 2000).

Ademais, pesquisadores indicam que por conta do aumento dos valores pagos aos agrotóxicos que, agora, também são aplicados em maior quantidade a estimativa das empresas produtoras de tais produtos que preconizam economias de três a cinco dólares para cada dólar investido na aquisição do agrotóxico, não mais é verdadeira. Em alguns casos a economia diminui de 0 a 2,4 dólares para cada dólar investido (ALVES FILHO, 2000, p. 41).

Outro estudo dessa vez efetuado em 1990 pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária da França (INRA) demonstra que, um agricultor pode obter lucros financeiros com a economia de adubos ou pesticidas, mesmo perdendo em rendimento. Segundo o INRA uma plantação de trigo de 80 hectares que utiliza da aplicação de agrotóxicos não dá uma margem melhor de lucro que uma plantação de trigo de 65 hectares cultivada sem recurso de adubos, fungicidas ou reguladores de crescimento (VERNIER, 2002, p. 91).

As mesmas conclusões também foram esboçadas por pesquisadores nos EUA, conforme expõe Alves Filho (2000). O levantamento afirma que em 1940, quando a aplicação de agrotóxicos era uma prática insipiente e a quantidade pulverizada era significativamente menor do que a aplicada hoje, as perdas por pragas na cultura do milho atingiam aproximadamente 3,5%. Na década de 1990, porém, quando o incremento na utilização de agrotóxicos subiu na ordem de 1.000 vezes, as perdas por pragas na cultura do milho também aumentaram para aproximadamente 12%.

O aumento de pragas e perdas de alimentos na produção agrícola em contrapartida ao aumento das doses aplicadas de agrotóxicos é uma inferência cada vez mais comum entre as várias análises sobre o assunto.

O **terceiro ponto negativo** refere-se a não seletividade dos agrotóxicos. Tais produtos afetam não apenas os organismos alvos (pragas) como também uma infinidade de outras espécies que venham a ter contato com ele, inclusive o ser humano. Ao afetar outras espécies

a utilização de agrotóxicos pode afetar o equilíbrio ecológico em determinado ecossistema. Um exemplo do que pode acontecer foi o desequilíbrio ecossistêmico engendrado pelo uso desenfreado do DDT, na ilha de Bornéu, na década de 1960. Bornéu é uma ilha da Indonésia, localizada no Oceano Pacífico, entre a Austrália e a China.

“[...] a OMS (Organização Mundial da Saúde) desejava combater os pernilongos que transmitiam malária aos habitantes da ilha, decidiu fazer uma grande aplicação de DDT em todo o território, abrangendo matas, plantações, casas, etc. [...]. O DDT matou também, outros insetos, como abelhas, besouros, baratas, etc. Os que não morreram ficaram incapazes de se esconder com rapidez quando atacados pelos lagartos de Bornéu. E agora, tendo alimento tão fácil de apanhar, fartaram-se de comer insetos e apanharam uma bela indigestão. E também ficaram incapazes de fugir dos seus predadores, os gatos. Cada lagarto comendo centenas de insetos, já acumulava, em seu corpo, uma grande quantidade de DDT. Consequentemente, cada gato, comendo cinco ou dez lagartos, adquiria uma dosagem fatal: e morria! Morrendo os gatos, os ratos passaram a proliferar abundantemente. E Bornéu passou a sofrer de uma verdadeira invasão desses roedores. [...] as casas dos nativos construídas de ripas e palhas de coqueiro, começaram a cair. Descobriram que existe um inseto que se alimenta vorazmente de palha de coqueiro. Só que, normalmente, esse inseto não atingia número muito grande por que o lagarto de Bornéu não deixava. Com o desaparecimento do lagarto esses insetos não tinham mais limites a sua reprodução.” (BRANCO, 1993, p. 8-10).

Os pernilongos da Ilha de Bornéu eram os organismos alvo a serem combatidos pela aplicação de DDT, contudo, os lagartos que se alimentavam desses acabaram sendo combatidos também, uma vez que ao comer os insetos envenenados também sofreram intoxicação. Os gatos que se alimentavam dos lagartos também morreram e as suas outras presas, os ratos, começaram a proliferar. O que ocorreu foi uma interferência negativa no ecossistema que provocou um considerável desequilíbrio ecológico na Ilha.

O **quarto ponto negativo** diz respeito à ineficiência da técnica de pulverização de agrotóxicos. A eficácia dos ingredientes ativos que compõe os agrotóxicos é comprovada. E já existem ingredientes ativos capazes de combater pragas em um hectare com apenas 10 g da substância (CHAIM, 2004). No entanto, a técnica de aplicação desse produto ainda é atrasada. A pulverização utilizada hoje é a mesma técnica que era usada no século passado e, desde sempre. Não ocorreu evolução para o aumento da sua eficiência.

E embora já existam estudos sobre os tipos de bicos utilizados na pulverização indicando que alguns são mais adequados que outros para determinado tipo de cultura, de praga e mesmo para o tipo de agrotóxico, atenção suficiente não é dada na escolha do melhor bico de pulverização. Chaim (2004) afirma que no Brasil é utilizada uma grande variedade de bicos, que produzem por sua vez outro amplo rol de diâmetros de gotas, no qual as pequenas

gotas são sujeitas a deriva ou a exoderiva e as grandes, principais componentes, são perdidas pela endoderiva.

A exoderiva ou deriva compreende o movimento do produto químico para fora da área intencionada, sendo originada das gotas que após serem emitidas pelo bico de pulverização flutuam no vento por um determinado período. A distância que essas podem atingir varia de 2 m para gotas de 500 μm e até de 610 m para gotas de 15 μm de diâmetro, considerando que não ocorra evaporação, que a pulverização libere gotas de até 3 m de altura e em um vento de velocidade constante de 1,34 metros por segundo (CHAIM, 2004).

A endoderiva por sua vez consiste no escoamento do agrotóxico no solo. Chaim (2004, 294 p.) explana que como a maioria dos bicos produz um espectro de gotas de tamanhos variados durante a pulverização é comum que as grandes se choquem contra as folhas mais externas das plantas. E dependendo da intensidade que esse processo ocorre o escoamento para o solo é inevitável. O autor destaca ainda que o ponto antes do escoamento é o momento correto para cessar a pulverização, entretanto, dificilmente é conseguido.

Para compensar, as perdas tanto da deriva quanto da endoderiva e da evaporação das gotas de agrotóxicos, que comumente ocorrem durante as aplicações, as dosagens aplicadas são superestimadas. O resultado como já dito é a consequente elevação dos riscos contra o ambiente e a saúde humana.

O **quinto ponto negativo** está relacionado à poluição e contaminação do ambiente. A poluição é compreendida pela ocorrência de alterações prejudiciais no ambiente e a contaminação pelas alterações que colocam em risco a saúde dos elementos da biota e/ou do ser humano que deles faz uso (LIBÂNIO, 2010).

Cerca de 90% da quantidade total do agrotóxico aplicado pela técnica de pulverização vai parar no solo, nas águas superficiais, nas águas subterrâneas, nos sedimentos, no ar, nos alimentos e nos organismos não alvos, incluindo seres humanos (ALVES FILHO, 2000, p. 42). Isto é, somente 10% do produto aplicado realmente atinge o organismo alvo.

A impossibilidade dos agrotóxicos atingirem apenas os organismos alvos, através da pulverização produz, contudo, poluição em inúmeras fontes, o que desencadeia uma grande preocupação sobre os riscos de desenvolvimento de efeitos mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos nos organismos (DOWBOR, 2005).

De fato, como acentua o diretor da ANVISA, José Agenor Álvares da Silva (2012), a linha que separa os efeitos benéficos de eliminar pragas na agricultura e os efeitos maléficos que podem levar um ser humano a morte é muito tênue. E é decorrente desse risco letal

inerente ao uso dos agrotóxicos que alguns autores como o agrônomo Lutzenberger (1991) defendem que não tem sentido falar de dose admissível de substância possivelmente cancerígena, teratogênica ou mutagênica. “O câncer, a teratogenia, a mutação são desencadeados em nível molecular [...] uma só molécula de substância cancerígena pode desencadear o desastre que se consumará uma ou décadas depois no indivíduo.” (LUTZENBERGER, 1991, p. 23).

É comprovado pela literatura científica que as doenças crônicas relacionadas com a intoxicação por agrotóxicos ocorrem em pessoas que se expõem a pequenas doses durante um tempo prolongado (SILVA, 2012). O que pode ocorrer, por exemplo, pela ingestão diária de água contaminada por agrotóxicos ou por alimentos contaminados. A poluição da água por agrotóxicos pode ocorrer por escoamento superficial, lixiviação e a própria ação da pulverização pode ocasioná-la, como pela deriva.

Se ocorrer a poluição da água por agrotóxicos em nível residual e esse pertencer ao grupo químico dos organoclorados, mesmo que esse esteja presente em níveis abaixo do valor máximo permitido (VMP) estabelecido pela legislação nacional para consumo humano, pode ocorrer acumulação no organismo e por consequência intoxicação crônica. Agrotóxicos organoclorados são lipossolúveis e de lenta degradação, o que significa que pode ter sua concentração inicial amplificada biologicamente em milhares e milhões de vezes na cadeia alimentar (ALVES FILHO, 2000).

Isto é, formas de vida posicionadas em níveis tróficos maiores, tais como os gatos da ilha de Bornéu em relação aos lagartos e gafanhotos, ou tais como nós seres humanos em relação a outras espécies animais que compõe nossa alimentação, podem ser intoxicadas com concentrações mais elevadas do que aquela encontrada na fonte de poluição. Porém não apenas os organoclorados são perigosos, mais de 35.000 do total de substâncias usadas nos EUA são classificadas pelo órgão federal de proteção ambiental como sendo ou certa ou potencialmente perigosa para a saúde humana (ODUM, 1988).

Já no tocante as consequências da poluição para vida silvestre, os efeitos também são preocupantes. Branco (1993) cita que no ano de 1954, na região de Paris, na França, mais de 20 mil colmeias foram destruídas em decorrência da utilização de agrotóxicos. Muitos dos efeitos adversos aos ecossistemas são, contudo, inextricáveis, o que aumenta os riscos concernentes aos efeitos adversos de longo prazo.

Branco (1993) cita ainda no seu livro “Natureza e Agroquímicos” pesquisas que demonstram que herbicidas provocam efeitos nocivos temporários sobre o desenvolvimento das principais bactérias nitrificadoras do solo, excetuando apenas aquelas que vivem no

interior das raízes das leguminosas. O que significa que a fertilidade do solo fica temporariamente comprometida.

Vieira (2004) acentua que considerando o papel fundamental da microflora do solo em controlar os fluxos de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S), o uso de agrotóxicos pode trazer consequência desastrosa para essa matriz. Sob esse prisma, fica fácil entender do por que a quantidade de perdas na produção agrícola tem aumentado, enquanto por outro lado a quantidade de agrotóxicos aplicados também aumenta.

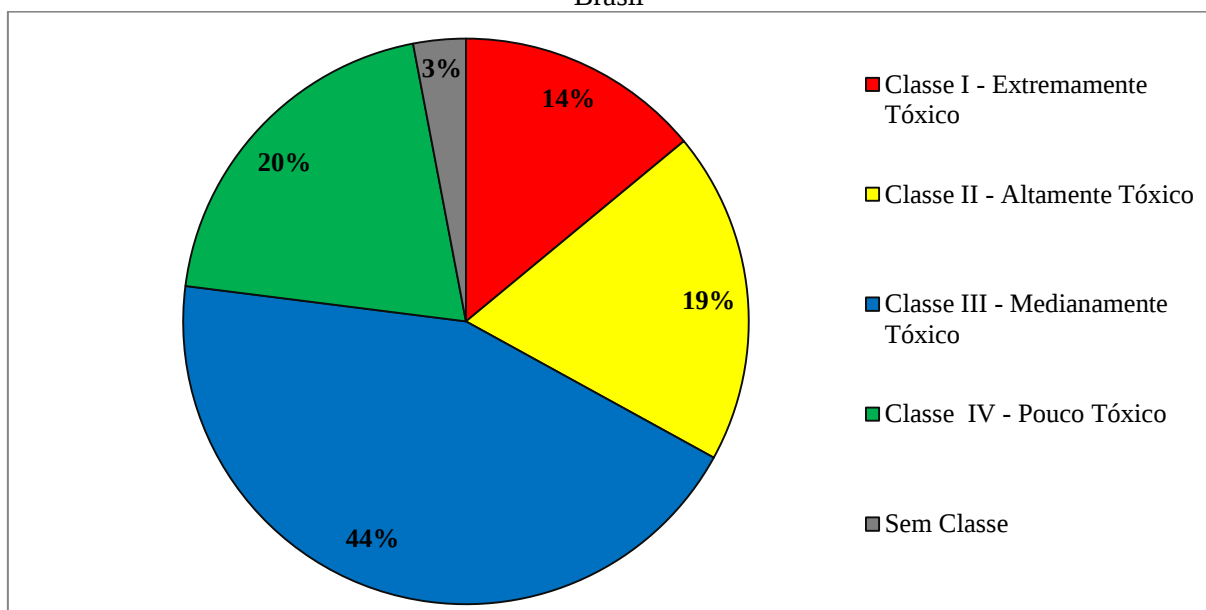
O **sexto ponto negativo** é a agressão aguda e crônica contra a saúde humana. A intoxicação crônica que é advinda da ingestão diária de alimentos contaminados, certamente é um ponto negativo que merece maior atenção do poder legislativo. O Instituto Nacional do Câncer dos EUA observou através de um estudo realizado em 1986 que os agricultores americanos que usaram 2,4-D (herbicida) apresentavam mais que o dobro de chances de desenvolverem uma nova forma de câncer, se comparado com as populações não agrícolas (ALVES FILHO, 2000).

No Brasil, só em 2010, surgiram cerca de 490.000 casos novos de câncer (ROSA; PESSOA; RIGOTTO, 2011). Segundo as autoras, o câncer é uma manifestação patológica de perda de controle do crescimento celular em que a mutação do DNA é uma alteração genuína do processo. Tal mutação, conforme explana as aludidas autoras, pode ser induzida tanto externa como internamente ao organismo. As chances externas, porém, são as maiores responsáveis pela indução da mutação gênica, como demonstra um estudo citado por elas, que foi desenvolvido, em 2000, na Suécia, com 44.788 pares de gêmeos.

O estudo revelou que os fatores genéticos tem uma contribuição ínfima para maioria dos casos de câncer se comparado com fatores ambientais. E dentre os fatores externos os agrotóxicos assumem papel inegável, já que são “[...] carcinogênicos químicos.” (ROSA; PESSOA; RIGOTTO, 2011, p. 231). Sobre essa assertiva, cita-se que em 1987 a Academia Nacional de Ciência dos EUA reportou que 90% dos ingredientes ativos dos fungicidas em uso, 60% dos herbicidas e 30% dos inseticidas poderiam causar câncer em seres humanos (ROSA; PESSOA; RIGOTTO, 2011).

No Brasil dos 447 ingredientes ativos controlados pela ANVISA através das Monografias de Agrotóxicos, que são destinados para uso agrícola, emprego domissanitário e preservação de madeira, 44% são medianamente tóxicos, 19% são altamente tóxicos e 14% são extremamente tóxicos (Figura 3.2). Convém destacar que o número de produtos comerciais é muito maior do que o número de ingredientes ativos registrados, pois estes 447 compostos dão origem a quase 900 produtos comerciais.

Figura 3.2 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos controlados pela ANVISA e utilizados no Brasil



Fonte: ANVISA (2013)
Organização: VAZ, L. (2013)

É relevante explicar que, no Brasil, a base toxicológica dos agrotóxicos é determinada pelo Ministério da Saúde que estabelece essa classificação a partir do indicador de Dose Letal 50 (LD_{50}). Esse indica a extrapolação da quantidade suficiente para matar uma pessoa, ou seja, demonstra o efeito de morte do composto químico. Vale observar que tal indicador refere-se a um efeito de morte e como acentua Rosa; Pessoa; Rigotto (2011) não é um indicador de saúde que apresenta uma quantidade tolerável para uso. Afinal o indicador considera o efeito agudo e não o crônico.

A compreensão desse indicador permite avaliar quão perigoso à saúde humana é a exposição de agrotóxicos das classificações tanto I como II, III ou IV. A classe III, medianamente tóxico, é a que abarca maior número de ingredientes ativos controlados pela ANVISA (Figura 3.2). É importante lembrar, entretanto, que isso não significa que é a classe III a mais utilizada no Brasil. A coleta dessa informação, qual classe é mais utilizada no Brasil, bem como, outras informações que abarcam demais valores que envolvem o uso de agrotóxicos no país é uma tarefa árdua.

A pouca disponibilidade de dados, a sua dispersão em várias fontes de pesquisa e as diferentes formas com que os valores são tratados são alguns dos motivos da escassez de dados sobre o uso de agrotóxicos. Esse panorama revela, no mínimo, a fragilidade dos órgãos responsáveis pela fiscalização dessas substâncias químicas, os quais ficam sem condições suficientes para tabular dados e divulgar adequadamente as poucas informações disponíveis.

O Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas (SINDAG) e a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF) divulgam periodicamente valores de vendas realizadas no país. A divulgação de informações sobre as quantidades vendidas por estado, região ou município, ou mesmo por ingrediente ativo, produto e por cultura, não é tão, contudo, constante, o que torna difícil avaliar a situação real de uso de agrotóxicos no país.

Em resposta a uma solicitação feita para fundamentar a discussão nessa pesquisa, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) disponibilizou para estudante dessa pesquisa os Relatórios de Produção por Ingrediente Ativo referente ao primeiro semestre de 2011, última data em que o controle foi realizado. O MAPA controlou, nesse período, as quantidades vendidas de 120 tipos de ingredientes ativos utilizados na fabricação de 177 produtos de agrotóxicos diferentes. Convém destacar que o montante dos ingredientes ativos representa apenas 26,8% do total de substâncias registradas pela ANVISA.

Nos relatórios do MAPA os valores são divididos em nível de Brasil e em nível de Estado. No nível nacional o total comercializado é dividido em quantidades de Produção, Importação e Exportação. E no nível estadual o total comercializado é controlado pelos valores de Venda Direta, Indústria, Revenda e Clientes.

Embora o Relatório refira a Produção por ingrediente ativo, os valores são fornecidos não individualmente por ingrediente ativo, mas pelos ingredientes ativos que compõe determinado produto, que geralmente são dois ingredientes ativos por produto. Por isso, a tabulação dos dados para chegar à informação de qual classe de agrotóxico é mais consumida no Brasil e em Goiás é dificultada, uma vez que tanto o nome do produto quantificado quanto a porcentagem do ingrediente ativo correspondente à quantidade total não é divulgado.

Para chegar, apesar desses obstáculos, ao valor de cada ingrediente ativo, pesquisou-se a FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) de cada produto. Na FISPQ, dentre outras informações, é disponibilizada a concentração que cada ingrediente apresenta na constituição do produto. De posse das FISPQ's dos 177 produtos de agrotóxicos, conseguidas nos sites dos fabricantes, calculou-se a quantidade total comercializada (Venda Direta, Indústria, Revenda e Clientes) no Brasil e nos Estados brasileiros.

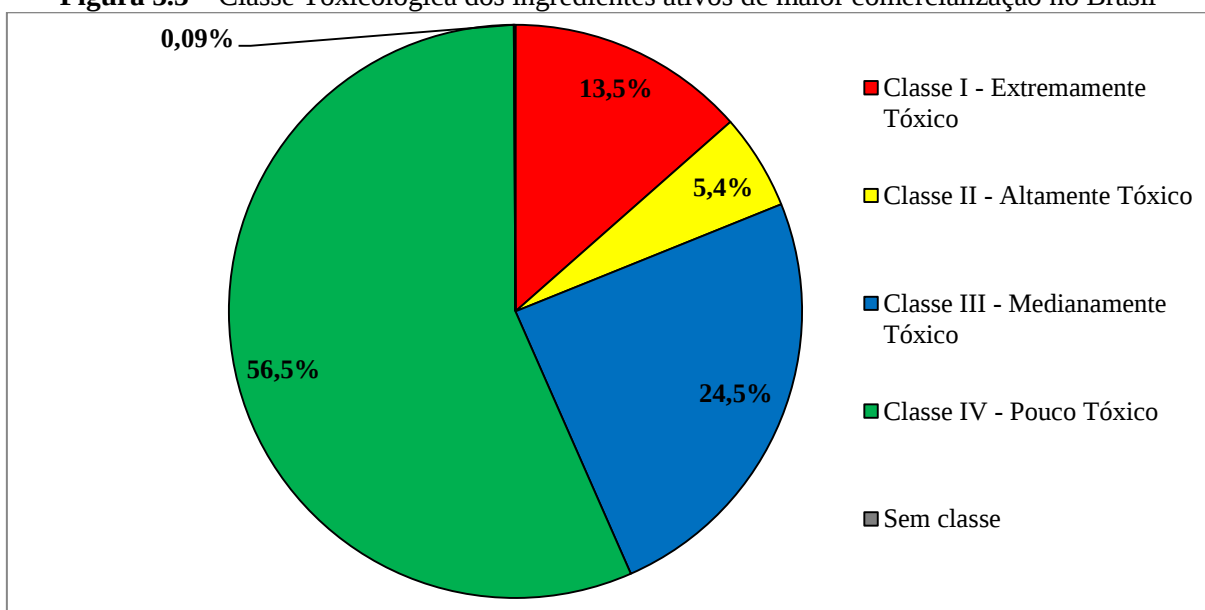
A quantidade total comercializada de cada produto foi calculada a partir da concentração de cada ingrediente ativo informada na FISPQ. Por exemplo, o produto Priori Xtra, da Syngenta é formado por 20% de azoxistrobina e 8% de ciproconazol e teve um valor comercializado no primeiro semestre de 2011 e no Estado de Goiás de 86,614088 toneladas. Para saber a quantidade total comercializada de cada um dos ingredientes ativos que formam o produto procedeu-se com a multiplicação do total comercializado pela porcentagem de cada

uma das substâncias constituintes. Portanto, considerando que a concentração da azoxistrobina no produto é de 20%, então, o total de azoxistrobina comercializado naquele período e naquele Estado foi de 17,3228176 toneladas. E, nessa lógica, o total de ciproconazol comercializado foi de 6,92912704 toneladas. Fazendo isso para os demais ingredientes ativos foi possível calcular qual classe de ingrediente ativo é a mais consumida no Brasil e no Estado de Goiás.

Vale salientar, contudo, que o levantamento dessa informação corresponde ao cálculo apenas de 26,8% do total de ingredientes ativos registrados pela ANVISA. O que significa que a estimativa feita nesse trabalho pode não corresponder à realidade, quando se considerar no cálculo, o total de ingredientes ativos existentes e comercializados no Brasil e no Estado de Goiás. Afinal, não foi possível o acesso à informação da quantidade comercializada dos demais ingredientes ativos existentes.

A classe encontrada a partir da tabulação realizada, conforme explicado acima, foi que a classe de agrotóxicos mais comercializados em toneladas é classe IV seguida da classe III, I e II, isto é, pouco tóxica, medianamente tóxica, extremamente tóxica e altamente tóxica, respectivamente (Figura 3.3).

Figura 3.3 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização no Brasil



Fonte: MAPA (2011)

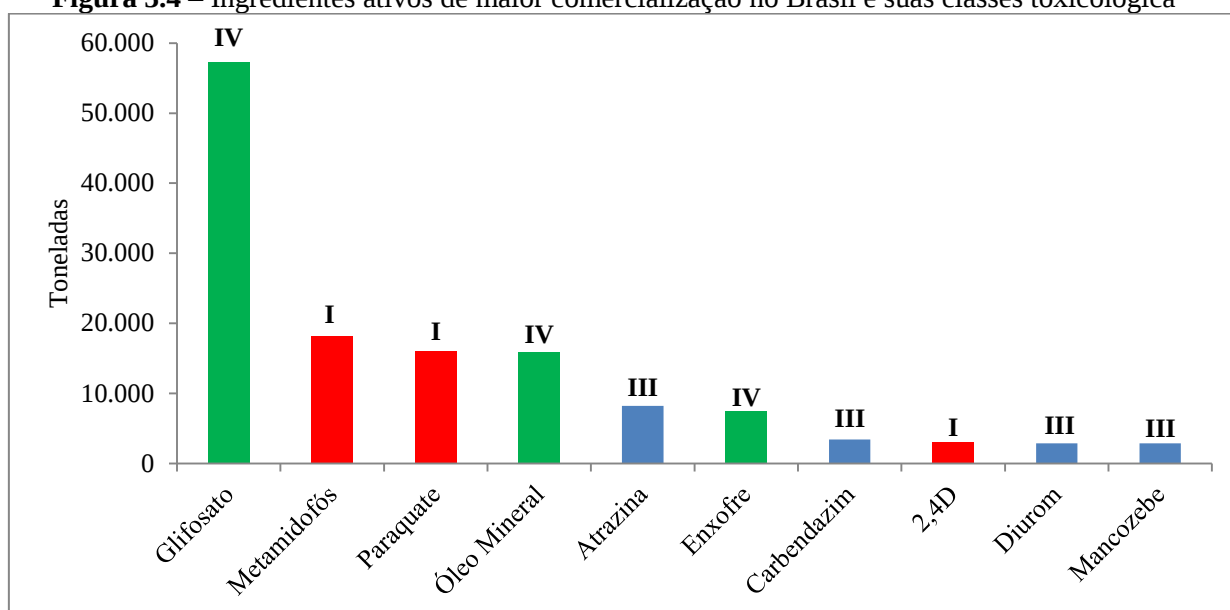
Organização: VAZ, L. (2013)

A maior porcentagem de ingrediente ativo da classe IV se deve ao alto consumo do herbicida glifosato, agrotóxico mais consumido no Brasil, com o total de 76.153,724 toneladas em seis meses (Figura 3.3), o que representa uma fatia de 29% do mercado, segundo a ANVISA (2012). De forma que se fosse desconsiderada a quantidade de glifosato

comercializada a classe que sobressairia, em termos de consumo, seria a classe III seguida da I, IV e II. O que demonstra a quantidade expressiva de glifosato consumida em relação aos outros ingredientes ativos que pertencem à classe IV.

Na Figura 3.4 são demonstrados os dez agrotóxicos que foram mais consumidos no Brasil no primeiro semestre de 2011. É importante destacar que o Metamidofós teve sua comercialização e utilização proibidas em dezembro de 2011 e dezembro de 2012, respectivamente, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA, nº 1 de 14 de Janeiro de 2011.

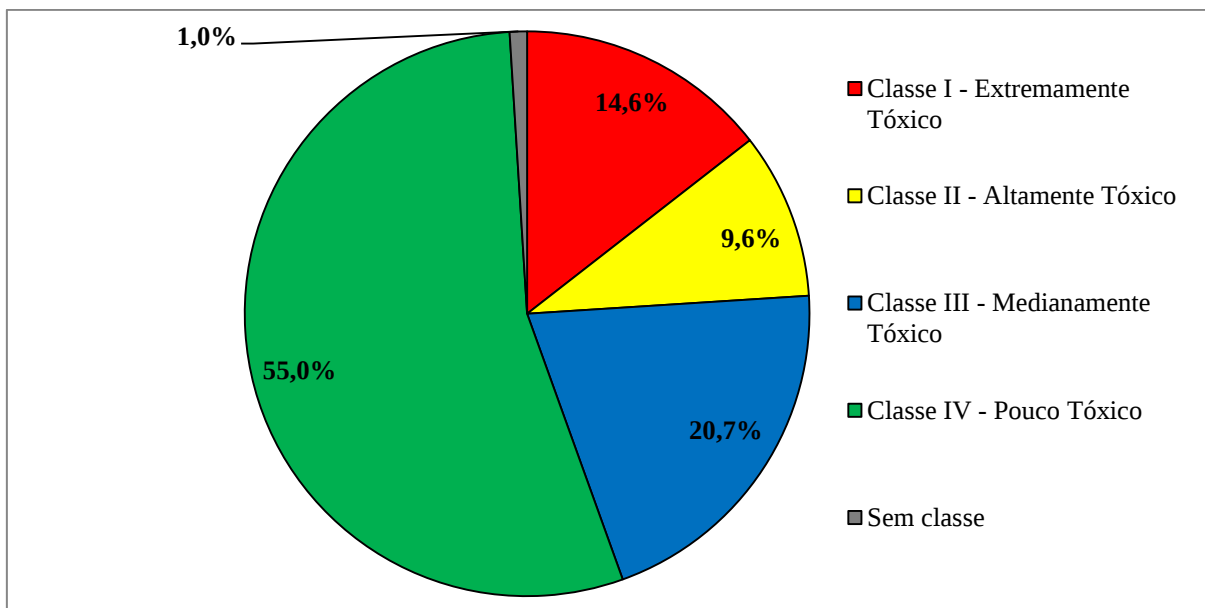
Figura 3.4 – Ingredientes ativos de maior comercialização no Brasil e suas classes toxicológicas



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

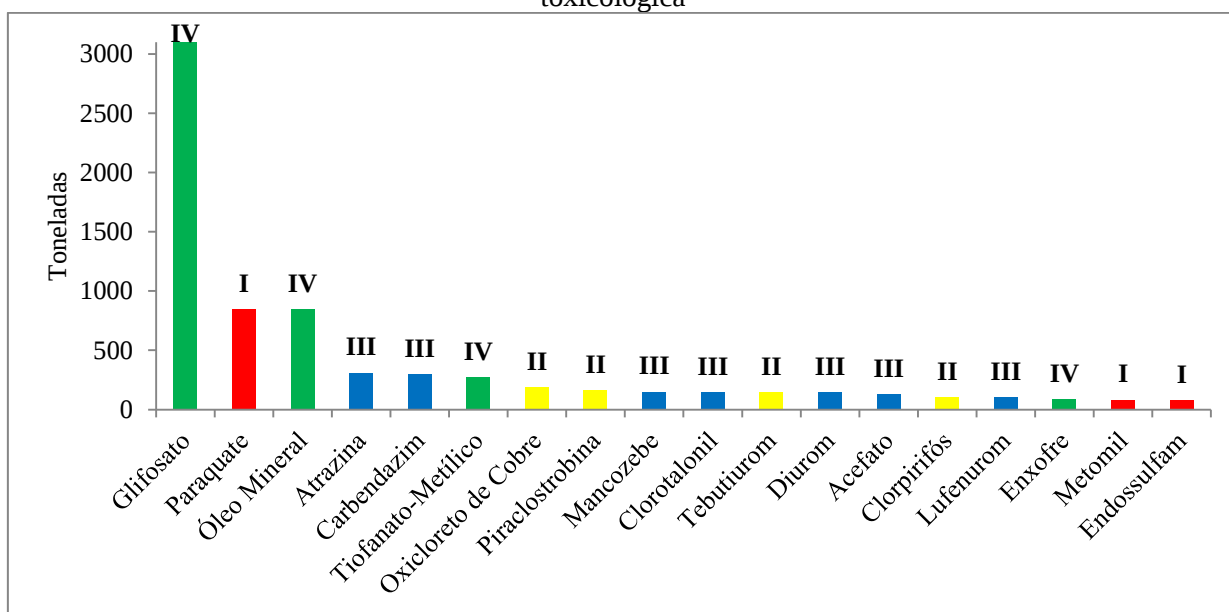
No Estado de Goiás as classes mais consumidas seguem a mesma ordem em nível de Brasil. Em primeiro lugar de quantidade comercializada estão os agrotóxicos da classe IV, seguida da III, I e II (Figura 3.5). O glifosato no estado de Goiás, também é o agrotóxico e herbicida mais consumido (Figura 3.6). A atrazina e o endossulfam se encontram na quarta e décima oitava posição, respectivamente. Sobre o endossulfam é oportuno destacar que sua importação e utilização foram proibidas em 31 de julho de 2013 (BRASIL, 2010).

Figura 3.5 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização no Estado de Goiás



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

Figura 3.6 – Ingredientes ativos de maior comercialização no Estado de Goiás e suas classes toxicológica



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

As classes dos agrotóxicos, como dito antes, são indicadores de morte e não de saúde, indicam o quão expostos à intoxicação estão aqueles que manipulam tais produtos. Sobre a intoxicação aguda, os números são preocupantes. Nos EUA estima-se que pelo menos 313.000 dentre os 07 milhões de agricultores (quase 5%) sejam acometidos por graves intoxicações agudas, decorrentes da exposição a agrotóxicos e pelo menos 25% deles são levados à morte (ALVES FILHO, 2000).

No Brasil, uma série acumulada de 1984 a 2004 organizada pelo Sistema Nacional de Informação Tóxico Farmacológica (SINITOX) revela que foram notificadas 1.055.897 casos de intoxicação humana por agrotóxicos e 6.632 óbitos pelo mesmo motivo nesse período (ROSA; PESSOA; RIGOTTO, 2011).

O SINITOX, entretanto, consolida informações dos Centros de Controle de Intoxicações (CCIs), os quais segundo Alves Filho (2000, p. 87) “[...] representam uma rede de retaguarda e suporte de saúde em geral no encaminhamento dos casos de intoxicação.”. Isso significa que casos crônicos podem ficar fora do sistema de informação, o que por sua vez leva a um mascaramento da situação real referente ao número de intoxicações e óbitos decorrentes da exposição humana a agrotóxicos. Além do mais, os CCIs não abarcam todos os Estados brasileiros. Segundo Menezes (2006) existem 32 CCIs estruturados em 18 Estados.

Vale destacar, contudo, que o número de registros cresce a cada ano, seguindo a elevação do consumo de agrotóxicos no Brasil (Tabela 3.5). Só no ano de 2010 o número de óbitos relacionados ao uso agrotóxicos na agricultura somaram 195 mortes, representando 44% do total de intoxicações em relação aos demais agentes químicos (agrotóxicos de uso doméstico, raticidas, domissanitários, medicamentos, cosméticos, produtos químicos industriais, metais, drogas de abuso, plantas, alimentos, animais peçonhentos e outros casos desconhecidos).

Tabela 3.5 – Evolução dos casos registrados pelo SINITOX de intoxicação humana por agrotóxicos de uso agrícola no período de 1999-2010

Ano	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Evolução												
Nº de Casos	4674	5127	5384	5717	6072	6103	6249	6346	6260	4334	5253	5463
% do total	6,6	7	7,2	7,3	7,1	6,9	6,3	5,5	3,8	4,8	5,2	5,3
Nº de Óbitos	154	141	157	150	182	164	202	90	209	159	171	195
% do total	36,4	37,4	36,3	34,8	31,4	34	35,6	36,5	38,8	34,3	41,8	44

Fonte: SINITOX (2010)
Organização: VAZ, L. (2013)

Em 1999, o total de mortes por agrotóxicos de uso agrícola foi de 154 ocorrências, demonstrando um aumento de 26,6% no número de óbitos por esse agente químico, se comparado ao ano de 2010. Quanto aos agrotóxicos de uso doméstico, incluindo os raticidas e os de uso domissanitário, o total de mortes em 2010 foi de 39 óbitos (Tabela 3.6). Comparando esse total de mortes com aquelas ocorridas em 1999 pelas mesmas causas,

quando o total de ocorrência foi de 71, observa-se que esse tipo de intoxicação a nível letal está diminuindo a cada ano. O que representa uma diminuição de 82% no período analisado (12 anos).

Tabela 3.6 – Evolução dos casos registrados pelo SINITOX de intoxicação humana por agrotóxico de uso doméstico incluindo raticidas e domissanitários no período de 1999-2010.

Ano Evolução	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nº de Casos	1196 7	1317 8	1440 4	1414 5	1465 4	1357 5	1577 8	2082 5	626 0	1577 6	1614 0	1640 9
% do total	16,9	18,1	19	18	17	15,3	15,9	18	18,2	17,3	5,2	15,9
Nº de Óbitos	71	75	116	109	101	80	72	78	57	60	27	39
% do total	16,8	19,9	26,9	25,3	17,4	16,6	12,7	15	10,6	12,9	6,6	8,8

Fonte: SINITOX (2010)
Organização: VAZ, L. (2013)

Vale reforçar, que as informações disponibilizadas pelo SINITOX apresentam tão somente as ocorrências de intoxicação aguda. De forma que, a coleta de informações sobre intoxicação por agrotóxicos está voltada para as ocorrências em nível ocupacional, sendo pequeno o conhecimento a respeito dos riscos à saúde humana decorrentes da presença de agrotóxicos na água. Da mesma forma não existe registros específicos demonstrando a incidência de intoxicações em decorrência de água contaminada por agrotóxicos.

O **sétimo ponto negativo** refere-se aos riscos futuros e em longo prazo relacionados ao uso constante e intenso de agrotóxicos. Perante tantas consequências adversas à saúde e tantos novos casos de cânceres surgindo, elencar um sétimo ponto negativo referente aos efeitos referentes à intoxicação crônica é certamente necessário para embasar esse debate.

No livro “O Futuro Roubado” Colborn et al. (2002) expõem que cientistas através de pesquisas de natureza irrefutável dizem que são fatores ambientais os responsáveis pelo aumento do câncer de próstata, dos testículos, de mama, dos ovários e no útero, e que dentre esses fatores os agrotóxicos são representativos, no tocante a possibilidade de contribuir com a elevação de casos dessas doenças.

O surgimento de doenças como a criptorquidia⁵, gestações ectópicas⁶ e endometriose⁷ também são explicadas por conjunturas que elencam a intoxicação crônica por agrotóxicos e

⁵ Criptorquidia é a ausência da descida dos testículos na bolsa escrotal.

ou demais poluentes orgânicos persistentes. Além do aumento na incidência de homens e mulheres inférteis, baixa imunidade e queda na quantidade de espermatozoides.

Colborn et al. (2002) citam um estudo desenvolvido pelo Dr. Niels Skakkeback que indica que em 1938 o homem possuía aproximadamente 113 milhões de espermatozoides no sêmen. Em 1990, outra pesquisa feita com 15 mil homens de 20 países diferentes relatou a diminuição de mais da metade desses espermatozoides sendo uma quantidade de 20 milhões em sessenta anos. O aludido pesquisador afirma que um declínio tão rápido não poderia ser consequência de mudanças genéticas, a causa está na mudança de habitat, de vida ou em fatores ambientais.

Não se pode apontar ainda um culpado, mas é relevante destacar que é provado que todos os seres humanos do planeta possuem algum tipo de agrotóxico na sua massa gordurosa, sobretudo organoclorados. Não há, contudo, provas concretas de que sejam os agrotóxicos os responsáveis por essas quedas de espermatozoides ou mesmo pelo desenvolvimento de tantos cânceres, uma vez que tais substâncias químicas agem invisivelmente. No entanto, como afirma Colborn:

[...] os cientistas continuam descobrindo efeitos significativos, muitas vezes permanentes, com doses surpreendentemente baixas. O perigo que enfrentamos não é simplesmente morte ou doença. Ao alterarem os hormônios e o desenvolvimento, os agentes químicos sintéticos podem estar modificando tudo o que poderíamos vir a ser. Eles podem estar transformando profundamente nossos destinos. (COLBORN, 2002, p. 224).

Tais fatos demonstram que ações efetivas de prevenção dos efeitos adversos dos agrotóxicos no ambiente devem ser tomadas. E, conforme defendem Silva; Fay (2004), ao considerar as consequências adversas advindas do uso de agrotóxicos, que, entretanto, ainda são de proporções incertas, a tolerância zero é um valor não só necessário, mas obrigatório, na elaboração de programas de prevenção. Mesmo por que ao se tratar de intoxicação crônica por agrotóxicos não se sabe se essa decorre fundamentalmente do mau uso desses produtos, ou, da poluição difusa que atinge alimentos e corpos hídricos.

3.2.2 Classificação dos Agrotóxicos

6 Gestação Ectópica é quando o ovo fertilizado se implanta em um tecido fora do útero e da placenta, onde o feto começa a se desenvolver. O local mais comum é na trompa; no entanto, as gestações ectópicas podem ocorrer no ovário, no abd me e na porção inferior do útero.

7 Endometriose é uma doença que acomete as mulheres em idade reprodutiva e que consiste na presença de end m rio em locais fora do útero. O end m rio é a camada interna do útero que é renovada mensalmente pela menstruação. Os principais sintomas da endometriose são dor e infertilidade.

Os agrotóxicos segundo sua composição e, portanto, seus diferentes modos de ação, toxicidade e destinação (função) são divididos em classes. Quanto à função são classificados em três grandes classes, sendo elas:

- 1) **Inseticidas;**
- 2) **Fungicidas;**
- 3) **Herbicidas;**
- 4) Produtos diversos como **acaricidas, nematicidas, moluscidas, raticidas, produtos de uso domissanitário e preservantes de madeira.**

Quanto ao modo de ação os agrotóxicos são divididos em sistêmicos e não sistêmicos. A diferença entre os não sistêmicos e sistêmicos segundo Silva; Fay (2004) é que os primeiros penetram no tecido vegetal e, portanto não são transportados dentro do sistema vascular das plantas. O que significa que sob a ação do sol, do vento e da chuva esses herbicidas, inseticidas e fungicidas não ficam na planta por muito tempo deixando-a desprotegida contra pragas.

A classe sistêmica, por sua vez possui a capacidade de penetrar na cutícula da planta e movimentar pelo sistema vascular, conferindo imunidade durante todo o crescimento do vegetal, independente da ocorrência de chuvas, vento e alta incidência solar (SILVA; FAY, 2004).

Outra classificação dos agrotóxicos é quanto a sua toxicidade. No Brasil, como já dito, a base toxicológica dos agrotóxicos é determinada pelo Ministério da Saúde que estabelece essa classificação a partir do indicador de Dose Letal 50 (LD₅₀) (Tabela 3.7). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) também estabelece uma classificação para agrotóxicos, mas baseado na sua periculosidade ao ambiente (Tabela 3.8).

Tabela 3.7 – Classificação Toxicológica dos agrotóxicos segundo a DL50

Classe	Grupos	DL₅₀	Faixa Colorida
I	Extremamente tóxicos	≤ 5mg/Kg	Vermelha
II	Altamente tóxicos	Entre 5 e 50mg/Kg	Amarela
III	Medianamente tóxicos	Entre 50 e 500mg/Kg	Azul
IV	Pouco tóxicos	Entre 500 e 5.000mg/Kg	Verde
-	Muito pouco tóxicos	>5.000mg/Kg	-

Fonte: Brasil (1997), Menezes (2006)

Organização: VAZ, L. (2013)

Tabela 3.8 – Classificação dos agrotóxicos segundo sua periculosidade ambiental

Classe	Periculosidade
I	Produto altamente perigoso
II	Produto muito perigoso
III	Produto perigoso
IV	Produto pouco perigoso

Fonte: Brasil (1996)
Organização: VAZ, L. (2013)

Vale salientar que a avaliação e classificação do potencial de periculosidade ambiental dos agrotóxicos passaram a ser exigidas após a regulamentação da Lei nº 7.802 de 1989. A referida norma jurídica define que o processo de registro de agrotóxicos deve envolver três ministérios: o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que realiza a avaliação da eficácia agronômica; o Ministério da Saúde que executa a avaliação e classificação toxicológica; e o Ministério do Meio Ambiente que por meio do IBAMA conduz a avaliação e classificação do potencial de periculosidade ambiental (MENEZES, 2006).

As classificações nas quais os agrotóxicos são enquadrados são de fundamental importância para prever seu destino no ambiente e os riscos potenciais que podem ocasionar para o homem e demais seres vivos. Para compreender, porém, o comportamento desses no ambiente é preciso conhecer suas propriedades físicas, químicas e biológicas. E relacionar tais propriedades com as características do solo.

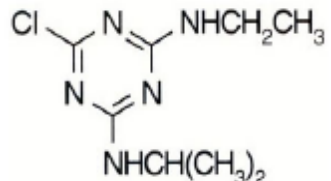
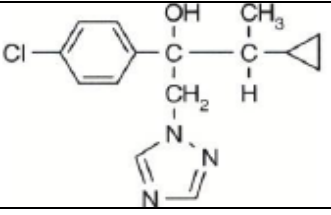
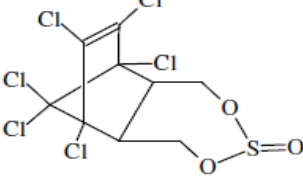
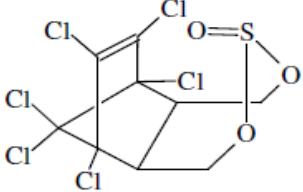
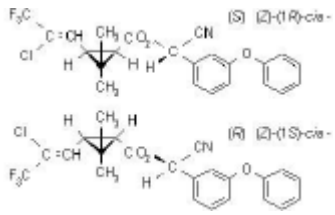
A complexidade dessa relação torna muitas vezes difícil prever o comportamento do agrotóxico. Silva; Fay (2004, p. 109) definem como comportamento dos agrotóxicos “[...] a maneira de suas moléculas agirem em determinado ambiente.”; sendo esse regulado pelas aludidas propriedades, bem como pelas propriedades físico-químicas e biológicas do solo. As principais propriedades que auxiliam no entendimento dos agrotóxicos segundo os autores são: solubilidade em água, ionizabilidade (pK_a), pressão de vapor, tamanho molecular, estrutura química, retenção pelo solo (K_{oc}), persistência e longevidade ($T_{1/2}$). Os referidos autores salientam que cada uma dessas propriedades afeta a natureza geral da molécula de agrotóxico em alguma extensão.

A composição e a estrutura química determinam, por exemplo, o grau que ele irá interagir no ambiente. A presença de grupos funcionais, por exemplo, contendo oxigênio (O2), nitrogênio e enxofre (S) tende a tornar os compostos mais ativos tanto biológica quanto quimicamente, mais solúveis em água e menos voláteis se comparado a compostos que não possuem esses grupos na sua composição. Já a presença de cloro (Cl) e flúor (F) torna o agrotóxico menos solúvel em água, mais volátil e normalmente menos reativo e, por conseguinte, mais estável no ambiente (SILVA; FAY, 2004, p. 39).

Quando o agrotóxico apresenta mais de um grupo funcional, que é o caso do endossulfam, da atrazina, do ciproconazol e da lambda-cialotrina, tais moléculas influenciam de forma competitiva no comportamento químico e ambiental do agrotóxico. Se o agrotóxico contém componentes aromáticos, como é o caso da maioria deles, ele tende a ter degradação lenta e, por consequência, maior persistência, afinal, o benzeno é inerentemente estável.

Portanto, as propriedades físicas, químicas e biológicas determinam o comportamento dos agrotóxicos e o seu efeito no ambiente. E para um bom entendimento das interferências ambientais que podem ocorrer decorrente da mobilidade dos agrotóxicos foram apresentadas algumas das propriedades fundamentais daqueles pesquisados (Tabela 3.9 e Tabela 3.11).

Tabela 3.9 – Identificação do grupo de ingredientes ativos selecionados para análise

Ingredientes ativos	Estrutura Química	Fórmula Química	Grupo Químico	Classe de Uso	Massa Molecular (g/mol)
Atrazina		C ₈ H ₁₄ ClN ₅	Triazina	Herbicida	215,68
Ciproconazol		C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O	Triazol	Fungicida	291,78
α-Endossulfam		C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S	Organoclorado	Inseticida	406,93
β-Endossulfam		C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S	Organoclorado	Inseticida	406,93
Lambda-Cialotrina		C ₂₃ H ₁₉ ClF ₃ NO ₃	Piretróide	Inseticida	499,85

Fonte: ANVISA (2013)
Organização: VAZ, L. (2013)

O entendimento do significado dessas propriedades é requisito para compreender, por conseguinte o comportamento dos agrotóxicos. Perante essa necessidade prossegue-se, com uma breve explanação, na Tabela 3.10, de cada uma das propriedades exploradas.

Tabela 3.10 – Propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos selecionados para análise

Ingredientes ativos	Solubilidade em água (20°C, mg/L)	Log P (K_{ow})	pK _a (20°C)	Pressão de Vapor (20°C, mPa)	Constante de Henry (25° C, Pa m ³ /mol)	T _{1/2} na água (dias)	Koc (mL/g)	Potencial de lixiviação
Atrazina	35	2,7	1,7	0,04	3,9 10 ⁻⁵	41 a 237	100	3,75
Ciproconazol	93	3,09	-	0,026	5 10 ⁻⁵	40	21	3,14
α-Endossulfam	0,32	3,13	-	0,83	1,48	93,8	11.500	-0,1
β-Endossulfam	0,33	3,13	-	0,83	1,48	93,8	11.500	-0,1
Lambda-Cialotrina	0,005	7	-	0,002	0,018	13	157.450	-1,67

Fonte: Sabin (2007), Paulino (2011), Casara et al. (2012), Filizola et al. (2002), Silva (2004)

AGRITOX (2011)

Organização: VAZ, L. (2013)

Tabela 3.11 – Interpretação das propriedades físico-químicas dos agrotóxicos analisados

Propriedades	Critérios para interpretação	Significado
Solubilidade em água (mg L ⁻¹)	≤ 50 = Baixa 50 - 500 = Moderada > 500 = Alta	Quantidade máxima por volume de água. Pode indicar a persistência no ambiente, uma vez que compostos muito solúveis tendem a ser não persistentes.
Coefficiente de partição octanol-água (log P)	< 2,7 = Baixa 2,7 – 3 = Moderada > 3,0 = Alta	Bioacumulação
Constante de dissociação (pKa à 25°C)	< 4 = Alto grau de dissociação iônica e composto pouco solúvel; 4 – 9 = Grau intermediário de dissociação iônica; >10 = Baixo grau de dissociação iônica. (Classificação estimada)	Indica o equilíbrio químico para a dissociação ácida em solução aquosa (sensível ao pH). Quanto menor o valor de pKa maior é o grau de dissociação iônica e, portanto, mais solúvel é a substância.
Pressão de vapor (20 °C, mPa)	< 1 10 ⁻⁶ = não volátil, menor capacidade de transporte e mobilidade atmosférica e maior persistência; 1 10 ⁻⁴ - 1 10 ⁻⁶ = estado intermediário, capacidade intermediária de transporte e mobilidade atmosférica e persistência média; >1 10 ⁻⁴ = volátil, maior capacidade de transporte e mobilidade atmosférica e menor persistência.	Indica volatilidade da substância pura à temperatura de referência. E também a capacidade de transporte da molécula orgânica, a mobilidade e a persistência no ambiente.
Constante de Henry (25 °C, Pa m ³ mol ⁻¹)	> 100 = volátil, menor persistência; 0,1 - 100 = moderadamente volátil e persistente < 0,1 = não volátil e altamente persistente	Indica volatilidade da substância em solução à temperatura de referência.
Degradação em fase aquosa (meia vida)	< 1 = rápida 1 - 14 = moderadamente rápida 14 - 30 = Lenta > 30 = estável	Importante parâmetro ambiental e analítico (estabilidade de amostra).
Constante de sorção carbono orgânico (Koc)	< 15 = muito móvel 15 - 75 = móvel 75 - 500 = moderadamente móvel 500 - 4000 = levemente móvel	Indica a tendência de sorção em partículas, retardando mobilidade e podendo aumentar persistência e proteção à degradação.

	> 4000 = não móvel	
Potencial de lixiviação	> 2,8 = lixiabilidade alta 2,8 - 1,8 = estado de transição < 1,8 = lixiabilidade baixa	Dissolução e transporte de material por percolação de água.

Fonte: Sabin (2007), Silva; Fay (2004)

Organização: VAZ, L. (2013)

A solubilidade é a quantidade máxima do agrotóxico que pode dissolver em água a uma determinada temperatura. Essa propriedade indica a tendência do agrotóxico ser carregado superficialmente no solo por água pluvial ou pela irrigação e, por conseguinte, atingir as águas superficiais. O conhecimento da solubilidade, por esse fato, é fundamental, uma vez que permite conhecer o potencial de transporte e destino do agrotóxico para água subterrânea.

Silva; Fay (2004) enfatizam, contudo, que o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) deve ser considerado como o indicador mais confiável para indicar o comportamento dos compostos orgânicos no solo do que a solubilidade. Porque o coeficiente k_{ow} permite mensurar o caráter de aversão (hidrofóbico) ou afinidade (hidrofílico) da molécula com a água (SILVA, 2004).

O referido coeficiente é definido pela relação da concentração de um agrotóxico na fase de n-octanol e sua concentração na fase aquosa saturada em n-octanol (SILVA; FAY, 2004, p. 46). O valor de k_{ow} normalmente varia entre 100 e 10 milhões e, decorrente desse alto valor, o coeficiente é expresso como $\log k_{ow}$.

Outra propriedade importante é a constante K_a , definida como a relação entre as espécies iônicas e moleculares de um composto orgânico ácido ou básico como função do pH (isto é, concentração de H_3O^+). Para comparar K_a e pH é frequentemente utilizado o $\log$ negativo de K_a denominado pK_a . O pK_a é um índice de força acidobásica de um composto e é definido com o pH, no qual a metade do composto está na forma ionizada e metade na forma não ionizada (SILVA; FAY, 2004, p. 43).

Ainda outra propriedade que deve ser estudada para análise do comportamento dos agrotóxicos no ambiente é a pressão de vapor, que é a pressão a uma determinada temperatura em que a fase de vapor está em equilíbrio com a fase líquida, sendo expressa em mm de Hg a 25°C. Através do valor da pressão de vapor é possível determinar o potencial de volatilização do composto orgânico, bem como, indicar seu potencial de transporte, mobilidade atmosférica e persistência no ambiente. Vale acrescentar que os grupos funcionais presentes na molécula exercem uma forte influência nessa propriedade química.

A constante da Lei de Henry (H), também chamada de coeficiente de partição ar/água no ambiente, expressa a condição de equilíbrio entre a concentração em solução de uma

molécula orgânica dissolvida [C] e a pressão parcial no ar acima da solução (P_c) a uma dada temperatura. Por definição, H tem como unidade $\text{atm mol}^{-1} \text{m}^{-3}$ (SILVA; FAY, 2004, p. 45).

O Tempo de meia vida indica a longevidade da molécula orgânica do composto parental, que é o tempo requerido para que a metade da concentração do agrotóxico desapareça independentemente da sua concentração inicial (SILVA; FAY, 2004, p. 48). É a partir do tempo de vida do composto que é possível determinar sua persistência no ambiente.

A persistência, conforme Silva; Fay (2004) compreende um termo relativo, que conceitua o período no qual o agrotóxico permanece inalterado. O IBAMA através do Manual de teste para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos (1990) estabelece a classificação dos agrotóxicos quanto a sua persistência. E a classificação é dada pela percentagem de desprendimento de $^{14}\text{CO}_2$ em 28 dias (Tabela 3.12).

Tabela 3.12 – Classificação dos agrotóxicos quanto à persistência

Porcentagem de desprendimento de $^{14}\text{CO}_2$ em 28 dias	$T_{1/2}$	Persistência
0%-1%	> 180 dias	Persistência alta
1%-10%	Entre 90 a 180 dias	Persistência média
10%-25%	Entre 30 a 90 dias	Persistência reduzida
Acima de 25%	< 30 dias	Não persistente

Fonte: IBAMA (1990)

A constante de sorção (K_{oc}) é representada pelo coeficiente de sorção do carbono orgânico normalizado também chamado de coeficiente de distribuição do carbono orgânico (K_{oc} ; mL/g). Tal coeficiente de sorção (K_{oc}) mede a tendência que um composto tem de sofrer partição entre a fase sólida e a solução no sistema solo-água (SILVA; FAY, 2004, p. 115).

O potencial de lixiviação, por fim, é uma propriedade que pode ser determinada segundo Silva (2004) pela solubilidade do composto em água, pela textura e estrutura do solo e pelo índice pluviométrico da região em questão. Existe um coeficiente que leva em consideração a persistência da molécula no solo e a força motriz envolvida no impedimento da lixiviação do agrotóxico para estimar em termos numéricos o potencial de lixiviação. É o índice de GUS (*Groundwater Ubiquity Score*), estabelecido em 1989 por Gustafson, para indicar a vulnerabilidade de águas subterrâneas (SILVA, 2004). Convém informar que esse índice apresenta várias limitações, contudo, é o mais utilizado para prever o potencial de lixiviação.

A interação entre essas propriedades supracitadas com as propriedades do solo resulta no comportamento da molécula de agrotóxico e seu efeito no ambiente. Na Tabela 3.10 estão relacionadas algumas propriedades físico-químicas dos agrotóxicos analisados nessa pesquisa.

Os dados elencados tanto na Tabela 3.10 quanto na Tabela 3.11 foram obtidos de várias fontes bibliográficas e de FISPQs dos ingredientes ativos estudados.

3.2.2.1 Atrazina

A atrazina é um herbicida pertencente ao grupo das triazinas, que segundo Silva; Fay (2004) é um grupo de compostos que no geral são de baixa toxicidade aos mamíferos, mas de alta persistência no solo podendo permanecer no ambiente por vários anos. Essa última característica pode ser explicada por possuir alto grau de dissociação e caráter alcalino (Tabela 3.10). Conforme explanam Silva; Fay (2004), os compostos pouco solúveis, mas de caráter alcalino, como a atrazina, são fortemente adsorvidos pelo solo.

Prova dessa forte adsorção no solo consistiu o estudo conduzido por Aquino (2008) com o objetivo de determinar a atrazina em um solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e num Gleissolo Melânico TB distrófico localizados em áreas de encosta e várzea, respectivamente. Ambas cultivadas com milho há onze anos. A atrazina foi encontrada em amostras de solo após 154 dias de aplicação e a uma profundidade de até 70 cm, sendo encontrada na água subterrânea em concentrações variando de 0,04 a 0,14 µg/L e também em todas as amostras de sedimentos de perdas de solo e de águas de enxurrada.

Aquino (2008) afirma que a erosão foi o principal meio de transporte da atrazina, sendo a lixiviação um processo importante nas áreas mais baixas, próximas às margens dos corpos hídricos. O estudo mais recente de Pinheiro et al. (2011) chegou a mesma conclusão sobre o potencial de lixiviação da atrazina e da lambda-cialotrina, destacando-se para as concentrações encontradas em profundidades de até 100 cm.

A atrazina foi sintetizada quimicamente em 1958 pela empresa CIBA-GEIGY (AQUINO, 2008). E após isso seu uso foi intensamente difundido. No Brasil, a atrazina é responsável por 5% da comercialização de agrotóxicos. Em relação à toxicidade a atrazina é moderadamente tóxica aos organismos aquáticos, já aos organismos do solo as triazinas, no geral, são ligeiramente tóxicas.

Segundo Mendes; Oliveira (2004) a intoxicação em carneiros e no gado produz espasmos musculares, fasciculações e elevação do esforço respiratório. No homem, de acordo com os aludidos autores, a intoxicação aguda pode desencadear degeneração do sistema produtor de adrenalina, congestão de pulmões, fígado e rins. Seu potencial de bioacumulação é moderado o que a torna um agrotóxico medianamente tóxico (Figura 3.4).

O IBAMA classifica ambientalmente a atrazina como um produto muito perigoso e a ANVISA a classifica toxicologicamente como uma substância medianamente tóxica. O efeito residual desse grupo de fungicida compreende o principal impacto ambiental que pode ser engendrado em decorrência do seu uso, uma vez que os efeitos da persistência no solo podem produzir adversidades diretas ou indiretas, ainda não completamente mensuradas.

Não obstante constitua um agrotóxico pouco solúvel em água seu potencial de lixiviação é alto o que atenua os efeitos adversos advindos da sua maior persistência no solo, mesmo por que embora seja um composto estável no solo é pouco persistente na água (Tabela 3.10). Por outro lado seu alto potencial de lixiviação aumenta o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas e, por conseguinte, o potencial de exposição dos organismos aquáticos.

É um agrotóxico que em solução não é volátil, apresentando esta característica, quando está com grau de pureza elevado. Silva; Fay (2004) explicam que sobre essa resistência a volatilização quando está em solução e pelas características da atrazina em permanecer na superfície por longos períodos de tempo e por ser resistente à degradação faz com que esse composto seja mais susceptível a ser transportado por escoamento superficial.

De modo que é frequentemente encontrado em águas superficiais, e na maior parte das vezes em concentrações abaixo do VMP. Paulino (2011) informa também que a atrazina já foi encontrada até em águas de precipitações e em locais distantes como acima do círculo ártico.

E justamente por essas frequentes contaminações verificadas na água que a atrazina teve seu padrão reduzido em vários países da Europa (PAULINO, 2011), tendo sido proibido em 1991 por alguns deles como a Alemanha, a França e a Itália. No Brasil, a atrazina tem registro pela ANVISA para ser aplicada nas seguintes culturas: milho, sorgo, abacaxi, cana-de-açúcar, pinus, seringueira e sisal.

3.2.2.2 Ciproconazol

O ciproconazol é um ingrediente ativo utilizado como fungicida. O grupo químico desse composto é o estrobilurina. De acordo com Silva; Fay (2004) a maioria dos fungicidas tem relativamente baixa toxicidade aos mamíferos e, estreito espectro de toxicidade para organismos do solo e aquático, com exceção dos microorganismos do solo, que são adversamente afetados.

Caracteriza-se por ser um agrotóxico de moderada solubilidade em água e alta volatilidade, apresentando grande capacidade de transporte e mobilidade atmosférica. Em

solução não é volátil (Tabela 3.10). A degradação do ciproconazol é lenta na água, podendo ser considerado estável e persistente. No solo, porém, tem potencial acentuado de lixiviabilidade. Vale destacar ainda que tem alto potencial de bioacumulação (Tabela 3.10).

Esse ingrediente ativo está registrado na ANVISA para ser utilizados nas seguintes culturas: soja, milho, eucalipto, algodão, alho, arroz, aveia, batata, café, cana-de-açúcar, cevada, crisântemo, figo, girassol, goiaba, maçã, melancia, melão, pêssego, trigo e uva.

3.2.2.3 Endossulfam

O endossulfam é um agrotóxico da classe dos inseticidas que tem o modo de ação não sistêmico; é constituído pela mistura de dois isômeros, sendo 70% de α -Endossulfam e 30% de β -Endossulfam. Os compostos do endossulfam são basicamente carbono, cloro e hidrogênio, composição do grupo dos agrotóxicos organoclorados. O grupo é caracterizado, principalmente, pela sua alta persistência no ambiente, alta toxicidade e capacidade de bioacumulação na cadeia alimentar.

O Thiodan, produto comercial composto pelo ingrediente ativo endossulfam, foi introduzido no mercado em 1957, sendo desenvolvido pela empresa alemã *Hoeschst Aktiengesellschaft* (MORAES, 2011). Desde então, tem sido largamente utilizado no Brasil e no mundo. No Estado de Goiás é o décimo oitavo agrotóxico mais utilizado dentre os 124 ingredientes ativos de agrotóxicos de comercialização controlada pelo MAPA.

Caracteriza-se por ser pouco solúvel em água e muito volátil, apresentando grande capacidade de transporte e mobilidade atmosférica. Em solução é moderadamente volátil (Tabela 3.10). A degradação do endossulfam é lenta no ambiente, sendo um composto não persistente na água (Tabela 3.10). Vale destacar ainda que tem baixa lixiviabilidade o que atenua as chances de ser encontrado em águas superficiais.

Talvez esse seja um dos motivos do porque as quantidades de organoclorados ingeridas pelo homem serem veiculadas essencialmente pelos alimentos, representando o contributo hídrico, de acordo com Mendes; Oliveira (2004), uma fração diminuta do total. De acordo, contudo, com levantamentos realizados pela EPA nos EUA, o endossulfam foge dessa regra. A contaminação de pessoas por endossulfam são provenientes em 53% dos casos pela ingestão de água contaminada e em 47% dos casos pelo consumo de alimentos a base de peixes contaminados.

As características desfavoráveis dos agrotóxicos organoclorados, em termos de complicações para saúde e para higidez ambiental, instigaram vários países do mundo a

proibirem seu uso. O endossulfam, por exemplo, já está proibido em 45 países e a partir de 31 de julho de 2013 também foi proibido de importação e utilização no Brasil. (BRASIL, 2010). Os passivos ambientais, contudo, advindos da utilização intensificada desse agrotóxico ainda podem permanecer por anos.

3.2.2.4 Lambda Cialotrina

A lambda-cialotrina é o ingrediente ativo que compõem inseticidas como Engeo Pleno e Ampligo, da Syngenta. Pertence ao grupo dos piretróides e tem modo de ação sistêmico. Os piretróides, segundo Silva; Fay (2004) são inseticidas orgânicos de origem vegetal que possuem menor toxicidade aos mamíferos e, menor persistência no ambiente que outros inseticidas orgânicos. Os piretróides, contudo, são altamente tóxicos para insetos, peixes e outros organismos aquáticos, o que lhes confere a adversa característica de agir sobre um amplo espectro.

Esse agrotóxico caracteriza-se por ser pouco solúvel em água e muito volátil, apresentando grande capacidade de mobilidade atmosférica. Em solução, porém, não é volátil (Tabela 3.10). Possui degradação lenta no ambiente, sendo um composto estável e de alto potencial bioacumulativo (Tabela 3.10).

A Lambda-Cialotrina é regulada pela ANVISA para atuar nas seguintes culturas: soja, milho, sorgo, pastagem, agrião, alface, algodão, alho, aveia, arroz, amendoim, batata, brócolis, café, cana-de-açúcar, cebola, crisântemo, coentro, cevada, citros, couve, feijão, figo, fumo, girassol, manga, melão, morango, pepino, pimentão, repolho, rosa, tomate, trigo e uva.

3.3 Qualidade da Água para Consumo Humano: presença de agrotóxicos em manancias

A afirmativa baseada em termos técnicos de que se é possível potabilizar qualquer tipo de água é comum e verdadeira. Os riscos sanitários e os custos envolvidos para alcançar o tratamento de água contaminada são, contudo, muito elevados. O que exige o emprego de técnicas mais complexas e sofisticadas (PÁDUA, 2010). Perante essa realidade, hodiernamente, não é uma assertiva real a possibilidade de potabilização de qualquer tipo de água pelo sistema de tratamento fornecido pelas empresas estaduais e municipais de Saneamento do Brasil.

Os riscos sanitários que dificultam o tratamento confiável da água pelas empresas de Saneamento são, dentre outros, a presença de agrotóxicos e demais produtos químicos

perigosos na água bruta de mananciais que têm sua água captada para abastecimento para consumo humano. A presença desses compostos representa segundo Mendes; Oliveira (2004) um problema grave e de solução de eficiência variável concernente ao tratamento de água.

Os autores explicam que os recursos para retirada de agrotóxicos da água que é destinada para consumo humano pode ser feita pelas etapas de tratamento convencional do tipo floculação/coagulação/filtração. Mendes; Oliveira (2004), Ferreira; Pádua (2010), Libânio (2010) e Menezes (2006) acentuam, contudo, que a eficiência dessas etapas é variável e a remoção de agrotóxicos nas Estações de Tratamento de Água é limitada.

A limitação ocorre porque nem sempre o agrotóxico está associado aos sedimentos que precipitam durante o processo de decantação promovido nas ETAs. Quando o agrotóxico está solubilizado na água e não é introduzida nenhuma etapa que possibilite a precipitação desse composto, então, nenhum dos passos que compõe o tratamento convencional consegue retirar o agrotóxico da água.

A solução parcial existente é o emprego de etapas adicionais no processo de tratamento da água. Existem duas principais alternativas nesses casos. A primeira é a utilização de processos oxidativos e a segunda é de processos de adsorção mediante aplicação de carvão ativado na etapa de filtração.

O processo de oxidação tem a finalidade de oxidar a matéria orgânica e inorgânica presente na água, facilitando sua remoção posterior (PÁDUA, 2010, p. 534). Existem dois tipos de oxidação, a oxidação química e a oxidação por meio da aeração. A oxidação por aeração consiste na introdução de ar na água, mediante aeradores, para indução da volatilização de compostos voláteis e oxidáveis, bem como volatilização de gases indesejáveis.

A oxidação química, por sua vez, compreende a adição na água de oxidantes químicos, como: ozônio, cloro, dióxido de cloro, permanganato de potássio e peróxido de hidrogênio (PÁDUA, 2010). A adoção desse tipo de oxidação promove a elevação do pH que, por sua vez, provoca a aceleração na remoção de metais por meio da formação de precipitado, uma vez que como explana Pádua (2010), esse procedimento permite que alguns metais se tornem insolúveis na água, o que possibilita sua remoção através do processo de coagulação, floculação e decantação.

Porém, mesmos esses processos possuem segundo, Mendes; Oliveira (2004), eficiência relativa em relação à remoção de algumas substâncias cloradas, já que nem toda a quantidade presente na água é retirada. Além disso, a oxidação química da água bruta não permite a redução significativa da concentração de carbono orgânico total (COT), e por isso

não é recomendada, apesar dos compostos orgânicos ficarem com menor massa molecular. Adicionalmente, e, sobretudo, a oxidação química promove a formação de subprodutos que são até mais prejudiciais à saúde do ser humano do que sua forma não oxidada; tornando mais recomendável a adoção de processos de adsorção.

A adsorção tem maior eficiência para remoção de agrotóxicos e outras substâncias pertencentes ao grupo dos organoclorados em comparação com o processo de oxidação. Pádua (2010, p. 537) expõe que os processos de adsorção utilizados na remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos podem ser representados, simplificadaamente, pela reação $A + B \rightleftharpoons AB$, em que A corresponde a substância adsorvida, denominada de adsorvato e representada no caso pelos contaminantes orgânicos e inorgânicos e B corresponde ao chamado adsorvente.

O princípio de funcionamento da adsorção é a atuação de forças químicas (ligações de hidrogênio, interações dipolo-dipolo e forças de Van der Waals) entre as moléculas do adsorvato com as moléculas do adsorvente até que se igualem as velocidades de reação nos dois sentidos. Isto é até que ocorra um equilíbrio entre adsorvato e adsorvente, momento a partir do qual não ocorre adsorção adicional, sendo necessária limpeza do adsorvente.

Os principais adsorventes utilizados no tratamento de água são a alumina e o carvão ativado. Adicionalmente, o emprego de alguns tipos de argilas é utilizado no processo de filtração. Mas, frequentemente a adoção do carvão ativado é preferida. Existem duas modalidades em que o carvão ativado é disponibilizado, carvão ativado em pó (CAP) e carvão ativado granulado (GAG). O primeiro é o mais usado nas ETAs brasileiras por ser o mais eficiente na adsorção de substâncias indesejáveis presentes na água (PÁDUA, 2010).

De acordo com Mendes; Oliveira (2004) a inserção do carvão ativado como adsorvente no processo de filtração é uma das melhores soluções em termos de tratamento de água contaminada com agrotóxicos e outros compostos químicos orgânicos e inorgânicos, uma vez que garante a retenção de até 90% desses compostos.

Por outro lado, 10% de substâncias químicas não retidas ainda é um valor alto demais se considerando a periculosidade dos compostos tratados. Afinal o estabelecimento dos padrões de agrotóxicos é realizado com base no conceito de Ingestão Diária Tolerável (IDT). Ferreira; Pádua (2010) explanam que o IDT consiste a quantidade de um produto químico que se pode ingerir diariamente durante toda a vida sem correr risco apreciável. É um valor expresso em função da massa corporal (60 Kg) e do consumo diário *per capita* de água (2L) (LIBÂNIO, 2010).

Sob essa conjuntura, a contaminação da água por 10% da quantidade total de contaminantes químicos refletirá inevitavelmente na contaminação da população. Afinal não é possível garantir que a água de um manancial que tem sua bacia hidrográfica utilizada para prática agrícola estará contaminado com apenas um tipo de ingrediente ativo ou um tipo de grupo químico de agrotóxico, mas, certamente, por um rol de ingredientes ativos de variadas classes. Motivo pelo qual a água deve ser tratada em um nível de 100% de eficiência de alcance de potabilização.

Além do mais, agrotóxicos do grupo dos organoclorados podem acumular na cadeia alimentar em qualquer quantidade que estejam presentes, como discutido em tópico anterior. Diversas pesquisas comprovaram que a presença de compostos organoclorados na água de abastecimento para consumo humano elevam os riscos de câncer, danos ao fígado, ao sistema nervoso, cardíaco, endócrino e reprodutor (LIBÂNIO, 2010, p. 62).

A eficiência de 100% de remoção de agrotóxicos, contudo, não é sempre alcançada, como visto brevemente na discussão supracitada. De forma que a solução mais eficiente para esse tipo de contaminação é a adoção de medidas preventivas. As estratégias de reflorestamento de Matas Ciliares, acompanhamento das alterações no uso e na ocupação da terra na bacia ao longo do tempo, análise periódica do histórico da qualidade da água, treinamento de agricultores e consumidores de agrotóxicos e proteção da montante do manancial são as ações convenientes para assegurar a qualidade da água. Já que, a própria ETA não pode garantir tal qualidade com segurança total.

De início, como acentua Libânio (2010) faz-se necessário a elaboração detalhada de um diagnóstico da bacia hidrográfica. Um diagnóstico ambiental que abarque o levantamento do uso e ocupação da terra e analise a potencialidade de tais usos impactarem a qualidade da água, superficial ou subterrânea. Avaliação do risco em termos de distância das atividades antrópicas praticadas na bacia hidrográfica com o corpo hídrico e com o local de captação da água destinada para abastecimento da população. Levantamento das propriedades físico químicas do solo e observação da existência de cobertura vegetal nativa nas Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Pelos riscos potenciais à saúde e uso crescente e intenso de agrotóxicos, estes compostos merecem destaque ao se fazer inspeção sanitária da bacia hidrográfica. E, concomitantemente, merecem destaque quando da realização do diagnóstico de uso e ocupação da terra na bacia, bem como, quando do planejamento, elaboração e implementação de programas de reflorestamento ou programas de controle da poluição.

A execução das ações citadas deve, necessariamente, serem realizadas em escala local. A Constituição Federal e o Código das Águas estabelecem, contudo, que o Estado seja o responsável pelo monitoramento dos usos e ocupações impingidas nas bacias Hidrográficas. Ao não darem a competência legal para os municípios monitorar e autorizar os usos da água e da terra nas bacias hidrográficas; criam uma situação no mínimo frágil para os órgãos municipais.

Adicionalmente, é importante lembrar que os recursos humanos e financeiros do Estado, que por sua vez é um território composto por centenas de municípios, não conseguem diagnosticar e monitorar adequadamente todas as bacias hidrográficas. Daí o surgimento das lacunas de gestão da água e do uso e ocupação da terra, precipuamente concernente ao monitoramento da qualidade da água.

E daí advém as contradições, divergências e dissociações entre programas de prevenção da poluição da água com os programas de determinação do uso da terra. Por esses motivos que o monitoramento do uso da terra não pode estar dissociado do monitoramento do uso da água. E, embora, nenhuma norma jurídica tenha definido com clareza a relação entre a gestão das águas como ordenamento do território, esses dois temas devem necessariamente ser gerenciados em conjunto e numa única esfera pública. Afinal, são os usos e ocupações engendrados na terra que definirão o nível de qualidade da água.

Sob essa conjuntura, a solução é que cada município monitore a qualidade da água de suas bacias hidrográficas, bem como o uso e ocupação da terra. E assuma, por conseguinte, a competência legal de autorizar o uso da água e da terra. O Estado, por sua vez, deve atuar na fiscalização desse monitoramento e no incentivo de verbas para que ele ocorra não na execução dele. Afinal, como já frisado, a estruturação atual de recursos humanos e financeiros não possibilita o monitoramento do total de bacias hidrográficas do território de um Estado.

Nesse contexto de atuação municipal, os Comitês de Bacias e os Conselhos de Recursos Hídricos devem participar ativamente no processo decisório de autorização do uso da água e do uso da terra. E, juntamente, com a esfera pública devem contribuir com o monitoramento da qualidade da água, visando garantir eficiência na implantação dos Programas de Prevenção da Poluição e, adicionalmente, maior equilíbrio de forças no processo decisório.

A construção de laboratórios químicos de análise de água melhor equipados e distribuídos em pontos estratégicos de um Estado, certamente, é outra necessidade fundamental para garantir eficácia no monitoramento da qualidade da água por parte de entidades municipais. Hodiernamente, nem todos os parâmetros de qualidade da água

estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 2011 são analisados e monitorados na periodicidade estabelecida por essa norma jurídica nas Estações de Tratamento de Água. O motivo é a ausência e/ou escassez, justamente de laboratórios equipados, recursos financeiros e humanos, responsabilidades que são, hoje, do Estado.

Para finalizar a discussão, vale salientar que a adoção do valor tolerância zero para uso de determinadas substâncias na agricultura também é uma atitude preventiva que deve ser considerada, sobretudo, quando se tratar de produtos com potencial bioacumulativo como é o caso dos agrotóxicos do grupo dos organoclorados. Tais agrotóxicos devem ser banidos do mercado, já que sua eficiência agrônômica não justifica a continuação da incidência dos graves riscos à saúde humana e a higidez ambiental que provocam.

4 ÁREA DE ESTUDO

“[...] Goiás, adonde tem vagarosos grandes rios, de água sempre tão clara
aprazível, correndo em deita de cristal roseado.”
Guimarães Rosa – Grande Sertão: Veredas (1956).

A bacia hidrográfica objeto deste estudo é a bacia do ribeirão Vai-Vem, localizada entre o plano cartesiano de 786152 a 804673 ME e de 8012299 a 8052507 MN, na Zona 22 (IBGE) (Figura 4.1). Possui uma área de 416,21 km² (ROCHA, 2012) e está totalmente inserida na área abrangida pelo município de Ipameri (GO), localizado por sua vez na mesorregião do Sul Goiano, região Sudeste do Estado e na microrregião de Catalão (IBGE, 2013).

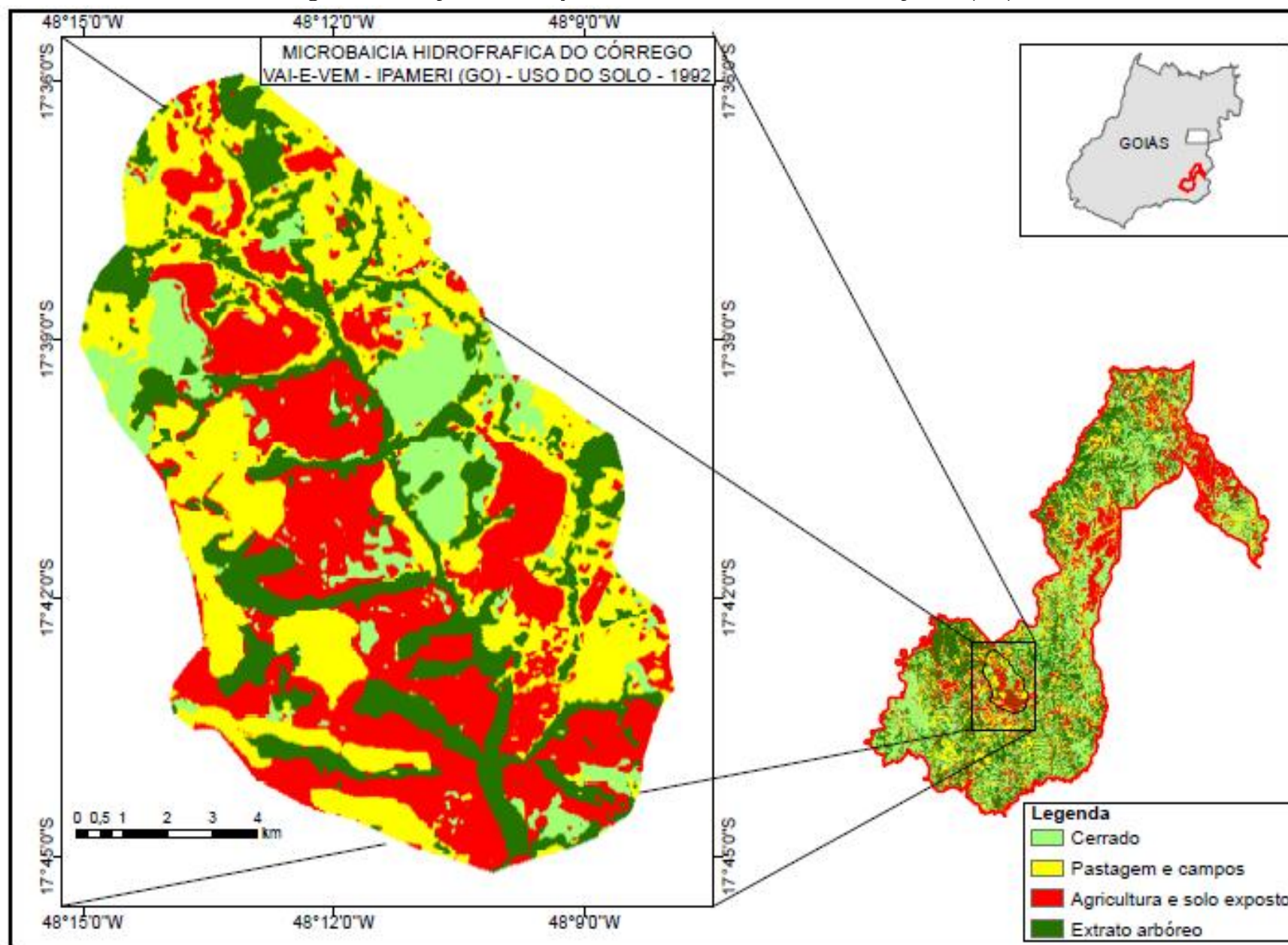
O município de Ipameri limita-se ao Norte com os municípios de Cristalina e Luziânia; a Noroeste com Orizona e Urutaí; a Oeste com Pires do Rio e Caldas Novas; a Sudeste com Corumbáiba; ao Sul com Goiandira e Nova Aurora; a Leste com Catalão; e a Nordeste com Campo Alegre de Goiás (SEMMA, 2005, p. 03). Ipameri está localizado a 300 km de Brasília, 193 km de Goiânia, Capital do Estado e 60,5 km de Catalão.

A área do município é de 4.369 km², e a população estimada é de 25.980 habitantes com densidade demográfica de 5,66 hab./km² (IBGE, 2013). O distrito foi criado em 31 de julho de 1845, pela Lei Provincial nº 2, e o município em 12 de setembro de 1870, pela Lei nº 446 (IBGE, 2013). O topônimo originou-se de ‘Ipau-mery’, palavra indígena que significa entre águas ou entre rios, usada pelos indígenas para designar o local drenado pela bacia do ribeirão Vai-Vem.

Nas margens desse ribeirão que se ergueram as primeiras moradias da cidade, por volta do ano de 1816 (SEMMA, 2005). O ribeirão Vai-Vem nasce na propriedade Fazenda Mariana, e recebe tributários de 46 nascentes da região (VAZ, 2009), bem como, do ribeirão das Lages, do córrego Matadouro, do córrego do Atalho e do córrego Lava Pés.

O ribeirão é o manancial do município de Ipameri e suas águas são distribuídas à população após tratamento convencional, representando a única fonte de abastecimento público de água da cidade.

Figura 4.1 – Mapa de localização da bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

4.1 Hidrologia

A bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem está totalmente inserida no município de Ipameri tendo suas águas desaguadas no rio Veríssimo que é afluente do rio Paranaíba, que por sua vez, faz parte da grande Bacia do rio Prata. O principal curso d'água dessa microrregião é o ribeirão Vai Vem, que possui como característica marcante sua acentuada sinuosidade, responsável inclusive pelo seu nome.

4.2 Geologia Regional

O terreno da área de estudo é constituído por uma formação rochosa (maciço goiano), antiga, do período pré-cambriano pertencente predominantemente às unidades geológicas do grupo Araxá. Esses grupos foram determinados por Barbosa⁸ et al. (1969 apud ARAÚJO; MORETON, 2008) no Projeto Brasília que definiu o Grupo Araxá como um depositado discordantemente sobre o Complexo Basal e, constituído predominantemente por uma sequência metamórfica do fácies epidotoanfíbrito do Pré-cambriano inferior.

As condições litológicas basicamente encontradas são micas-xisto e quartzitos como xistos grafitosos e ferruginosos; também ocorre presença de anfibólitos e rochas calcárias. A compartimentação geomorfológica predominante na região é a do Planalto Cristalino (SEMMA, 2005, p. 05).

4.3 Geomorfologia

O município de Ipameri está inscrito no âmbito da Folha SE. 22 Goiânia. A área apresenta formas de relevo pertencentes ao Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e ao Planalto Rebaixado de Goiânia (ROCHA, 2012).

A cidade de Ipameri possui basicamente um tipo de relevo de topografia suave e terreno composto por rochas mais resistentes. Os níveis altimétricos mais elevados atingem 800 metros, formando relevo de chapadas e elevação (serras e morros) (SEMMA, 2005, p. 05).

O solo do Cerrado a exemplo da vegetação, como colocam Sano et al. (2008) apresenta grande diversidade, possuindo como solo dominante os dos tipos latossolos

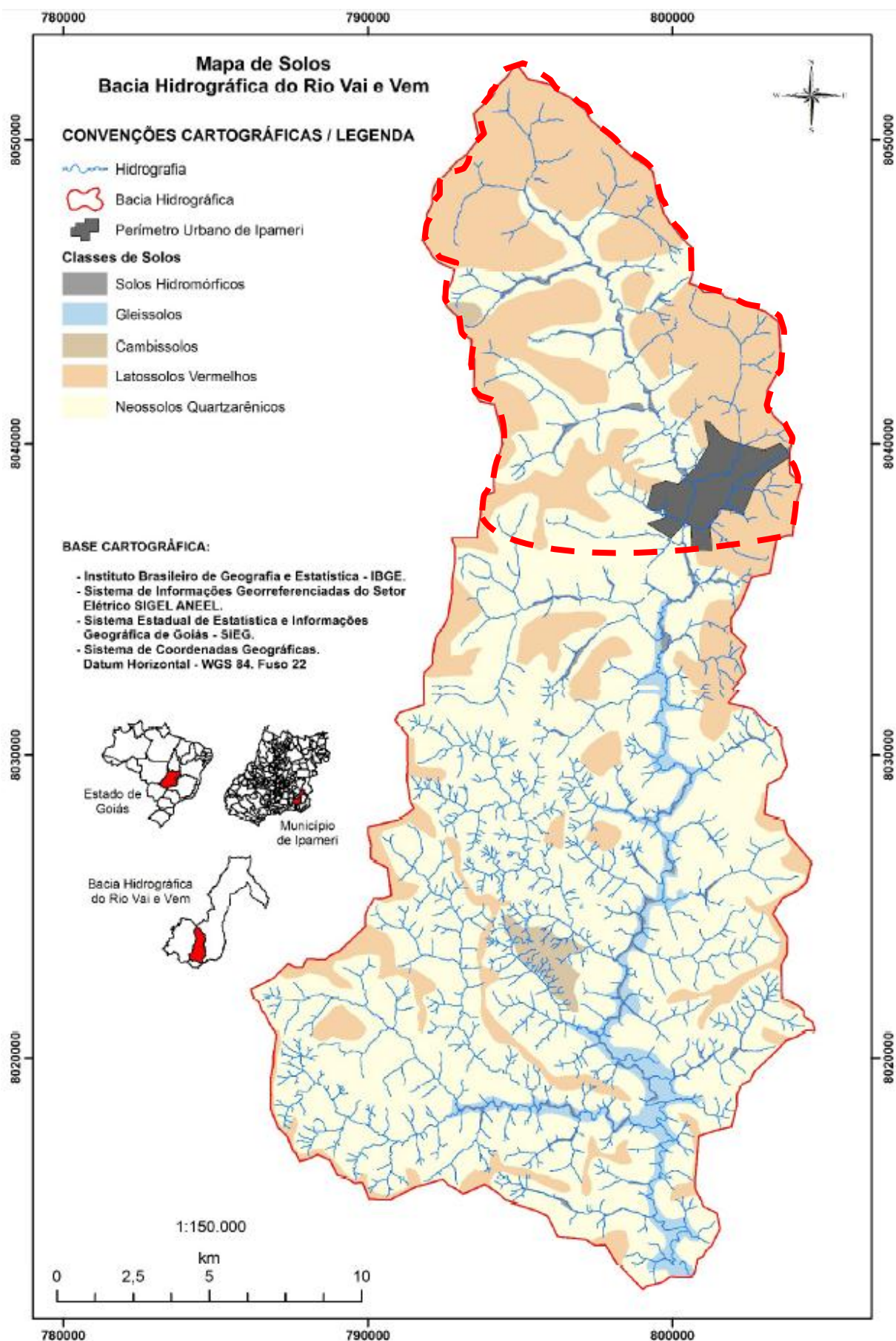
⁸ BARBOSA, O. et al. **Projeto Brasília – Goiás: geologia e inventário dos recursos minerais**. Goiânia: DNPM, 1969. 225 p.

vermelho escuro. E por assim ser o solo tem baixa fertilidade para alguns cultivos, porém, as condições topográficas e climáticas são bastante favoráveis. Daí a vasta utilização da região para produção agrícola. São frequentes também os cambissolos e os solos litólicos. Já nos fundos de vale encontra-se gleissolos e os solos hidromórficos (ROCHA, 2012).

Em toda a bacia do ribeirão Vai-Vem e, mais especificamente na área de estudo dessa pesquisa, é predominante o latossolo vermelho amarelo, ocorrendo em alguns pontos a presença de cambissolos. Nas Matas Ciliares o solo é basicamente composto por neossolos quartzarênicos, que possuem textura mais arenosa (ROCHA, 2012) (Figura 4.2).

Quanto à declividade da área da bacia Rocha (2012) nota que os declives variam entre 0 a 11%, sendo maior em certos setores da bacia que em outros. Na parte norte da bacia, área investigada nessa pesquisa, a declividade apresenta em sua maior parte (53,77% dessa área) valores de 2 a 5%.

Figura 4.2 – Solos na bacia do ribeirão Vai-Vem com destaque para área estudada na pesquisa



Fonte: Rocha (2012)
Organização: VAZ, L. (2013)

4.4 Clima

O clima da região é Tropical Úmido, marcado pela alternância entre estações secas e estações chuvosas. Conforme Ab' Saber (2003), nessa região de Cerrado ocorre setores de climas subquentes e úmidos, com três a cinco meses secos, de julho a setembro, podendo atingir até outubro, opondo-se a seis ou sete meses relativamente chuvosos, de outubro a abril, sendo a média anual do índice pluviométrico de 1.532 mm. No período seco as precipitações variam de 20 a 200 mm enquanto, no período chuvoso, podem variar de 1.200 a 2.500 mm o que corresponde a 95% das precipitações anuais (IMB, 2012).

As temperaturas médias anuais variam de 18 a 26° C, e a umidade do ar atinge níveis muito baixos no inverno seco (38 a 40%) e outros muito elevados no verão chuvoso (95 a 97%). Os meses de agosto e setembro apresentam as maiores temperaturas do ar atingindo em torno de 34°C, enquanto que as médias mínimas (em torno de 12°C) ocorrem nos meses de junho e julho, no sudeste e sudoeste goiano (IMB, 2012).

4.5 Vegetação Natural

A vegetação predominante da área de estudo é a do Cerrado caracterizada de acordo com Ab' Saber (2003) pela presença de pequenas árvores de troncos torcidos e recurvados e de folhas grossas, esparsas em meio a uma vegetação rala e rasteira, misturando-se, às vezes, com campos limpos ou matas de árvores não muito altas.

O Domínio Morfoclimático do Cerrado possui uma extensão aproximada de 02 milhões de km² e se estende por dez Estados do Brasil Central incluindo o Distrito Federal, a saber: Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Piauí, São Paulo, Tocantins, Rondônia e Maranhão (SANO et al., 2008).

Ocorre em altitudes que variam de 300 m a mais de 1600 m e, por se localizar em regiões elevadas em relação ao nível do mar contribui significativamente para o processo de distribuição dos recursos hídricos pelo país, sendo o responsável pelo abastecimento das nascentes que originam seis das oito bacias hidrográficas brasileiras, excetuando apenas as bacias do rio Uruguai e do Atlântico Sudeste (CHAVES, 2008).

A vegetação na bacia do ribeirão Vai Vem como no restante do território brasileiro abrangido pelo Domínio Morfoclimático do Cerrado está em larga escala devastada (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Presença de vegetação nativa do Cerrado em meio à pastagem plantada na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2013)

De acordo com Ferreira (2008) o Cerrado pode ter sua fisionomia descrita pela divisão de três formações principais, que por sua vez englobam onze tipos fitofisionômicos gerais, sendo esses: (1) Formações Florestais: Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão; (2) Formações Savânicas: Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda; (3) Formações Campestres: Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo. Algumas dessas formações de Cerrado possuem presença marcante na bacia do ribeirão Vai-Vem, como a ocorrência de Veredas e Campos Limpos na sua extensão.

Veredas de acordo com a descrição da Lei nº 12.651 de 2011 são fitofisionomias de savana, encontradas em solos hidromórficos. Ferreira (2008) as descreve como fitofisionomias com palmeiras arbóreas que comumente podem ser encontradas próximas as nascentes dos cursos de água ou na borda de matas de galeria (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Presença de Vereda na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012)

O Campo Limpo é definido por Ferreira (2008) como uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência de árvores. Pode ser encontrado circundado Veredas como ocorre na bacia do ribeirão Vai-Vem. (Figura 4.5).

Figura 4.5 – Presença de Campo Limpo na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012)

A Mata Ciliar no Cerrado é caracterizada por Ferreira (2008) como a vegetação florestal que margeia os corpos de água de médio e grande porte e dificilmente ultrapassa 100 metros de largura em cada margem. É constituída por árvores eretas, na sua maioria, e que atingem alturas entre 20 a 30 metros, ou maior.

A Mata de Galeria por sua vez é caracterizada pela vegetação florestal que margeia os corpos de água de pequeno porte, formando corredores fechados sobre esses. Como o ribeirão Vai-Vem pode ser definido como um corpo de água de pequeno porte as matas que o acompanham caracterizam Matas de Galeria. (Figura 4.6).

Figura 4.6 – Mata de Galeria na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012)

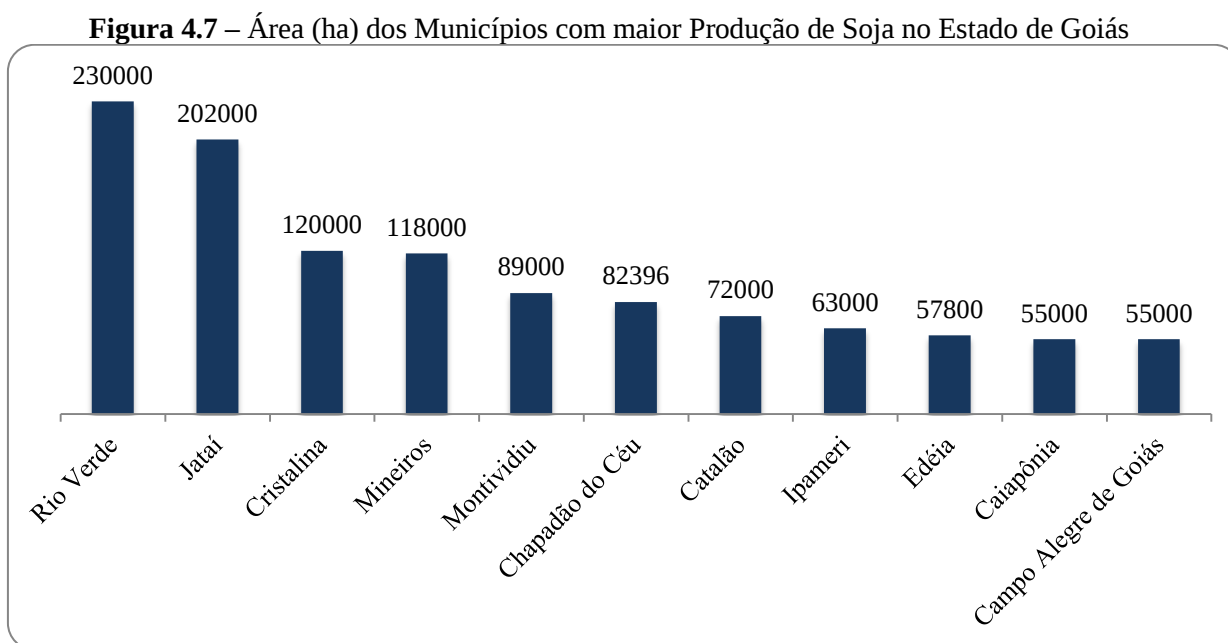
4.6 Uso da Terra

Como resultado do processo de incentivo a modernização agrícola da região central do Brasil, o município de Ipameri foi palco, a partir da década de 1960, da inserção das seguintes atividades econômicas: agricultura extensiva mecanizada e quimificada como atividade principal, agricultura de subsistência em um número menor de estabelecimentos, pecuária de corte e leite, pequenas unidades de produção e sistema de coleta e extrativismo (SEMMA, 2005, p. 14).

Nota-se que o uso do solo na bacia do ribeirão Vai-Vem é relativamente uniforme, predominando a atividade da agricultura extensiva mecanizada e quimificada seguida de pecuária de corte e leite e criação de peixes. As características dos usos de sistemas de preparo do solo que envolve um rol de operações e resulta numa pulverização excessiva é, com certeza, a principal causa da degradação dos solos e dos mananciais de água na área de estudo.

As culturas plantadas no município de Ipameri baseadas no sistema da agricultura quimificada e tecnificada são: algodão, arroz, milho, sorgo e soja. Na área próxima ao ribeirão

as principais culturas plantadas são soja e milho, sendo essa primeira a mais expressiva no tocante a área plantada e colhida, 72% da área utilizada para produção agrícola no município de Ipameri é plantada com soja fornecendo ao município a posição de 8º do Estado de Goiás responsável pela maior Produção dessa leguminosa. Fica atrás apenas dos municípios de: Rio Verde, Jataí, Cristalina, Mineiros, Montividiu, Chapadão e Catalão (Figura 4.7).



Fonte: IBGE (2007)
Organização: VAZ, L. (2013)

No tocante a saneamento ambiental, a principal característica da bacia é a ausência de tratamento de esgoto sanitário tanto na área urbana como rural. Na área rural é expressiva a contaminação das águas pelo lançamento *in natura* do efluente da criação de peixes no ribeirão Vai-Vem. E já compromete a qualidade da água na região, também o efluente provindo da endoderiva que ocorre nas plantações de soja, sorgo, milho e demais citadas. Torna-se importante destacar também a escassa cobertura vegetal nativa das nascentes que são expostas ao pisoteio do gado e aos processos de assoreamento decorrente dessa atividade e do desmatamento da área circundante.

De forma geral os principais problemas ambientais observados na zona rural da área drenada pela bacia do ribeirão Vai-Vem são (VAZ, 2009):

1. Comprometimento da qualidade da água pela intensa aplicação de fungicidas, herbicidas, inseticidas, fertilizantes, dentre outros;
2. Comprometimento da qualidade da água pela proximidade de tanques de criação de peixes com o ribeirão Vai-Vem;

3. Comprometimento da qualidade da água por efluentes advindos de currais, pocilgas e granjas;
4. Comprometimento da qualidade da água por resíduos sólidos das residências rurais próximas;
5. Supressão da Mata Ciliar para plantação de *Brachiaria decumbens*;
6. Desmatamento da área drenada pela bacia do ribeirão Vai-Vem para introdução de pastagens e atividades agrícolas baseadas no uso de maquinários e pesticidas;
7. Desmatamento da Mata Ciliar ao redor das nascentes do ribeirão Vai-Vem;
8. Pisoteio das nascentes pelo gado;
9. Desaparecimento de nascentes (De 50 nascentes catalogadas na década de 1990 pela SANEAGO encontrou-se apenas 46 nascentes em 2009);
10. Aparecimentos de focos de erosão nas áreas de pastagem, o que contribui para desestabilizar a capacidade do solo em suportar a germinação e crescimento vegetal;

5 MATERIAIS E MÉTODOS

“Devemos lutar sem cessar contra a deificação da razão que, entretanto, é nossa única ferramenta confiável, à condição de ser não só crítica, mas autocrítica.”

Edgar Morin - Introdução ao Pensamento Complexo (2007)

5.1 Descrição do Método

A água da bacia do ribeirão Vai-Vem está cada vez mais inserida na realidade de escassez qualitativa hídrica. As nascentes localizadas antes da captação de água da referida bacia se encontram em estado avançado de degradação e apenas três delas dentre as 46 possuem densidade vegetal aceitável (VAZ, 2009) conforme dita a Lei n.º 12.651 de 2012. O restante apresenta nítida escassez de Mata Ciliar e, em alguns trechos das margens do ribeirão, ausência total de cobertura vegetal nativa.

Vale elucidar que essas constatações advêm de observações conduzidas durante a construção da pesquisa intitulada Diagnóstico em Nascentes do Ribeirão Vai-Vem conduzida por Vaz (2009). A essas observações empregadas se podem denominar de observações visíveis, que consistem segundo George (1986) o primeiro tempo no processo mental de pesquisar.

Para o referido autor compreendem um instrumento de excelência que permite o estudo de determinado objeto, um procedimento metodológico geográfico que exige dois comportamentos mentais para ser efetivamente aplicado, o processo de observação visível e o de observação invisível. Sendo que por observação invisível têm-se aqueles fatores que não são detectados macroscopicamente e, por conseguinte, exigem conhecimento analítico, através, por exemplo, de análises laboratoriais, experimentos ou emprego de qualquer outra técnica científica para assegurar uma inferência.

Nota-se que a aplicação da observação invisível suscita conjunturar e, por conseguinte, instiga a elaboração de hipóteses, que por sua vez, permitem o delineamento da pesquisa científica. Partindo dessa análise e da assertiva posta por George (1986) de que o comportamento normal da observação consiste na proposição de problemas, é possível inferir que as observações, visível e invisível, constituem a etapa do processo de produção científica que garantem a listagem da problematização e das hipóteses da pesquisa, respectivamente.

Prova disso é que a partir da observação visível das nascentes exprimiram-se os problemas referentes à degradação dessas e ao provável comprometimento da qualidade de sua água. E em seguida pela observação invisível, propriamente da água dessas nascentes

imbricada com a apropriação da paisagem, supôs-se que a do ribeirão Vai-Vem utilizada para abastecer o município de Ipameri circunstancialmente pode não ser adequada para consumo humano pela possibilidade de conter agrotóxicos, inclusive do grupo dos organoclorados, que assumem caráter tóxico à saúde humana e à higidez do meio ambiente.

Tomando essa explanação determina-se que o visível é a paisagem, nesse contexto, apropriada pela agropecuária que segue os padrões de mecanização e aplicação química da atividade e acarreta degradações tanto perceptíveis quanto imperceptíveis, ambas estimulando inquietudes. E o invisível são as substâncias químicas orgânicas e os microrganismos patogênicos advindos da aplicação de agrotóxicos e da presença de criação de animais (gado, suínos, peixes e aves), respectivamente, que supostamente se encontram na água e pode causar efeitos deletérios a saúde.

O invisível leva, portanto às hipóteses, entendidas aqui como “[...] convenções adotadas com o fim de facilitar o processo científico.” (VITTE, 2004, p. 33). São premissas as quais pretende se provar a verdade mediante o emprego de atividades práticas a partir de experimentos, precipuamente, análises laboratoriais.

Para incidir uma prova do invisível conjecturado foram realizadas análises da água e estabelecida relações dos resultados dessas com o uso e ocupação da terra. A relação estabelecida permite confirmar ou refutar a suposição levantada. A realização de todas essas atividades foi feita seguindo algumas etapas baseadas, por sua vez nos princípios propostos por Descartes (2010, p. 54):

1. Evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção apresentando para isso o que é claro e distinto.
2. Dividir cada uma das dificuldades em tantas parcelas possíveis para possibilitar sua melhor resolução.
3. Conduzir por ordem os pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir aos poucos até o conhecimento dos mais complexos.
4. Fazer em toda parte enumerações e revisões tão completas de modo nada omitir.

As etapas que conduziram a pesquisa, à luz desses princípios, permitiram produzir o conhecimento científico considerando primeiramente para tal um rol de proposições, ou conforme Vitte (2004) sistemas axiomáticos que instigam a realização de prognósticos sobre o mundo real.

Na análise dos resultados provindos do emprego das técnicas laboratoriais empreendeu-se, porém, o uso da crítica na sistematização das informações e discussão dos resultados da pesquisa. O que permitiu, por conseguinte, a superação do ponto reducionista do primeiro princípio proposto por Descartes (2010) que estabelece a eminência do objeto em detrimento do sujeito.

Para sobrepujar esse ponto em específico, a presença do observador foi atuante e esse não foi completamente neutro perante as observações e abordagens do tema (objeto). Mesmo porque tal como coloca Santos (1978) a paisagem é o testemunho de um momento no mundo, dado por um observador que é impreterivelmente influenciado pela sociedade e pela época em que vive. O que, portanto, permite inferir que a neutralidade do sujeito não é possível.

O emprego da crítica foi constante na superação desse ponto, uma vez que a pesquisa não pode excluir a crítica, afinal para tratar de problemas relacionados com a sociedade é exigido um posicionamento do pesquisador diante dos dados que explicam a realidade (BALDANI, 2006). Sob esse prisma, mais uma vez evoca-se a relevância da presença e atuação do observador enquanto entendedor de determinada realidade.

A fim de atender esses princípios e a premência dessas suposições serem postas a prova, foram desenvolvidas as seguintes etapas: (1º) Diagnóstico ambiental sobre o uso da terra na Bacia do ribeirão Vai-Vem a fim de compreender padrões de ocupação, organização e dinâmica da paisagem; (2º) Obtenção da vazão do ribeirão Vai-Vem (3º) Determinação da análise quantitativa mais satisfatória para identificação de agrotóxicos na água, bem como, da análise adequada para investigação de parâmetros biológicos e físicos; (4º) Coleta das amostras de água; (5º) Análise das amostras; (6º) Avaliação e julgamento dos resultados a partir da pesquisa teórica e documental.

5.2 Etapa 1 - Diagnóstico ambiental sobre o uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem

Esta etapa da pesquisa objetivou realizar uma caracterização do uso e ocupação da terra na área drenada pela bacia do ribeirão Vai-Vem que se estende da primeira nascente até o ponto de captação de água para abastecimento da população. A captação é feita pela empresa de Saneamento do Estado de Goiás (SANEAGO).

Vale acentuar que essa etapa consubstanciou adicionalmente a seleção dos pontos que apresentam maior suscetibilidade à contaminação por agrotóxicos (indicados na seção 5.4.2 Amostragem). Para isso foram adotadas as propostas metodológicas de Soares (2011) e Golla

(2006) no tocante a caracterização geral da bacia perante o uso e ocupação da terra e seleção dos agrotóxicos para estudo.

Como técnica de auxílio à caracterização do uso e ocupação da terra na área de pesquisa foi realizada o mapeamento do uso da terra a partir de imagens de satélite e visitas de campo. As imagens de satélite LANDSAT – MSS, do período de 1973 a 2011, permitiram a classificação dos diferentes tipos de usos da terra e de ocupação predominante na área de estudo. As visitas de campo propiciaram, por sua vez, a constatação *in locu* da degradação ambiental provocada por um uso inadequado das terras, sobretudo, nas APPs.

De maneira que nas visitas de campo o principal aspecto observado foi cobertura vegetal existente nas APPs da bacia do ribeirão Vai-Vem. Esse indicador de degradação macroscópico foi caracterizado qualitativa e quantitativamente, isto é, foram observadas e anotadas a existência de cobertura vegetal nativa e a existência de cobertura vegetal exótica (análise qualitativa), e a quantidade em que se apresenta. Isto é, se a cobertura vegetal nativa está escassa, ausente ou em quantidade aceitável (com extensão nos 30 m exigidos pela legislação brasileira).

Tal avaliação permitiu estabelecer níveis de degradação ambiental para os pontos de coleta na bacia. Cada característica observada foi identificada por números que descreveram a situação de preservação ou degradação que o ponto se encontra, segundo o parâmetro macroscópico analisado (Tabela 5.1).

Tabela 5.1- Matriz de categoria de degradação ambiental referente à cobertura vegetal presente na Mata Ciliar dos pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem

Cobertura vegetal predominante no entorno dos pontos de coleta	Avaliação quantitativa da cobertura vegetal	Amplitude	Categoria de Degradação Ambiental	Valores de Alteração
Cobertura vegetal nativa	Quantidade aceitável	1 a 2	Baixa	1
	Escassa, mas em regeneração.		Intermediária	2
Pastagem	Existência predominante	3 a 4	Intermediária	3
	Existência predominante com solo degradado			4
Cultura anual	Existência predominante	5 a 6	Alta	5
	Existência predominante com solo degradado			6

Fonte: Vaz (2009)

Essa metodologia adotada foi proposta por Borges et al. (2006) e vale ressaltar que algumas modificações se mostraram necessárias para adequar as condições da bacia em questão. Mas no geral, consistiu na agrupação de trechos da Mata Ciliar da bacia em categorias que receberam médias com o objetivo de avaliar qual característica prevalece em

relação a outras. Isto é, se a característica de predominância de cobertura vegetal de pastagem ou outra cobertura vegetal exótica na Mata Ciliar prevalece em todos os trechos por onde passa o ribeirão Vai-Vem, ou se é a característica de predominância de cobertura vegetal nativa na Mata Ciliar.

5.3 Etapa 2 – Obtenção da vazão do ribeirão Vai-Vem

A medição de vazão é definida por Santos et al. (2001) como o processo empírico utilizado para determinar o volume de água que passa através de uma seção transversal na unidade de tempo, que em geral é representada por segundo. As principais técnicas de medição de vazão segundo os autores citados são: Medição e Integração da distribuição de velocidade, Método Acústico, Método Volumétrico, Método Químico, Uso de Dispositivos de Geometria Regular (vertedores e calhas Parshal) e Medição com Flutuadores.

A técnica de medição de vazão adotada nesse trabalho é a técnica dos flutuadores, denominada por Santos et al. (2001) como técnica que determina a velocidade de deslocamento de um objeto flutuante, medindo o tempo necessário para que o mesmo se desloque num trecho de rio de comprimento conhecido. A razão para escolha desse método foi decorrente da ausência de molinete e/ou outros equipamentos necessários para realização da medição de vazão líquida no local especificado para medição.

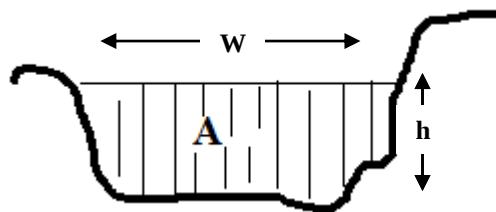
Os objetos utilizados para medição foram uma corda de 10 metros que sinalizou o trecho do ribeirão Vai-Vem com comprimento definido para medição da vazão, uma garrafa pet de dois litros, preenchida com água em $\frac{3}{4}$ do seu volume, um cronômetro, uma trena para medir a largura do canal e uma régua de madeira de um metro para medir a profundidade do ribeirão.

É oportuno informar que o trecho selecionado para aplicação da técnica possuía seção longitudinal uniforme, retilínea com margens paralelas, que proporcionava visibilidade em todos os sentidos, declividade constante e profundidade uniforme no sentido longitudinal. O comprimento de 10 metros foi determinado com vistas a seguir a determinação da técnica posta por Santos et al. (2001) de que o comprimento deve ser pelo menos duas vezes superior a largura do corpo hídrico. Como o ribeirão Vai-Vem possui uma largura média que não supera 5 metros definiu-se um trecho de 10 metros.

A área da seção transversal do ribeirão Vai-Vem correspondente ao trecho selecionado para medição da vazão foi determinada pela multiplicação entre a média da largura do canal

do ribeirão (w) e a média das diferentes profundidades ao longo da seção transversal (h) (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Área da Seção Transversal de um corpo hídrico



Fonte: Vaz (2013)

A largura média do canal foi mensurada através de uma trena e a mensuração se repetiu nas quatro datas em que foi realizada a medição da vazão. A primeira medição ocorreu em janeiro, a segunda e a terceira em setembro e a quarta em dezembro, todas em 2013. Depois de encontrado o valor médio da largura do canal (3,42 m) foi determinado através de uma régua de madeira as diferentes profundidades da seção transversal no trecho selecionado (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Profundidade dos diferentes pontos na seção transversal do ribeirão Vai-Vem no trecho selecionado para medição da vazão

Pontos Datas	27/01/2013	22/09/2013	29/09/2013	02/12/2012
1° (média)	0,35 m	0,11 m	0,13 m	0,35 m
2° (média)	0,50 m	0,19 m	0,21 m	0,52 m
3° (média)	0,86 m	0,49 m	0,60 m	0,90 m
4° (média)	0,66 m	0,25 m	0,38 m	0,67 m
5° (média)	0,36 m	0,13 m	0,14 m	0,36 m
MÉDIA	0,55 m	0,23 m	0,29 m	0,56 m

Fonte: Vaz (2013)

Depois de calculada a área da seção transversal procedeu-se com a determinação da velocidade média superficial do escoamento da água do ribeirão Vai-Vem. Para isso utilizou-se a garrafa pet como objeto submerso. O procedimento consistiu em colocar a garrafa no centro do ribeirão a uma distância de 4 metros antes do ponto que demarcava o início do trecho de 10 metros para que a garrafa adquirisse a velocidade do escoamento do ribeirão. A partir do instante que essa ultrapassava a linha que demarcava o início do trecho de 10 metros, o cronômetro era posto a funcionar. No momento que a garrafa, arrastada pela corrente, ultrapassava o ponto que demarcava o fim do trecho de 10 metros, o cronômetro era desligado.

A velocidade superficial de um corpo hídrico é, na maioria das vezes, superior a velocidade do escoamento subsuperficial (SANTOS et al., 2001), atingindo valores entre 10 a 20% maiores. Por isso os valores encontrados da velocidade superficial da água do ribeirão foram multiplicados por 0,85 para ser encontrado a velocidade média do escoamento.

Depois de obtido os valores da área da seção transversal (m^2) e da velocidade superficial (m/s) prosseguiu-se com a multiplicação dos dois valores para determinação da vazão do canal selecionado do ribeirão Vai-Vem.

5.4 Etapa 3 - Determinação da análise quantitativa mais satisfatória

Para determinação da análise quantitativa mais satisfatória para o contexto das amostras de água do ribeirão Vai-Vem empregou-se a seguinte sequência de etapas sugeridas por Skoog et al. (2010, p. 972): (1) seleção da técnica; (2) amostragem; (3) preparação da amostra de laboratório; (4) realização de análises, (6) avaliação dos resultados.

5.4.1 Seleção da Técnica

As técnicas, de acordo com Venturi (2005) exercem um papel de extrema importância na elaboração de um projeto científico, pois essas subsidiam a sistematização dos dados mediante a coleta de informações. Nesse sentido, a técnica permite o produtor científico argumentar e discutir a problematização que envolve seu objeto de estudo. Porém, para entender realmente a técnica se faz necessário diferenciar técnica de método.

Técnica não é método, pois o método é o princípio da pesquisa, é a proposição diretora do processo de produção científica. O método que fornecerá possibilidade para o cientista organizar seu raciocínio. Sob esse prisma Venturi (2005) afirma que o método dispõe de uma fundamentação teórica para auxiliar o sujeito na sistematização do seu pensar. Assim, o método é para esse autor, o pensar, enquanto a técnica seria o fazer.

O autor ressalta, sobre esse contexto, que o pensar e o fazer andam juntos e são complementares, não obstante, em alguns momentos devam ser separados, a fim de proporcionar melhor compreensão dos distintos aspectos de um mesmo processo, suas características e funções.

Venturi (2005) explana, de modo mais prático, que a técnica é uma extensão da habilidade humana e que essa só é considerada técnica se tiver origem antrópica. O autor salienta que a adoção da técnica deve sempre estar vinculada a um objetivo, uma problemática

preestabelecida. Vale ressaltar, porém, que mesmo a técnica auxiliando de maneira assaz louvável na condução da produção científica, o método não deve ser esquecido, principalmente, no momento de vinculação do objetivo e da problemática. Afinal é o método que permitirá a sistematização e organização do raciocínio perante os dados e informações que a técnica permite reunir.

As técnicas podem ser divididas em dois tipos, aquelas aplicadas em campo e aquelas aplicadas no laboratório. Nesse sentido, vale explanar o conceito de cada um desses momentos da pesquisa. Venturi (2005) define o laboratório como um lugar de trabalho equipado com aparato próprio ou não. Ao aprofundar na concepção dessa palavra, Venturi (2005) se depara com a necessidade de diferenciá-la de gabinete.

Gabinete é explanado pelo autor como o lugar onde se realiza o planejamento e a preparação do trabalho de campo e do trabalho em laboratório. Isto é, o lugar onde se faz a sistematização das informações recolhidas em campo e a escolha e planejamento da técnica que pode ser aplicada em laboratório ou não.

O laboratório, por sua vez, é o local onde se promove o uso de determinadas técnicas e instrumentos que exige contato controlado com a realidade. E, por fim, o local do trabalho de campo representa a área de estudo onde haverá o contato imediato do cientista com a realidade; compreende o momento da pesquisa em que o estudioso conhece realmente o meio e as dinâmicas da realidade.

Venturi (2005) acentua que na maior parte das vezes decorrente dessa dinâmica o planejado em gabinete ou em laboratório não ocorre exatamente como previsto na execução do trabalho em campo. E que, sob essa conjuntura, o trabalho de campo pode ser uma forma de conferir dados obtidos eletronicamente em laboratório.

Nesse trabalho foi empreendida a aplicação tanto da técnica de gabinete através da qual foi possível o planejamento das ações baseado em um conhecimento prévio adquirido mediante a realização de uma fundamentação teórica como da técnica de laboratório e de campo. A técnica de campo abarcou o conhecimento da área de estudo, a coleta de amostras de água e outros dados de registros sobre a área de estudo. E, por fim, a técnica de laboratório permitiu a realização das análises dos parâmetros físico-químicos e biológicos elencados nesse estudo.

Para seleção da melhor técnica de laboratório para analisar amostras de água uma revisão bibliográfica foi fundamental. E para isso utilizou-se dos seguintes principais autores: Skoog et al. (2010), Silva et al. (2005), Ciola (1985), Aquino Neto e Nunes (2003), Harris (2005), Sabin (2010), Filizola et al. (2002) e Ewing (2010).

Silva et al. (2005) elucida que para análises dos parâmetros biológico, coliformes totais e coliformes termotolerantes, na água, existem basicamente três técnicas, a saber: Técnica de Tubos Múltiplos, Testes de Presença Ausência e Técnica de Membrana Filtrante.

A técnica adotada pelo laboratório utilizado na pesquisa (laboratório da SANEAGO, da Unidade de Ouvidor) é a Técnica de Tubos Múltiplos, um procedimento indicado pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Essa técnica consiste conforme descrição de Silva et al. (2005) um método de análise quantitativo que permite determinar o Número Mais Provável (NMP) dos microorganismos de interesse na amostra, através da distribuição de uma série de tubos contendo um meio de cultura diferencial.

O procedimento metodológico dessa técnica adotado pela SANEAGO segue a seguinte sequência de etapas descritas por Silva et al. (2005): (1) Adição de 10 ml da amostra em 5 tubos já contendo 10 ml de meio de concentração dupla com auxílio de uma pipeta de 25 ml (Figura 5.2); (2) Incubação dos tubos a 35°C por 24 ou 48 horas (Figura 5.3). (3) Observação se ocorreu produção de gás nos tubos, indicativo do crescimento de bactérias; (4) Em caso positivo, transferência da amostra com a cultura para tubos contendo Caldo Verde Brilhante Bile (VB); (5) Observação da ocorrência de crescimento com produção de gás; (6) Anotação do número de tubos de VB com gás e determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais/100 ml através da consulta a uma Tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas.

Figura 5.2 – Adição da amostra no meio de cultura com auxílio de pipeta



Fonte: Vaz (2013)

Figura 5.3 – Incubadora dos tubos com meio de cultura



Fonte: Vaz (2013)

O meio de concentração dupla empregado para determinação dos coliformes totais e termotolerantes foi o Caldo Lactosado (CL). Com a fermentação da lactose contida nesse meio pelas bactérias ocorre a produção de gás. E é a presença desse gás que indica a prova presuntiva da presença de coliformes totais e termotolerantes.

As análises dos parâmetros físicos turbidez e cor, e do parâmetro químico pH, foram por sua vez efetuadas mediante a utilização dos seguintes equipamentos: turbidímetro (Figura 5.4), colorímetro (Figura 5.5) e pHmetro (Figura 5.6 e 5.7), respectivamente. Todos os equipamentos utilizados pertencem ao laboratório da SANEAGO de Ouvidor.

Figura 5.4 – Turbidímetro da SANEAGO



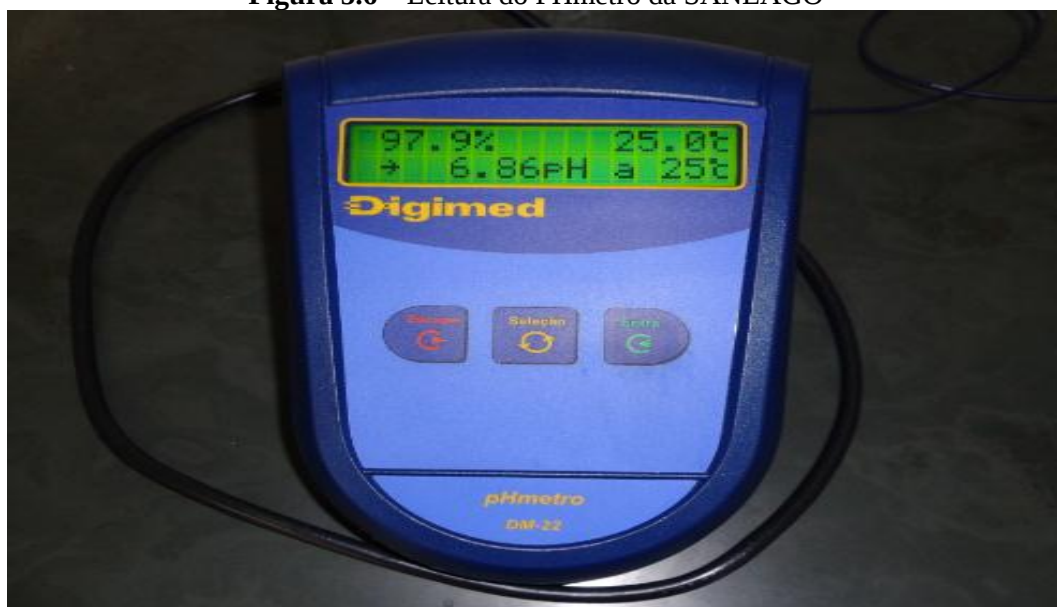
Fonte: Vaz (2013)

Figura 5.5 – Colorímetro da SANEAGO



Fonte: Vaz (2013)

Figura 5.6 – Leitura do PHmetro da SANEAGO



Fonte: Vaz (2013)

Figura 5.7 – PHmetro da SANEAGO

Fonte: Vaz (2013)

A escolha da técnica analítica para identificação de resíduos de agrotóxicos na água, por sua vez, requereu uma série de consultas bibliográficas adicionais e adequação de técnicas já existentes uma vez que a literatura não contém muitas vezes uma rota analítica bem estabelecida tal como ocorre para as técnicas de análise de parâmetros biológicos na água.

Como previsto por Skoog et al. (2010) a etapa de estabelecer a referida rota analítica para identificar resíduos de agrotóxicos foi, sem dúvida, a mais difícil de ser concluída. E perante tal complexidade foi seguido de modo a facilitar o processo de escolha da técnica uma sistemática para o problema.

O ordenamento metódico adotado foi o proposto por Ciola (1985) e Skoog et al. (2010) e compreende a seguinte sequência de perguntas que auxiliaram na tomada de decisão. A primeira pergunta sugerida por Ciola (1985) é sobre a origem da amostra e do analito. Nessa pesquisa foi amostrada apenas uma matriz: água, coletada no ribeirão Vai-Vem. E os analitos que se pretendeu identificar foram os resíduos dos seguintes agrotóxicos: endossulfam, ciproconazol, lambda-cialotrina e atrazina.

A segunda pergunta sugerida foi sobre a volatilidade e solubilidade em água e solventes dos analitos selecionados. A atrazina segundo informações do fabricante (NORTOX, 2004) é solúvel em água e volátil. Em outros solventes a solubilidade é de 24 em acetato de etila; 31 em acetona; 28 em diclorometano; 15 em etanol; 4 em tolueno; 0,11 em hexano e 8,7 em octanol (todos em g/L à 25°C).

O ciproconazol também é miscível em água e volatiliza a 100°C possuindo aproximadamente o mesmo ponto de ebulição da água (SYNGENTA, 2009). O Endossulfam

é volátil e solúvel, apresentando uma solubilidade de 1,063 mg/L a 20°C (NORTOX, 2005). E, finalmente, a lambda-cialotrina também miscível em água apresenta um ponto de ebulição igual a aproximadamente 101°C à pressão de 98.7 kPa (quilopascal). Todos os agrotóxicos analisados, portanto, são voláteis, uma vez que apresentam faixa de destilação entre 50°C a 220°C, e são solúveis em solventes polares.

A terceira questão sugerida é a escolha do tipo da técnica cromatográfica para análise. De acordo com o esquema proposto por Ciola (1985) os agrotóxicos podem ser analisados tanto pela técnica da Cromatografia gasosa quanto pela Cromatografia líquida. A Cromatografia, de acordo com o referido autor é uma técnica de separação físico-química em que os constituintes da amostra são particionados em duas fases, uma fase estacionária e outra fase móvel que por sua vez é constituída por um fluido que pode ser líquido ou gasoso.

Aquino Neto; Nunes (2003) elucidam que a partição, exclusão, distribuição e adsorção seletiva dos componentes da amostra compreende um processo de equilíbrio dinâmico, no qual ora as moléculas dos analitos são adsorvidas ou absorvidas na fase estacionária ora são deslocadas com a fase móvel.

É importante explanar que esse processo de separação deve ocorrer em duas etapas, a primeira a partir do isolamento dos analitos de seus interferentes e da matriz e, em seguida, da concentração desses analitos. E a segunda mediante a aplicação do analito extraído no próprio cromatógrafo para que ocorra a separação na fase móvel e líquida desse analito e, por sua vez, sua detecção.

Para escolher quais técnicas são mais favoráveis para pesquisa, tanto referentes à primeira etapa quanto à segunda etapa de separação físico-química dos constituintes da amostra foi necessário conduzir uma revisão bibliográfica ainda mais específica sobre o assunto. A revisão indicou que para se conseguir o isolamento dos analitos do meio em que estão contidos, existem duas principais técnicas, a saber: Extração por Fase Sólida (SPE) e Extração Líquido-Líquido (ELL).

Segundo Aquino Neto; Nunes (2003) a Extração por Fase Sólida ou *Solid Phase Extraction* (SPE) é a que tem mais aceitação em detrimento das outras, pois pode ser aplicada a um rol significativo de estudos permitindo não só a extração eficiente dos analitos como também sua concentração e pré-purificação, além de propiciar menor uso de solvente e ter fácil automação. Também é mais rápida que as outras técnicas, como por exemplo, a ELL. Por esses motivos foi essa a técnica escolhida para isolamento dos analitos.

As etapas envolvidas na SPE são resumidas por Aquino Neto; Nunes (2003) pela sequência a seguir: (a) Ativação do Sorvente, também definida como etapa do

condicionamento do cartucho (Figura 5.8). Nessa etapa o material do cartucho é ativado por um solvente e em seguida ativado por um líquido de composição similar a amostra.

Figura 5.8 – Indicação dos cartuchos utilizados bem como do aparato estruturado para promover a passagem do solvente durante o condicionamento e da amostra em subsequência



Fonte: Vaz (2013)

(b) Aplicação da amostra: Nessa etapa a amostra é percolada no cartucho com o intuito de provocar a retenção dos analitos no sorvente (Figura 5.9). A velocidade dessa aplicação segundo Sabin (2010) é crítica e idealmente deve ser lenta com fluxo de 2 ml/min. Tal fluxo recomendado pode ser conseguido pelo controle de vácuo ou pressão aplicada;

Figura 5.9 – Aparato estruturado para promover a passagem da amostra de água nos cartuchos

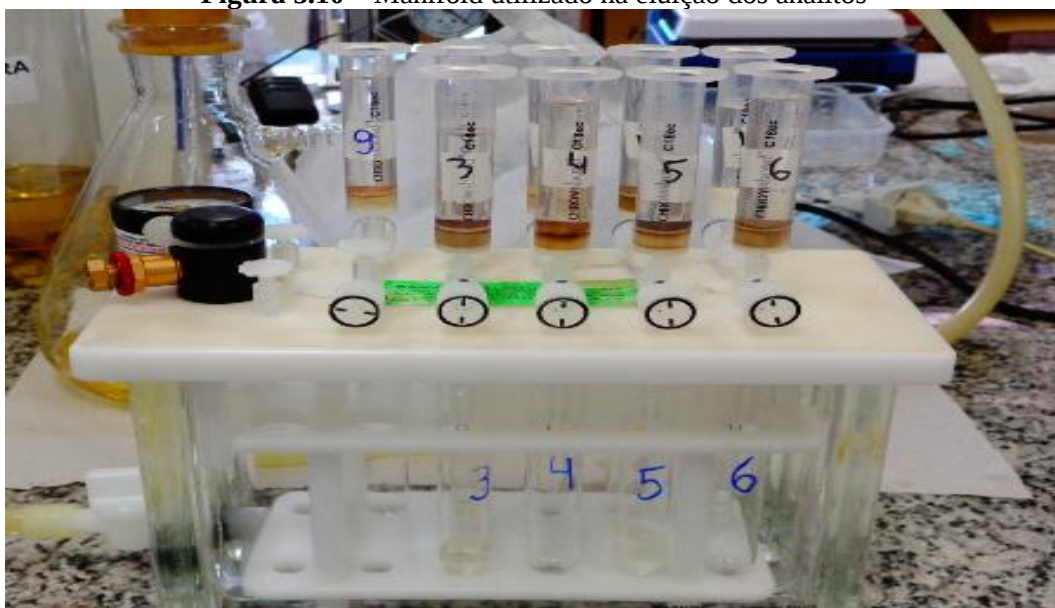


Fonte: Vaz (2013)

(c) Remoção dos interferentes: Como não somente os analitos podem ter ficado retidos no sorvente como também substâncias interferentes, nessa etapa os interferentes são retirados mediante a lavagem do cartucho com algum solvente que não promova a remoção dos analitos. Sabin (2010) enfatiza que a concentração salina e ajuste de pH podem favorecer esta etapa.

(d) Eluição⁹ dos analitos: Essa etapa compreende a retirada dos analitos retidos no sorvente aderido ao cartucho mediante a aplicação de um solvente apropriado. O procedimento deve ser executado pela passagem de, no mínimo, duas alíquotas permitindo um tempo de interação (SABIN, 2010, p. 21). Nessa etapa, normalmente é utilizado um manifold para disposição dos cartuchos, o qual permite o controle de vácuo (Figura 5.10).

Figura 5.10 – Manifold utilizado na eluição dos analitos



Fonte: Vaz (2013)

Segundo Skoog et al. (2010) as técnicas de SPE podem empregar membranas, discos de extração ou pequenas colunas descartáveis na forma de seringas ou cartuchos. Nessa pesquisa selecionaram-se cartuchos como sistema de apoio para promover aderência do sorvente. O sorvente utilizado foi um composto apolar simbolicamente representado por C18 (octadesilsilano).

O octadesilsilano (C18) utilizado é ligado à sílica formando uma fase sólida comum. Esse composto atrai as substâncias hidrofóbicas presentes na amostra por meio de interação

⁹ Eluição é definida por Aquino Neto; Nunes (2003, p. 23) como a migração dos analitos através do leito de fase estacionária, pela passagem da fase móvel. Em outras palavras consiste na desorção do sorvato agora eluato, provocada por um fluxo de um fluido através do sorvente. O sorvato pode ser o analito, os interferentes, a matriz ou o solvente da amostra.

de *Van der Waals* e os extraem da solução aquosa (SKOOG et al., 2010). Tal sorvente foi adotado, pois como acentua Aquino Neto; Nunes (2003) sua utilização simplifica substancialmente o cromatograma facilitando, por conseguinte, o processo de identificação do analito.

Na segunda etapa do processo de extração dos analitos, na qual se identifica o analito da amostra, se utiliza a cromatografia. Essa técnica como elucida Harris (2005) opera sob os mesmos princípios da extração por fase sólida, na qual uma fase é mantida fixa e a outra fase se desloca. A diferença é o sistema de detecção e a sofisticação dos aparelhos empregados.

Atualmente para aplicação da cromatografia dois instrumentos podem ser utilizados: o cromatógrafo gasoso ou o cromatógrafo líquido. A diferença básica entre a aplicabilidade deles é que o primeiro é empregado, tão somente para compostos voláteis e o segundo pode ser utilizado em processos de separação de analitos tanto volátil como não volátil e iônico ou não.

Como todos os componentes analisados por essa pesquisa são voláteis, isto é, apresentam uma razoável pressão de vapor à temperatura de separação, adotou-se o Cromatógrafo Gasoso (CG) acoplado a um Espectrômetro de Massas como técnica analítica qualitativa para identificação dos resíduos dos agrotóxicos selecionados na pesquisa.

A cromatografia a gás, de acordo com Ewing (2010) é com certeza a técnica mais extensivamente usada para fins analíticos entre todas as técnicas de separação instrumental. Tal preferência é justificada por Ciola (1985, p. 267) pelo fato de constituir uma técnica separativa de (a) alta eficiência; (b) efetuada num tempo razoável; e (c) empregando mínimas quantidades de amostra. Aquino Neto; Nunes (2003) acrescentam ainda a sensibilidade, exatidão e simplicidade para separação como outros fatores positivos da Cromatografia Gasosa (CG). Todas essas vantagens foram consideradas na escolha da técnica.

Na cromatografia a gás a separação cromatográfica ocorre devido a uma sequência de estágios de partição ou adsorção dos constituintes da amostra entre duas fases imiscíveis (móvel e estacionária) (CIOLA, 1985, p. 5). No cromatógrafo utilizado nessa pesquisa a fase estacionária empregada foi um polímero poroso insolúvel nos solventes comuns e de alta área superficial (95% de silicato e 5% de fenil) depositado sobre a parede dos tubos capilares (coluna cromatográfica) e a fase móvel utilizada foi o gás hélio com 99% de pureza. Na operação o fluxo do gás foi controlado mediante pressão no topo da coluna constante.

O princípio de funcionamento do Cromatógrafo Gasoso (CG), em linhas gerais, consiste na entrada do gás de arraste (nesse caso, hélio) no injetor do cromatógrafo, que deve estar aquecido para promover a rápida vaporização da amostra. A injeção da amostra por sua

é feita por uma micro-seringa com agulha hipodérmica. Na pesquisa a amostra foi introduzida no equipamento através de seringas de amostragem conduzidas automaticamente pelo próprio cromatógrafo. Tais seringas introduzem volumes de até 10 microlitros no cromatógrafo, que por sua vez é munido de uma abertura que tem a entrada fechada por um septo substituível de borracha natural; através do qual se aplica as seringas com gases ou com líquidos de baixa viscosidade.

Antes, porém, de injetar a amostra, a seringa passa várias vezes em solvente para limpeza e depois por uma sequência de aspirações, descritas por Harris (2005, p. 575) da seguinte forma: a seringa aspira inicialmente ar, depois solvente, novamente ar, depois a amostra e finalmente mais ar. No sistema de injeção utilizado nessa pesquisa todo esse processo é automatizado, e as aspirações são realizadas em forma de “sanduíche”¹⁰.

O motivo pela primeira aspiração de ar é que se a amostra fosse injetada diretamente essa evaporaria antes mesmo de ser injetada. Já a mistura de ar entre o solvente e a amostra é para justamente impedir que esses se misturem. A necessidade do solvente, por sua vez pode ser explicada pelo fato de assegurar a retirada de qualquer amostra que possa estar retida na agulha. Por fim, a bolha final é responsável por expelir toda amostra da agulha.

Após essa injeção em “sanduíche” no injetor o gás de arraste entra em contato com a amostra e a leva para coluna cromatográfica que deve estar aquecida para proporcionar uma pressão de vapor que possibilite a eluição dos analitos. Na coluna, o gás de arraste continua movimentando a amostra em direção ao detector.

A coluna é inserida num forno com controle termostático, o gás de arraste e a amostra são separados de modo que os componentes da amostra são impelidos por bombeamento de alto vácuo para um conector aquecido dentro da fonte de ionização por elétrons. Os íons são acelerados como explana Harris (2005, p. 519) por um potencial de 5 a 15 Volts antes de entrarem no filtro de interação quadrupolar. O detector identifica os analitos mediante a transmissão de um sinal de detecção que é enviado ao registrador (computador) que, por sua vez o apresenta na forma de picos.

O detector mede quantidades pequenas dos componentes separados, presentes na corrente de gás de arraste que elui na coluna. De forma que o detector funciona de fato como um transdutor, pois como explana Aquino Neto; Nunes (2003) transforma as moléculas que chegam à câmara de detecção em sinal elétrico. O detector, como acentua Harris (2005, p.

¹⁰ Esse termo foi apropriado por Harris para descrever a sequência de aspiração pela seringa: ar, solvente, ar, amostra e ar. (2005, p. 575).

567) deve ser mantido numa temperatura maior do que a da coluna, de modo a garantir que os analitos continuem na fase gasosa.

Todo detector tem sua “faixa dinâmica linear” de transdução e essa faixa deve ser determinada experimentalmente para cada análise quantitativa, através da elaboração de uma curva de calibração. Não obstante, os detectores apresentem pontos relevantes no tocante a sua eficiência, o grau de certeza da identificação molecular do analito pode não ser ainda satisfatório. Mas tal problema foi resolvido pela invenção dos espectrômetros.

A combinação do sistema cromatográfico a espectrômetros eleva de forma significativa a resolução da detecção. Conforme Aquino Neto; Nunes (2003) os principais espectrômetros que podem ser combinados com a cromatografia gasosa são o espectrômetro por infravermelho com transformada de *Fourier* e a eletroforese capilar acoplada ao espectrômetro de massas.

O funcionamento desse acoplamento, como explana os referidos autores, é efetuado eletrostaticamente por lentes com potencial elétrico de carga oposta aos íons a ser extraído, assim, o efluente após passar na coluna cromatográfica é extraído através de uma interface para a fonte de íons (campo elétrico), que os atraem, colimando um feixe de íons que é separado em decorrência da razão massa e carga elétrica (m/z - massa por carga elétrica, unidade de medida do espectro de massa).

A Cromatografia Gasosa (CG) acoplada ao espectrômetro de massas teve um desenvolvimento excepcional e já em 2003 representava cerca de 30% da utilização da CG. A queda dos preços dos instrumentos indica que esta fatia deverá segundo análise de Aquino Neto; Nunes (2003, p. 141) elevar-se a uns 70% do total das aplicações nos próximos 15 anos.

Perante as vantagens cada vez mais enfatizadas do emprego do espectrômetro como detector de traços, nessa pesquisa, foi utilizado a espectrometria de massas como técnica de detecção do analito, ou como acentua Aquino Neto; Nunes (2003) como técnica de transdução da molécula identificada em sinal elétrico.

Harris (2005, p. 507) salienta que a espectrometria de massas é, atualmente, a melhor técnica de detecção para a cromatografia. Isso porque apresenta as vantagens de ser sensível a pequenas quantidades de analito, fornecer informações qualitativas e quantitativas sobre os compostos e distinguir substâncias diferentes com o mesmo tempo de retenção.

O princípio de funcionamento dessa técnica, de acordo com Ewing (2010, p. 317) é baseado na seleção de moléculas de gás carregadas (íons) de acordo com suas massas. Tais íons são produzidos por colisão de elétrons, que se movem rapidamente com as moléculas do gás a ser analisado resultando quase sempre em íons positivos.

Existem também vários tipos de espectrômetros de massas, mas o utilizado foi o quadrupolo, que segundo Harris (2005, p 520) é o detector mais comum em uso atualmente. Consiste um separador composto por hastes metálicas paralelas sobre as quais se aplica um potencial elétrico constante e um potencial oscilante de radiofrequência.

As hastes ligam-se diagonalmente de modo que eletricamente ficam opostas e concomitantemente liga-se a um oscilador de radiofrequência (EWING, 2010, p. 325). De acordo com o referido autor o transmissor com quadrupolo pode registrar de 2 a 8 espectros por segundo, cobrindo uma faixa de 4000 unidades de m/z . Acrescenta que possui resolução suficiente para distinguir picos separados de 0,3 m/z possuindo uma resolução constante.

A medição da massa da partícula carregada positivamente pode ser feita de acordo com Aquino Neto; Nunes (2003) por duas técnicas de medição, por varredura linear ou por monitoramento de íons selecionados (MIS, ou selected íon monitoring – SIM). Nesse estudo foi utilizada a técnica de MIS que compreende uma técnica que mede a intensidade de um íon específico ou de um conjunto de íons separadamente. Cada gráfico gerado por intensidade da razão m/z em função do tempo é chamado de fragmentograma (AQUINO NETO; NUNES, 2003, p. 174). Esse gráfico representa o cromatograma só que para um íon selecionado, ou seja, para a molécula de uma substância específica.

O cromatograma, por sua vez é um gráfico que mostra a resposta do detector em função do tempo de eluição (HARRIS, 2005, p. 546). Também chamado de tempo de retenção, que representa o tempo necessário, contado a partir da injeção da amostra na coluna, para que os componentes dessa amostra atinjam o detector.

Desde que as moléculas do analito cheguem intactas à câmara de detecção a sua identificação de acordo com Aquino Neto; Nunes (2003) é realizada sem grandes problemas. A grande fonte de erros está na manipulação dos materiais e na amostragem da matriz supostamente contaminada, que, embora, representem etapas simples de serem realizadas uma vez já tendo decidido a técnica, se não planejadas corretamente e efetivadas com minúcia podem prejudicar seriamente os resultados a ponto de impossibilitar a identificação do analito pelo detector. Portanto, a fim de prevenir a ocorrência de possíveis problemas associados a esses fatores desenvolveu-se um planejamento de amostragem e um roteiro de análise laboratorial.

5.4.2 Amostragem

A amostragem, de acordo, com Filizola et al. (2006) consiste uma etapa de importância fundamental na avaliação e no controle da contaminação das águas, dos solos, dos sedimentos e dos produtos agrícolas. A amostragem não constitui unicamente a coleta das amostras a serem analisadas, mas envolve desde o planejamento da coleta das amostras até a interpretação dos dados que permitirão a sistematização dos resultados e discussões finais, bem como tomada de decisões.

Assim no planejamento da amostragem, como sugerido por Filizola et al. (2006) e Santos et al. (2001), determinou-se em primeira instância os parâmetros de interesse para monitoramento. Vale salientar que a definição desses teve como pressuposto o objetivo da pesquisa de diagnosticar a qualidade da água da bacia do ribeirão Vai-Vem e a relação entre a paisagem rural apropriada pela agropecuária imbricada com a tratativa da água, como elemento que sofre degradação por agrotóxicos e outros contaminantes e poluentes advindos da criação de animais.

As visitas, empreendidas na bacia do ribeirão Vai-Vem, foram fundamentais para identificação da aludida apropriação da terra. Nos trabalhos a campo identificou-se as principais práticas agropecuárias na bacia: criação de peixes em quatro pontos, criação de gado em toda sua extensão e de maneira mais acentuada prática agrícola (soja, milho e sorgo) do tipo tecnificada e quimificada, ou seja, com aplicação de agrotóxicos.

Pela existência dessas atividades supõe-se que a água possui concentração elevada de coliformes e presença de substâncias provindas da aplicação de agrotóxicos. Sob esse prisma definiu-se como parâmetros de interesse: inseticidas, herbicidas e fungicidas, coliformes totais e termotolerantes, cor, turbidez, temperatura e pH. A seleção dos ingredientes ativos de agrotóxicos utilizados nas lavouras de soja e milho do município de Ipameri foi realizada por meio de levantamento junto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (EMATER) do Município, Consultores Agrônômicos da região e pesquisa bibliográfica sobre a formulação e ingredientes ativos desses agrotóxicos nas Fichas de Informação de Segurança do Produto Químico (FISPQ) emitidas pelos fabricantes (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Inventário dos Agrotóxicos em uso na bacia do ribeirão Vai-Vem para as culturas soja e milho

Quantidade	Produto Comercial	Empresa	Ingredientes Ativos	Grupo Químico	Classe	Classe Toxicológica	Classe Ambiental	Modo de Aplicação	Culturas da bacia do Ribeirão Vai-Vem	Nº CAS	Comercialização em Goiás (ton)
1	2,4 D	Nortox	Dimetilamina (2,4-diclorofenol) acetato	Ácido Ariloxialcânico	Herbicida	I	I	Pré e Pós-emergência	Soja/Milho/Sorgo	2008-39-1	70,83708
2	Acefato	Nortox	Acefato	Organofosforado	Inseticida	II	II	Foliar	Soja	30560-19-1	169,01
3	Actara	Syngenta	Tiametoxam (25%)	Neonicotinóide	Inseticida	III	IV	Foliar/Semente	Soja/Milho	153719-23-4	19,755223
4	Ampligo	Syngenta	Lambda-Cialotrina/Clorantroliprol	Piretróide	Inseticida	III	II	Foliar/Semente	Soja/Milho	500008-45-7/91465-08-6	23,470604
5	Approach Prima	Dupont	Picoxistrobina/Ciproconazol	Estrobilurina/Triazol	Fungicida	II	II	Foliar	Soja/Milho	117428-22-5/94361-06-5	70,02
6	Atrazina	Nortox	Atrazina	Triazina	Herbicida	III	II	Pré/pós emergência	Milho	1912-24-9	571,0568
7	Conect	Bayer	Imidacloprido/Beta-ciflutrina	Neonicotinóide/Piretróide	Inseticida	II	II	Foliar/Semente	Milho/Soja	138261-41-3/68359-37-5	40,54882
8	Curyon	Syngenta	Profenofós/Lufenuron	Organofosforado/Benzoziluréia	Inseticida	II	II	Foliar	Soja	41198-08-7/103055-07-8	65,725914
9	Endosulfam	Nortox	Endossulfam	Ciclodieno clorado	Inseticida	I	I	Foliar	Soja	115-29-7	224,6141
10	Engeo Pleno	Syngenta	Lambda-Cialotrina/Tiametoxam	Piretróide/Neonicotinóide	Inseticida	III	I	Foliar/Semente	Soja/Milho	91465-08-6/153719-23-4	45,198354
11	Fox	Bayer	Trifloxistrobina/Protioconazol	Estrobilurina/Triazolintona	Fungicida	II	III	Foliar	Soja/Milho	141517-21-7/178928-70-6	Não
12	Glifosato	Nortox/Syngenta	Glifosato	Glicina	Herbicida	IV	II	Dessecante/Pós-emergência	Soja/Milho	38641-94-0	3866,8475
13	Lannate Br	Dupont	Metomil	Metilcarbamat oxima	Inseticida	I	III	Foliar	Soja/Milho	16752-77-5	347,59788
14	Malathion	Dipil	Malationa	Organofosforado	Inseticida	III	IV	Foliar	Soja	121-75-5	9,6263
15	Match Ec	Syngenta	Lufenuron	Benzoziluréia	Inseticida	III	II	Foliar	Soja/Milho	103055-07-8	79,938373
16	Nomolt	BASF	Teflubenzuron	Benzoziluréia	Inseticida	IV	I	Foliar	Soja/Milho	83121-18-0	Não
17	Opera	BASF	Epoxiconazol/Piraclostrobina	Triazol/Estrobilurina	Fungicida	II	I	Foliar/Semente	Soja/Milho	133855-98-8/175013-18-0	222,5576
18	Premium Plus	Biocarb	Cipemetrina	Piretróide	Inseticida	II	II	Foliar	Soja/Milho	52315-07-8	27,4803
19	Priori Xtra	Syngenta	Azoxistrobina/Ciproconazol	Triazol/Estrobilurina	Fungicida	III	II	Foliar	Soja/Milho	131860-33-8/94361-06-5	86,614088
20	Reglone	Syngenta	Dibrometo de Diquate	Bipiridílio	Herbicida	II	II	Dessecante	Soja	85-00-7	63,555027
21	Rimon	Milenia	Novaluron	Benzoziluréia	Inseticida	IV	IV	Foliar	Soja/Milho	116714-46-6	Não
22	Trifluralina	Nortox	Trifluralina	Dinitroanilina	Herbicida	III	II	Pré-emergência	Soja/Milho	1582-09-8	50,2386

Fonte: EMATER (2013), Consultores Agrônômicos do município de Ipameri (2013) e FISPQ
Organização: VAZ, L. (2013)

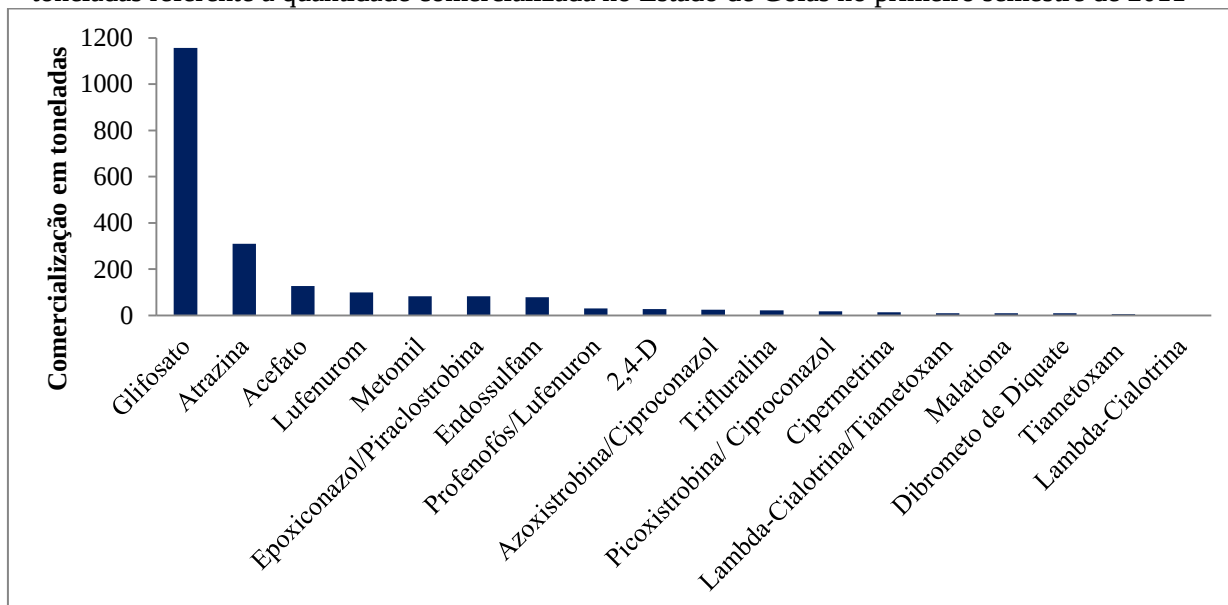
As características referentes à classe toxicológica, classe ambiental, os mecanismos de aplicação do produto, as empresas fabricantes e o número de registro químico (CAS) foram levantados junto as FISPQs encontradas nos sites dos fabricantes. O levantamento das informações citadas, adicionalmente, foi feito junto as Monografias de Agrotóxicos elaboradas pela ANVISA (2013).

O levantamento dos ingredientes ativos mais consumidos dentre aqueles listados no Inventário de agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem (Tabela 5.3) foi realizado a partir do levantamento junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). O MAPA (2011) disponibilizou arquivos com algumas informações do consumo de agrotóxicos no Brasil e nos Estados Brasileiros.

A tabulação dos dados feita para se chegar à informação de qual dos agrotóxicos listados na Tabela 5.3 é o mais consumido foi conduzida considerando os dados correspondentes ao Estado de Goiás, já que não há controle de utilização de agrotóxicos por mesorregiões, microrregiões, município ou por bacia hidrográfica. Perante essa fragilidade de controle do uso de agrotóxicos por parte do MAPA partiu-se da hipótese de que os mais utilizados no Estado de Goiás seriam os mais consumidos na bacia do ribeirão Vai-Vem.

Vale destacar que não foi realizado controle pelo MAPA (2011) do volume comercializado, no período do primeiro semestre de 2011, dos ingredientes ativos novalurom, trifloxistrobina, protioconazol, teflubenzurom, beta-ciflutrina e imidacloprido. Para o restante dos agrotóxicos o controle foi feito em toneladas comercializadas por Estado (Figura 5.11).

Figura 5.11 – Ingredientes ativos mais utilizados na bacia do Ribeirão Vai-Vem, com valor em toneladas referente à quantidade comercializada no Estado de Goiás no primeiro semestre de 2011



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

Nota-se que sobressai o uso dos herbicidas glifosato e atrazina, como também ocorre em nível de Estado e Brasil (Figuras 3.4 e 3.6). Dentre os inseticidas utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem, no primeiro semestre de 2011, é destaque o uso do acefato, lufeniurum, metomil e endossulfam. Quanto aos fungicidas há predomínio do uso do epoxiconazol + piraclostrobina e do azoxistrobina + ciproconazol (Figura 5.11).

Os dados levantados permitiram a seleção dos seguintes agrotóxicos para análise da água do ribeirão Vai-Vem: Atrazina (herbicida de classe toxicológica (CT) III e classe ambiental (CA) II), Lambda-cialotrina (inseticida de CT = III e CA = II), Ciproconazol (fungicida de CT = III e CA = II) e Endossulfam (inseticida de CT = I e CA = II).

A escolha do herbicida atrazina em detrimento do glifosato que é o mais utilizado no Estado de Goiás e no Brasil decorreu da metodologia utilizada (Cromatografia Gasosa) e da efetividade de um método de resíduos múltiplos. O glifosato é normalmente analisado por Cromatografia Líquida. A seleção do inseticida endossulfam e do fungicida ciproconazol, bem como, do herbicida atrazina decorreu, por sua vez, da expressiva quantidade, em toneladas, que é comercializada desses ingredientes ativos no Estado de Goiás. Quantidade essa que supera os agrotóxicos das demais classes de uso que são comercializados na bacia do ribeirão Vai-Vem.

Já o ingrediente ativo lambda-cialotrina foi escolhido por ser utilizado em mais de um produto comercial, Engeo Pleno e Ampligo. O mesmo fator foi considerado na escolha do ciproconazol, ingrediente ativo utilizado em mais de um produto, Aproach Prima e Priori Xtra.

A segunda etapa do planejamento da amostragem consistiu em definir a localização dos pontos ou estações de amostragem. Segundo Silveira; Queiroz (2007) para casos de contaminação difusa ou não pontual o ideal é que a amostragem seja efetuada ao longo de todo o ribeirão, desde a nascente até a foz. Para isso empreendeu-se um trabalho de campo, no qual toda a extensão do ribeirão Vai-Vem antes da captação de água foi visitada. Através dessa visita determinaram-se oito pontos de coleta seguindo a confluência de tributários.

Os pontos selecionados foram demarcados com o GPS (posicionamento por satélite), codificados, descritos e identificados em um croqui (Figura 5.12 e Figura 5.13). A codificação utilizada tanto para os pontos de coleta de água destinados à análise de agrotóxicos quanto para as coletas destinadas a análises físico-químicas e biológicas está demonstrada nas Tabelas 5.4 e 5.5.

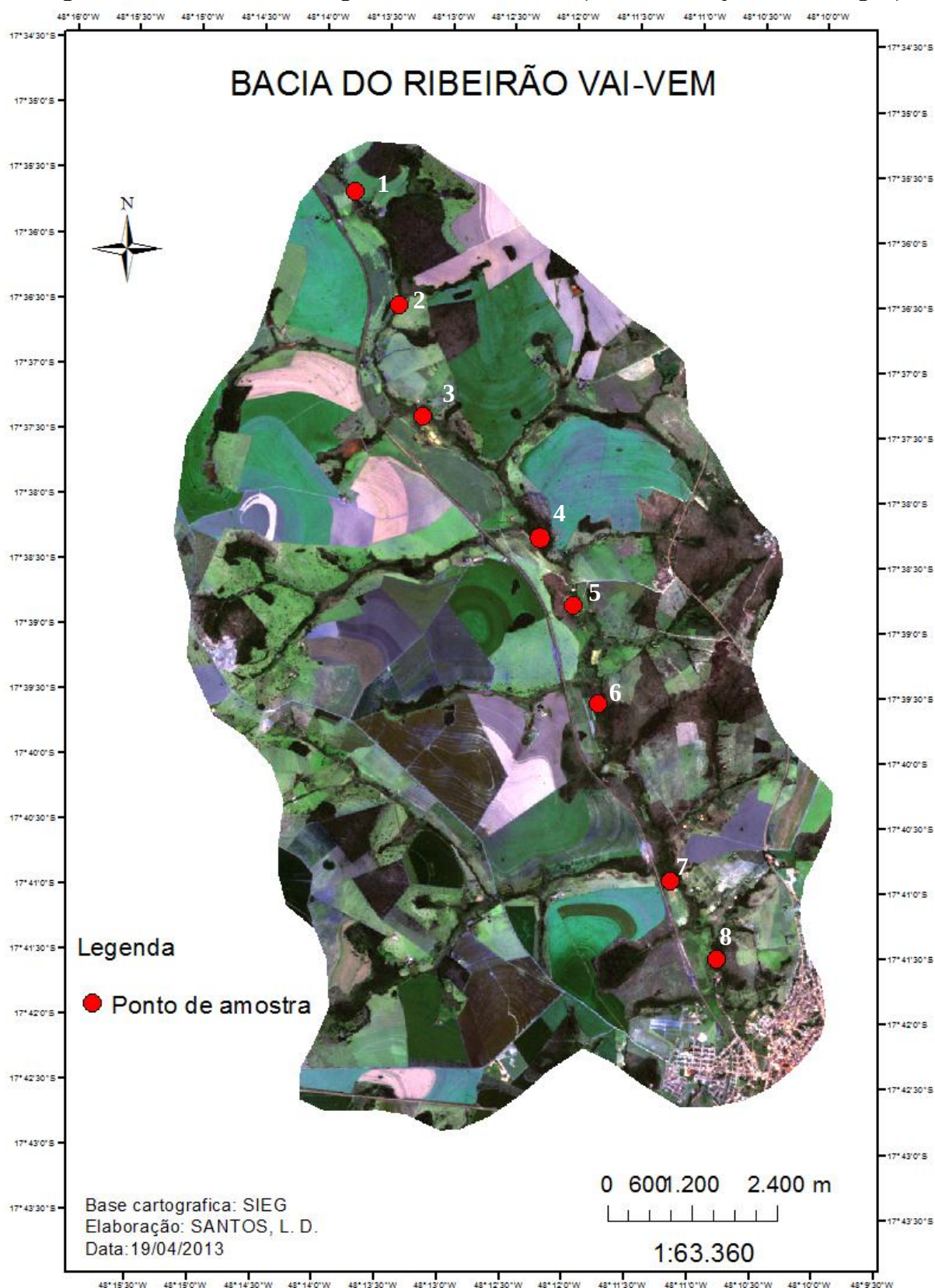
Tabela 5.4 – Codificação, Caracterização e identificação por satélite do local dos pontos de coleta

Ponto	Codificação/Características	Localização	Foto
P 1	Fazenda Mariana – 1° nascente: Na margem esquerda há presença de pastagem e na margem direita o uso é agrícola (soja). As cercas em péssimo estado de conservação não protegem a nascente do pisoteio do gado. A Mata Ciliar não atinge os 30 metros, além de ser composta predominantemente por brachiária (<i>Brachiaria decumbens</i>).	Latitude: S17. 6047822° e Longitude: 048.2255201°	
P 2	Primeiros Tanques de Peixe: O ponto de coleta é logo abaixo dos tanques de criação de peixe. Nesse trecho a margem direita é composta por pastagem e na margem esquerda há plantação de cultura sazonal (soja). A Mata Ciliar não é composta nos 30 metros por cobertura vegetal nativa, sendo predominantemente composta por brachiária (<i>Brachiaria decumbens</i>).	Lat.: S17. 6255536° e Long.: 048.2161322°	
P 3	Segundo local de Tanques de Peixe: A margem direita do ponto de coleta é utilizada para pastagem e a margem esquerda para plantação de culturas sazonais. A cultura plantada é soja. Nota-se a escassez de cobertura vegetal nativa e a ausência de cercas que impeçam a entrada do gado. Próximo do local (cerca de 50 m) há tanques utilizados para criação de peixes.	Lat.: S17. 6313138° e Long.: 048.2198892°	
P 4	Ponte próxima à entrada da Fazenda Brígida: Tanto a margem direita como a esquerda possuem os 30 m de Mata Ciliar composta por cobertura vegetal nativa. A área ao lado da Mata Ciliar da margem esquerda é composta por Formações Florestais densas, por ser utilizada como Reserva Legal. A área ao lado da Mata Ciliar da margem direita é consorciada com plantação de eucalipto e pastagem. Vale acrescentar que não há cerca que impeça a entrada do gado.	Lat.: S17. 6355495 e Long.: 048.2181443°	
Ponto 5	Ponte próxima à chácara Santana: As margens esquerda e direita são utilizadas para pastagem. Não há cerca que impeça a presença do gado na Mata Ciliar. Tanto do lado direito como esquerdo não há predominância de cobertura vegetal nativa.	Lat.: S17. 6541736 e Long.: 048.218898°	

Ponto 6	Terceiro local de Tanques de Peixe: O ponto de coleta é próximo aos tanques de peixe. A margem esquerda desse ponto é utilizada como pastagem não havendo cerca para impedir entrada do gado. A margem direita possui cobertura vegetal nativa abrangendo os 30 metros de Mata Ciliar legalmente obrigatório.	Lat.: S17.6674826 e Long.: 048.1880746°	
Ponto 7	Chiqueiro: Tanto a margem esquerda como a margem direita apresenta Mata Ciliar com cobertura vegetal nativa, porém essa não atinge, na margem direita, os 30 metros exigidos. Vale salientar que próximo a esse ponto de coleta existe criação de porcos.	Lat.: S17.6843350 e Long.: 048.1841104°	
Ponto 8	Captação de Água: A margem direita apresenta Mata Ciliar com cobertura vegetal nativa atingindo área superior a 30 m. Já a margem esquerda apesar de possuir cobertura vegetal nativa na área de Mata Ciliar essa não atinge 30 m e após 10 metros do ribeirão a área é utilizada para pastagem. Não há cerca que impeça a entrada do gado. Notou-se presença de outros animais como capivara.	Lat.: S17.6999879 e Long.: 048.1769558°	

Fonte: Vaz (2012)

Figura 5.12 - Pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem (análise físico-química e biológica)



Fonte: Google Earth (2012)

Para coleta de água para detecção de agrotóxicos os mesmos pontos foram demarcados. Para esse tipo de amostragem os ambientes requeridos são locais a jusante da confluência de tributários e os pontos definidos para as coletas de amostras destinadas às análises físico-químicas e bacteriológicas satisfazem esse requisito (Tabela 5.4). Um nono ponto foi adicionalmente definido, para analisar o tratamento da água destinada para consumo humano. Esse ponto é situado na Estação de Tratamento de Água (ETA) do município de Ipameri.

Para coleta de água destinada a análise de resíduos de agrotóxicos um décimo ponto foi definido a montante do ribeirão Vai-Vem, para representar a amostra testemunha. Segundo Ferracini et al. (2006), a amostra testemunha, é uma amostra que representa as condições primárias do ambiente ou local, com isenção quanto a presença de supostos compostos ou elementos químicos introduzidos por meio de atividades antrópicas. A coleta no ponto testemunha, portanto, foi realizada distante das áreas submetidas ao uso de poluentes.

Tabela 5.5 – Codificação, Caracterização e identificação por satélite do local dos pontos de coleta

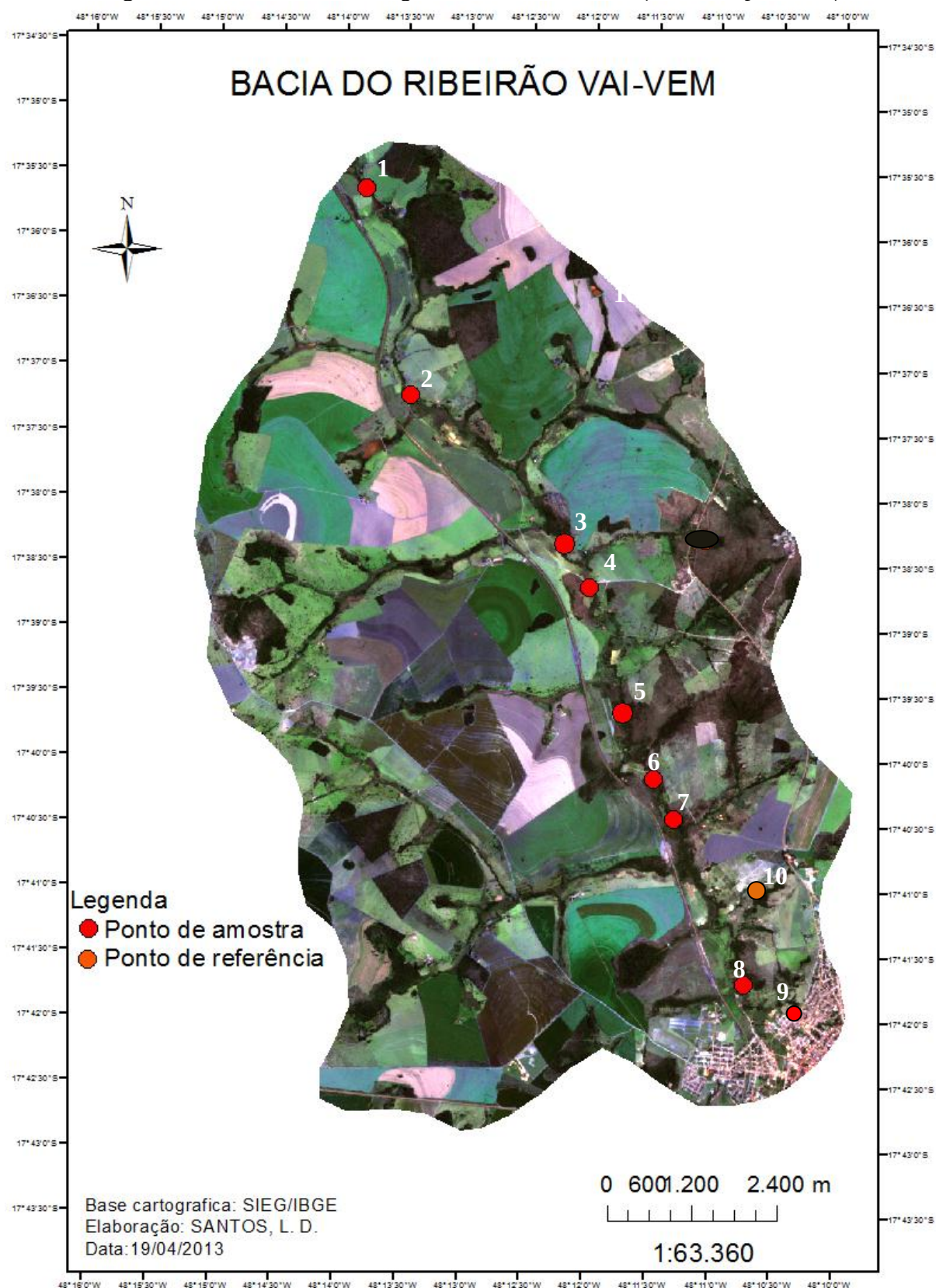
Ponto	Codificação/Características	Localização	Foto
P 1	Fazenda Mariana – 1° nascente: Na margem esquerda há presença de pastagem e na margem direita o uso é agrícola (soja). Nota-se a supressão completa da vegetação nativa da Mata Ciliar que não atinge os 30 metros exigidos. A vegetação é composta predominantemente por brachiária (<i>Brachiaria decumbens</i>).	Latitude: S17. 6047822° e Longitude: 048.2255201°	
P 2	Primeiros Tanques de Peixe: O ponto de coleta é logo abaixo dos tanques de criação de peixe. Nesse trecho a margem direita é usada para pastagem e a margem esquerda para plantação de cultura sazonal (soja). A Mata Ciliar não é composta nos 30 metros por cobertura vegetal nativa, sendo predominantemente composta por <i>Brachiaria decumbens</i> .	Lat.: S17. 640771° e Long.: 048.209928°	
P 3	Segundo local de Tanques de Peixe: A margem direita do ponto de coleta é utilizada para pastagem e a margem esquerda para plantação de culturas sazonais. A cultura plantada é soja. Nota-se a escassez de cobertura vegetal nativa e a proximidade da plantação com o corpo de água. É importante destacar a declividade do terreno e a ausência de curvas de nível no local.	Lat.: S17. 655146° e Long.: 048.196730°	

P 4	Ponte próxima à entrada da Fazenda Brígida: Tanto a margem direita como a esquerda possuem os 30 m de Mata Ciliar com cobertura vegetal nativa. A área ao lado da Mata Ciliar da margem esquerda é composta por Formações Florestais densas, por ser utilizada como Reserva Legal. E a área ao lado da Mata Ciliar da margem direita é consorciada com plantação de eucalipto e pastagem. A escolha desse ponto é decorrente de um grande tributário a montante que percorre lavouras em propriedades mais distantes do ribeirão Vai-Vem.	Lat.: S17. 664306 e Long.: 048. 192266°	
P 5	Ponte próxima à chácara Santana: A margem esquerda e direita é utilizada para pastagem. Não há cerca que impeça a presença do gado na Mata Ciliar. Tanto do lado direito como esquerdo não há predominância de cobertura vegetal nativa.	Lat.: S17. 6577390 e Long.: 048.188833°	
P 6	Terceiro local de Tanques de Peixe: A margem esquerda desse ponto é utilizada como pastagem. E a margem direita possui cobertura vegetal nativa abrangendo os 30 metros de Mata Ciliar legalmente obrigatório.	Lat.: S17. 683606 e Long.: 048.185400°	
P 7	Chiqueiro: Tanto a margem esquerda como a margem direita apresenta Mata Ciliar com cobertura vegetal nativa, porém essa não atinge os 30 metros exigidos na margem direita. Esse ponto foi escolhido por que a montante há dois tributários expressivos do ribeirão Vai-Vem que percorrem por sua vez áreas utilizadas para plantação de soja e outras culturas.	Lat.: S17. 693214 e Long.: 048.179598°	
P 8	Captação de Água: A margem direita apresenta Mata Ciliar com cobertura vegetal nativa atingindo área superior a 30 m. Já a margem direita apesar de possuir cobertura vegetal nativa na área de Mata Ciliar essa não atinge 30 m e após 10 metros do ribeirão a área é utilizada para pastagem. Vale acentuar que essa área está próxima ao local de captação de água para abastecimento da população.	Lat.: S17. 711734 e Long.: 048.170980°	

P 9	ETA: Na Estação de Tratamento de Água de Ipameri todas as coletas de água tratada foram realizadas na torneira da foto. E as coletas de água bruta na calha Parshal.	Lat.: S17.6307395° e Long.: 048.2197684°	
			
P10	Ponto Testemunha: compreende um ponto referência no qual é representado por uma nascente rodeada por área preservada que atinge os 50 m de cobertura vegetal nativa exigida pela legislação.	Lat.: S17.654818 e Long.: 048.175787°	

Fonte: Vaz (2012)

Figura 5.13 - Pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem (análise de pesticidas)



Fonte: Google Earth (2013)

Os critérios para definição dos pontos elencados acima foram: o objetivo da pesquisa em levantar os impactos que afetam a qualidade da água do ribeirão Vai-Vem, a presença de grandes tributários, a facilidade de acesso do local e a presença de fontes de poluição e ou contaminação (SANTOS, et al., 2001). Para o alcance da consecução dos critérios citados o conhecimento da bacia hidrográfica foi imprescindível.

Todos os outros critérios para escolha dos pontos de amostragem foram atendidos. E os pontos determinados para coleta coincidiram com locais de bom acesso, nos quais a estrada estava próxima e havia a possibilidade de coleta a qualquer hora do dia, mesmo sobre condições de tempo adversas. É oportuno informar ainda que durante as visitas de campo alguns proprietários das terras foram informados sobre as coletas de água, ou em sua ausência o arrendatário, afim de que a operação normal de amostragem fosse conduzida sem transtorno.

Após essa etapa, a terceira fase do planejamento da amostragem consistiu na determinação do tipo da amostra e dos equipamentos e substâncias utilizadas para coleta, armazenamento e preservação. Essa definição baseou-se nas características da seção transversal, profundidade e flutuação de vazão do ribeirão, nas características temporais e no tipo de amostragem (parâmetros).

O ribeirão Vai-Vem possui uma largura que não supera 5 m e uma profundidade média inferior a 2 m. Em função dessa largura e profundidade Santos et al. (2001) recomendam a coleta de amostras simples ou integradas tomadas a meia profundidade. A amostra simples de acordo com Pires et al. (2006) consiste na retirada de uma porção de água diretamente do corpo hídrico. E a amostra integrada compreende retirada de várias porções em pontos diferentes do corpo hídrico e depois homogeneização dessas com vistas a formar apenas uma porção.

As amostras coletadas no ribeirão Vai-Vem foram do tipo simples, já que são também representativas para o tipo de análise pretendida. Para amostras de água destinadas a análises de agrotóxicos a coleta foi realizada próxima à margem do ribeirão, direita ou esquerda, considerando a margem na qual chegam os contaminantes. E para as amostras destinadas a análise biológica a coleta ocorreu também próxima à margem e a meia profundidade.

Como adverte Filizola et al. (2006) os recipientes para coleta das amostras de água para análise microbiológica e de agrotóxicos devem ser separados. Para atender esse requisito e não comprometer a qualidade da análise o frasco utilizado para coleta visando análises físicas como pH, turbidez e cor foi o de polietileno (500 ml) por ser aceitável a todos os

parâmetros analisados e por apresentar as vantagens de ser leve e não frágil se comparado ao vidro.

Para as coletas destinadas a análise microbiológica utilizou-se frascos de vidro de boca larga, previamente esterilizados. Para análise de resíduo de agrotóxico o frasco utilizado foi de vidro previamente lavado com detergente não iônico seguido de esguicho com álcool e por fim água destilada. A escolha do vidro em detrimento do plástico, se deve a uma recomendação de Queiroz et al. (2006) que assinala que para traços de agrotóxicos deve-se evitar materiais plásticos que usualmente contém ftalatos¹¹.

Na primeira coleta a preservação dos frascos foi feita com refrigeração mediante o uso de caixa térmica e gelo. Todo esse cuidado se deve ao fato de que após a coleta, as amostras continuam a mudar física, química e biologicamente, exigindo um tipo de preservação. No entanto, convém salientar que mesmo com essa preservação a amostra possui um tempo de validade, o qual é contado a partir da amostragem até o momento da análise. Assim todas as amostras foram coletadas e enviadas ao laboratório em menos de sete horas.

Todos os frascos foram identificados e etiquetados com as informações do local da amostra, data e horário da coleta, tipo de preservação, nome da Instituição que o discente estuda e código da amostra. Para preenchimento de algumas dessas informações foi utilizada uma ficha de registro (Apêndice A), elaborada a partir de recomendações dos seguintes autores: Filizola et al. (2006) e Santos et al. (2001).

A terceira etapa do planejamento da amostragem constituiu a definição da frequência e do período da amostragem. Santos et al. (2001) salientam que a frequência deve ser programada de acordo com os objetivos e características do corpo hídrico. Os referidos autores recomendam que para estudo de cargas difusas, que é o objeto de estudo da pesquisa, são suficientes três eventos de cheia e dois eventos de estiagem.

Filizola et al. (2006, p. 21) salienta por sua vez que a frequência de amostragem deve estar subordinada aos processos produtivos nas áreas agrícolas, podendo ser divididos segundo os autores em: preparo do solo, que inclui, gradagem, aplicação de herbicidas pré-plantio, fertilização e calagem; plantio; aplicações de defensivos agrícolas pré e pós-emergentes ao longo do período da cultura e colheita.

A fim de seguir ambas as orientações dos referidos autores estabeleceu-se o seguinte cronograma para coletas de água visando análise de resíduos de agrotóxicos: setembro,

¹¹ Os ftalatos são ésteres do ácido ftálico usualmente chamados de ésteres ftálicos ou apenas ftalatos, sendo amplamente utilizados como plastificantes para aumentar a flexibilidade e a viabilidade de polímeros com alto peso molecular (ESTEVEZ et al., 2007, p. 219).

novembro e dezembro (2013). Para análises microbiológicas e físicas o cronograma foi: setembro (2012), janeiro, março, julho e agosto (2013). Sendo, duas coletas durante o período chuvoso e três coletas durante o período de estiagem, como recomenda Santos et al. (2001) para análises microbiológicas.

Depois de efetuado o planejamento, o segundo passo consistiu, finalmente, na coleta de amostras que foram efetuadas manualmente seguindo as indicações técnicas propostas por Santos et al. (2001), Filizola et al. (2006) e Silva et al. (2005). Assim, o frasco utilizado foi imerso no corpo de água com a boca voltada para baixo até meia profundidade, em seguida inclinou-se a boca do frasco e o posicionou contra a direção da corrente até seu enchimento.

Antes, porém, o frasco foi enxaguado com água do corpo hídrico, com exceção do frasco destinado a análise microbiológica. O frasco para análise microbiológica também não foi preenchido completamente, sendo utilizado $\frac{3}{4}$ de sua capacidade com vistas a facilitar a posterior mistura da amostra. Tomou-se o cuidado de manter o frasco aberto apenas o tempo necessário de inseri-lo na água e coletar a amostra. Vale salientar que também se teve o cuidado de não se tocar nas partes internas das tampas e frascos.

Durante o encaminhamento da amostra para análise é relevante destacar que alguns cuidados foram tomados conforme recomendação de Pires et al. (2006), como, por exemplo: posicionamento dos frascos em uma caixa de isopor de tal modo que fiquem firmes, uso de gelo para preservação e proteção da caixa de modo que sua tampa exerça leve pressão sobre a tampa de frascos. Após o transporte as amostras foram armazenadas em câmaras frias numa temperatura de cerca de 4,0 °C e em condições de ausência de luz, conforme recomenda Ferracini et al. (2006).

5.4.3 Preparação da amostra de laboratório

A preparação da amostra no laboratório bem como do material para utilização na análise envolveu, antes de tudo, todas as atividades de limpeza e esterilização de frascos, utensílios, instrumentos e vidrarias.

Para preparação de amostras para fim de análise de agrotóxicos foi feita uma rigorosa descontaminação de todo material antes e depois da análise. Tal limpeza foi efetuada mediante esterilização do material em estufa no laboratório de química da Universidade Federal de Goiás – Campus Catalão (UFG/CAC). Na SANEAGO o material foi esterilizado tanto em estufa (Figura 5.14) como em autoclave (Figura 5.15).

Figura 5.14 – Estufa da SANEAGO

Fonte: Vaz (2013)

Figura 5.15 – Autoclave da SANEAGO

Fonte: Vaz (2013)

Silva et al. (2005) recomendam que o material seja submetido a 121°C por 30 minutos na autoclave tomando o cuidado de adicionar água ou solução de detergente aos estojos de descartes de pipetas, para amolecer os resíduos e afrouxar as tampas dos frascos. Na estufa o material deve permanecer a 100°C por no mínimo 2 horas.

Porém, antes de submeter o material na estufa foi efetuada uma lavagem preliminar. A lavagem realizada no laboratório da SANEAGO de Ouvidor e adotada para ser efetuada no laboratório de Química da UFG/CAC quando da preparação das amostras de água para aplicação da técnica analítica cromatográfica seguiu as seguintes etapas:

- (1) Remoção de todo material contaminado presente nos frascos e utensílios antes de iniciar a lavagem com auxílio de uma espátula se necessário;
- (2) Preparação de uma solução de detergente para mergulhar os materiais utilizados; deixando-os até duas horas se necessário, dependendo do grau de aderência;
- (3) Remoção do material restante nas paredes e fundo do material, bem como remoção das anotações de lápis e canetas hidrográficas com o emprego de escovas, esponjas com álcool, quando necessário;
- (4) Enxague de todo material com água corrente, por dez vezes sucessivas e em seguida com água destilada, pelo menos uma vez.

Concluída a sequência de etapas do procedimento de limpeza dos materiais prosseguiu-se com a limpeza da bancada na qual foi manipulada as amostras. Essa limpeza foi feita com etanol 70% para remoção de contaminantes presentes. Essa etapa é relevante, sobretudo, para abertura das embalagens e tomada da unidade analítica de amostras para análise microbiológica.

5.4.4 Realização de Análises/Aplicação da Técnica

As técnicas de SPE e CG foram aplicados seguindo os seguintes passos: (1) Posicionamento dos 11 cartuchos com sorvente C18 nas estruturas de 11 Kitassatos tampados com rolhas, ligados a uma bomba a vácuo e localizados abaixo dos 11 funis de separação, nos quais a amostra foi colocada; (2) Filtragem da amostra de água do ribeirão Vai-Vem (1 L) através de filtros comuns; (3) Condicionamento dos cartuchos com 3 ml de hexano:acetona (1:1); (4) Adição da amostra de água do ribeirão Vai-Vem a uma velocidade de 2 ml/min (o controle foi feito pela torneira dos funis de separação); (5) Descarte da Amostra; (6) Posicionamento dos cartuchos em um sistema de manifold a vácuo (7) Secagem dos cartuchos através do vácuo do manifold por 60 minutos; (8) Eluição dos analitos com 3 ml de hexano:acetona (1:1); (9) Aplicação de vácuo por 10 minutos para remoção de qualquer remanescente do eluato; (10) Transferência do eluato para vials; (11) Configuração da pressão do Gás de Arraste (Hélio) para 10 psi e fluxo de 1 ml/min; (12) Programação da coluna do cromatógrafo para seguinte rampa de temperatura: 185°C (3 min), 30° C/min, 240°C (20 min), 15°C/min, 250°C (15 min);

5.4.4.1 Materiais

Para análise de resíduos de agrotóxicos empregou-se a seguinte instrumentação, materiais, vidrarias e solventes:

1. Cromatógrafo a gás HP 6890N Agilent (Wilmington, Estados Unidos), equipado com:
 - 1.1 Amostrador automático;
 - 1.2 Coluna analítica capilar de baixa polaridade e de baixo sangramento, fabricada com tubos capilares constituídos de aço inoxidável,
 - 1.3 Espectrômetro de massas (Detector) com analisador de massas quadrupolar;
 - 1.4 Software;
2. *Manifold* para SPE Varian (aparelho para extração a vácuo) para a pré-concentração com capacidade de 11 amostras simultâneas, e bomba a vácuo para pressão negativa de 760 mm Hg (Agilent Technologies);
3. Nas pesagens utilizou-se balança analítica AR2140 Mettler Toledo, com resolução máxima de 210 g e mínima de 0,01 g;
4. Sistema de Ultra Purificação para obtenção de água ultrapura (GEHAKA, Brasil);
5. Cartuchos para SPE C18-ec, 6 mL/500 mg (Macherey-Nagel, Alemanha);
6. Cartuchos para SPE C8-ec, 6 mL/500 mg (Macherey-Nagel, Alemanha) – utilizados para teste;
7. Vidrarias volumétricas;
8. Kitassatos e funis de separação;
9. Transferidor com capacidade entre 100 e 1000 µL e ponteiras com capacidade de 10 a 100 µL;
10. Micropipetas (Sororex Swiss);
11. Frascos para coletas de amostras de 1000 mL em vidro âmbar com tampa de cortiça;
12. Vials para análise no Cromatógrafo a gás com capacidade de 15 mL em vidro transparente com tampa fenólica, septo de silicone.

Os Solventes Padrões e Padrões de Agrotóxicos foram:

1. Gás de arraste: Hélio 99,99% de pureza (White Martins e Air Products, Brasil);
2. Hexano 99% (Neon Comercial, Brasil);
3. Acetona 99,5% (Proquímicos, Brasil);
4. *Octadecyl-modifiziertes Kieselgel, endcapped e Octadecyl-modifiel sílica, endcapped* (C₁₈ e C₈);
5. Padrão para Atrazina com 98,8% de pureza (Sigma Aldrich, Brasil);
6. Padrão para Endossulfam com 99,4% de pureza composto por 66% de alfa-endossulfam e 33,4% de beta-endossulfam (Sigma Aldrich, Brasil);

7. Padrão para Ciproconazol com 99,8% de pureza (Sigma Aldrich, Brasil);
8. Padrão para Lambda Cialotrina com 97,8% de pureza (Sigma Aldrich, Brasil);

5.5 Etapa 4 - Análise e julgamento dos resultados a partir da pesquisa teórica e documental

Após obtenção dos resultados das análises realizadas no Laboratório de Ensino da UFG – Campus Catalão e no Laboratório da SANEAGO no município de Ouvidor, bem como após levantamento de dados em campo foi realizada organização e tabulação das informações para posterior comparação com os padrões limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005, considerando que o ribeirão Vai-Vem tem suas águas enquadradas na classe II.

Vale esclarecer que para os parâmetros de resíduos agrotóxicos não foi feita comparação com os padrões estabelecidos na legislação nacional porque a pesquisa foi conduzida apenas para conseguir a identificação de agrotóxicos e não sua quantificação no corpo hídrico. De qualquer forma para os ingredientes ativo de agrotóxicos Lambda Cialotrina e Ciproconazol, não há determinação de padrão na referida norma jurídica, assim seria adotado o padrão estabelecido pela Comunidade Europeia (CE, 1998) para todos agrotóxicos analisados individualmente, que é de 0, 1 µg/L.

A partir da comparação dos resultados das análises microbiológicas com os padrões estabelecidos na aludida expressão do direito foi empreendido uma discussão sobre qualidade da água do manancial do ribeirão Vai-Vem com o uso e ocupação do solo da bacia desse corpo de água, de modo a compreender os reflexos dos usos na bacia com a qualidade da água do manancial.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

“- 5 de Agosto de 1954 – Na Praça da Liberdade, sob os aplausos e vivas de grande multidão tem lugar a inauguração do “Serviço de Água Encanada de Ipameri”, notável e arrojada realização do Prefeito José Machado.”.
J. B. Carvalho – Fragmentos da História de Ipameri (fatos importantes)
(1958)

A apresentação dos resultados e a condução das discussões neste capítulo estão estruturadas em cinco partes. Primeiro foram apresentados os resultados obtidos da análise dos mapas de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) no período de 38 anos, compreendido entre 1973 e 2011. Na segunda parte foi realizada a análise do nível de degradação das Matas Ciliares do ribeirão Vai-Vem através da classificação dessas em níveis de degradação ambiental conforme a presença e domínio quantitativo de cobertura vegetal nativa e cobertura vegetal exótica.

No terceiro tópico são apresentados os resultados da medição da vazão no ribeirão Vai-Vem realizada em dois períodos de seca e dois períodos chuvosos. Adicionalmente são mostrados o índice pluviométrico e a variação da temperatura do ar no município de Ipameri e, discutido a influência dessas variáveis na qualidade da água.

No quarto tópico são apresentados os resultados provenientes das análises físicas, químicas e biológicas de 40 amostras de água coletadas em oito pontos para análise dos contaminantes provindos de fontes pontuais e difusas originadas das atividades pecuária e piscícola. E os resultados das análises de outras 44 amostras de água coletadas em mais onze pontos para identificação de contaminantes provindos de fontes difusas de poluição referente ao uso de agrotóxicos na atividade agrícola.

Por fim, é apresentada no último tópico a técnica de tratamento de água aplicada pela SANEAGO no manancial do município de Ipameri por cada etapa de tratamento e, discutido como essa técnica pode remover agrotóxicos e outras substâncias químicas orgânicas da água.

6.1 Caracterização do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem

A bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem possui área de drenagem de 41.621,5 ha (ROCHA, 2012). A área investigada nessa pesquisa, contudo, compreende apenas a extensão que vai da primeira nascente do ribeirão até o ponto de captação da água do manancial. A extensão aludida possui por sua vez área de drenagem igual a 19.141,66 ha. O que corresponde 46% da área total da bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem.

Vale reforçar que a seleção dessa área, em detrimento da área total da bacia, deve-se ao objetivo da pesquisa que é de diagnosticar a qualidade da água destinada para consumo humano e os reflexos do uso da terra nas características de potabilidade da água. A área delimitada para estudo é a área compreendida desde a primeira nascente do ribeirão Vai-Vem até o ponto de captação para abastecimento para consumo pela população de Ipameri, abrangendo, portanto, todo o trecho do ribeirão antes da captação de sua água.

Na referida área, o uso da terra, é restrito à prática agrícola, pecuária e piscícola. Nos mapas de uso e ocupação da terra na bacia referente aos períodos de 1973, 1981, 1992, 2001 e 2011 são demonstradas que a produção agrícola e pecuária constitui as principais atividades econômicas praticadas nessa área. Para análise da dinâmica de crescimento dessas práticas na bacia, os mapas de uso e ocupação da terra foram divididos em quatro categorias principais: Cerrado; Pastagens e Campo; Agricultura e Solo Exposto; e, Extrato arbóreo.

Outras duas categorias demonstradas nos mapas, mas não abrangidas na discussão da pesquisa foram: Perímetro urbano e Drenagem. A categoria do perímetro urbano foi mapeada apenas com o intuito de localização da sede do município de Ipameri, já que a captação de água para abastecimento da população se localiza 3 km de distância da cidade.

A categoria, Cerrado compreende as áreas de pastagem natural que ainda apresentam espécies nativas do Cerrado. Vale salientar que não necessariamente essas áreas são classificadas como pastagem em toda extensão da bacia, contudo, na área de estudo sobressai sua utilização para criação de gado, sobretudo nas décadas anteriores a 1980 (Figura 6.1).

Figura 6.1 – Categoria representativa do Cerrado na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012)

As Pastagens e Campo representam por sua vez as áreas de pastagens plantadas pelo homem em que a presença de gramíneas e capins, essencialmente exóticos, sobressai dentre o restante da vegetação (Figura 6.2).

Figura 6.2 – Categoria representativa da cobertura vegetal de Pastagem no ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012/2013)

A categoria Extrato Arbóreo correspondem as APPs, precipuamente, Matas Ciliares e áreas de Reserva Legal, bem como as áreas nas quais é presente a atividade de silvicultura, nas quais são predominantes as plantações de eucalipto (Figura 6.3).

Figura 6.3 – Categoria representativa do Extrato Arbóreo na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012/2013)

Por fim, a categoria Agricultura e Solo Exposto para plantio correspondem às áreas destinadas ao plantio de lavouras, nas quais sobressaem o plantio de soja, milho e sorgo (Figura 6.4). Vale informar, que após a colheita do produto plantado nas lavouras, o solo fica exposto por um determinado período até o novo plantio. No geral, tais áreas são utilizadas para plantio de até dois tipos de cultura por ano.

Figura 6.4 – Categoria representativa da Agricultura e Solo Exposto na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2012/2013)

Após o estabelecimento das categorias foi estimada a porcentagem referente a cada uma dessas categorias através da classificação de imagem LANDSAT e da relação dessas com a área total (ha) da bacia. Nas Figuras 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 e 6.11 são apresentadas os mapas de utilização da terra e, nas Tabelas 6.1 e 6.2 os valores estimados da área em hectares e em porcentagem, respectivamente, ocupada por cada categoria de uso para cada período analisado. Na Figura 6.5 é mostrada a análise temporal desses dados.

Tabela 6.1 – Área em hectares (ha) estimada para as categorias de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)

Ano	Perímetro urbano	Corpos d'água	Cerrado	Extrato Arbóreo	Pastagem e Campo	Agricultura e solo exposto	Total
1973	372,21	2,21	13.154,04	2.376,11	2.587,63	649,46	19.141,66
1981	386,82	2,19	10.525,47	2.083,64	3.194,08	2.949,46	19.141,66
1992	537,56	2,15	5.198,66	1.703,70	6.200,13	5.499,46	19.141,66
2001	678,07	2,11	3.800,04	1.025,10	7.200,88	6.435,46	19.141,66
2011	825,20	2,10	2.543,32	953,89	8.046,27	6.770,88	19.141,66

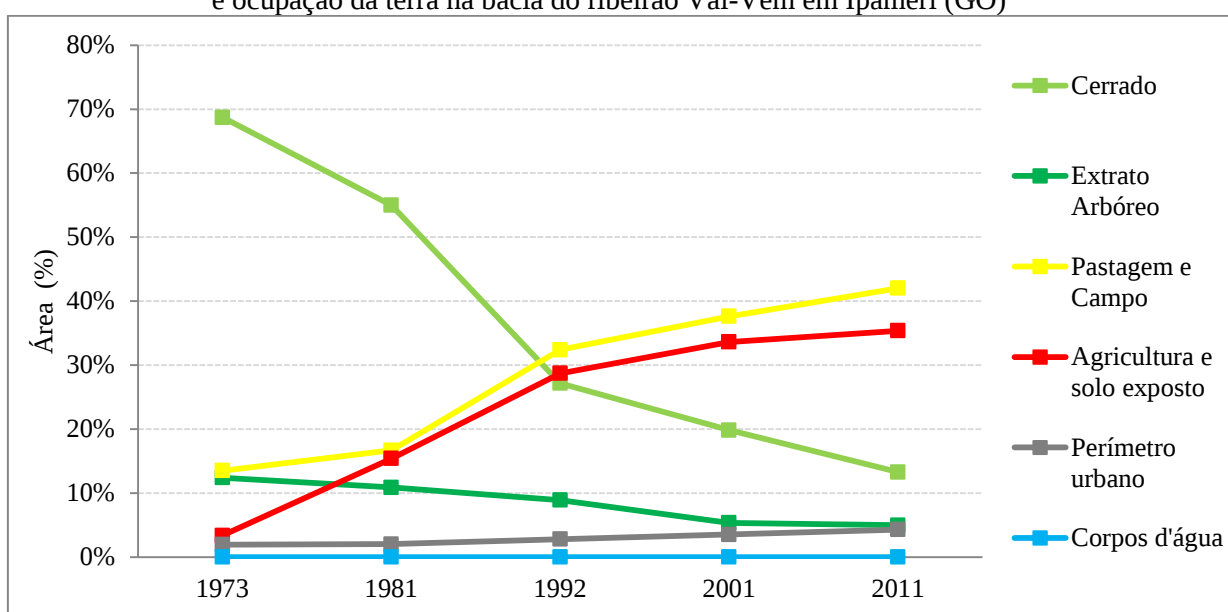
Fonte: Vaz (2013)

Tabela 6.2 – Área em porcentagem (%) estimada das categorias de uso e ocupação da terra ao longo da série histórica na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)

Ano	Perímetro urbano	Corpos d'água	Cerrado	Extrato Arbóreo	Pastagem e Campo	Agricultura e solo exposto	Total
1973	2%	0,01%	69%	12%	14%	3%	100%
1981	2%	0,01%	55%	11%	17%	15%	100%
1992	3%	0,01%	27%	9%	32%	29%	100%
2001	4%	0,01%	20%	5%	38%	34%	100%
2011	4%	0,01%	13%	5%	42%	35%	100%

Fonte: Vaz (2013)

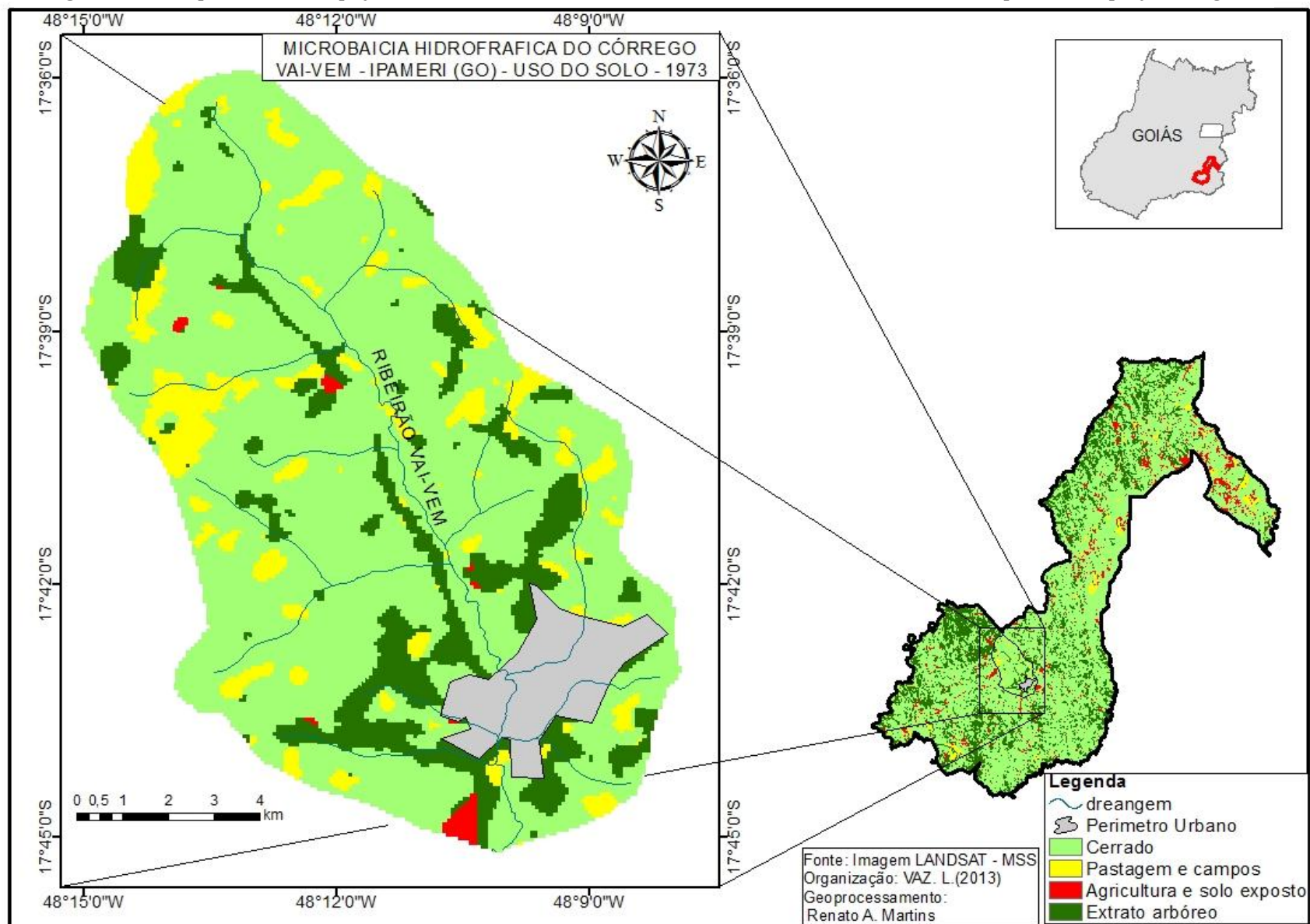
Figura 6.5 – Análise temporal da variação em porcentagem (%) da área das categorias de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

De acordo com o mapa de uso e ocupação da terra de 1973 a área natural modificada para dar lugar às pastagens artificiais e às lavouras era pequena em relação à área coberta por vegetação do Cerrado. Nesse período a categoria que sobressaia ainda era a cobertura vegetal característica do Cerrado seguido do extrato arbóreo, somando aproximadamente 81% da área total investigada. A atividade pecuária na região ainda era praticada, predominantemente em pastagens naturais e a agricultura quase não exercida somava aproximadamente 3% da área total da bacia (Figura 6.6).

Figura 6.6 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1973 – Trecho antes do ponto de captação de água



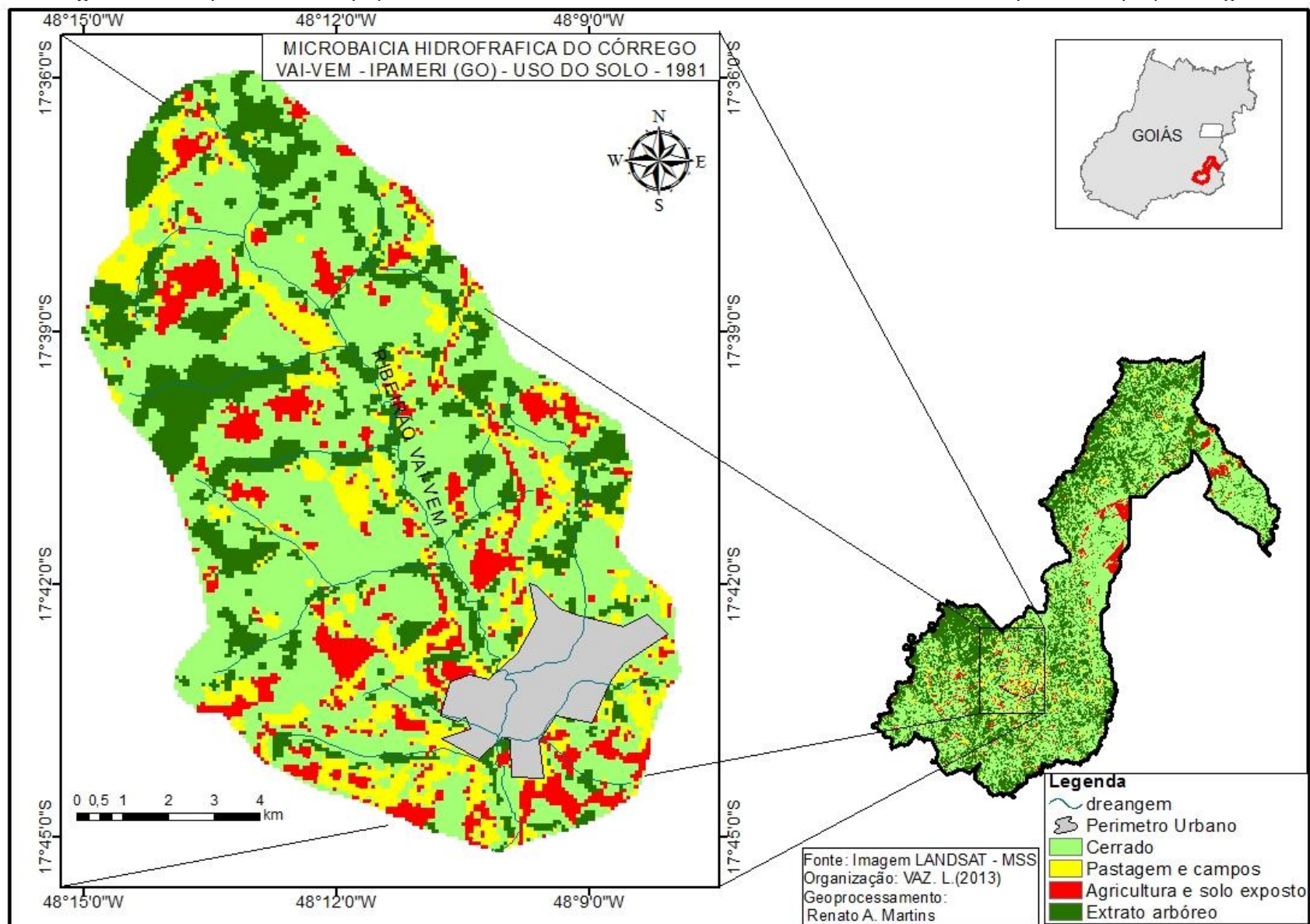
Fonte: Vaz (2013)

Em 1981, a categoria que domina a área investigada continua sendo a cobertura vegetal característica do Cerrado seguida ainda de Extrato Arbóreo. A atividade pecuária em áreas de pastagens plantadas cresce, mas de forma mais intensa observa-se a elevação da prática agrícola na região, em relação à década de 1970 (Figura 6.7).

Nota-se que as atividades antrópicas somam aproximadamente 32% da área da bacia. A vegetação do Cerrado, ainda nesse período, estava presente em quantidade significativa, aproximadamente 66% da área total, demonstrando que a materialização do modelo capitalista na região foi engendrada primeiramente na forma da produção agropecuária e, posteriormente agrícola. A substituição das atividades artesanais pelas industriais também é reflexo da consolidação gradual do modelo de desenvolvimento.

O Domínio Morfoclimático do Cerrado tornou-se, a partir da década de 1970, uma região estratégica para implantação das atividades econômicas e, o crescimento agrícola em termos de área utilizada, na bacia do ribeirão Vai-Vem, comprava essa assertiva. O aumento, de áreas constituídas por lavoura, acompanhado pela retirada da cobertura vegetal nativa marca, em concomitância, o início da perda de biodiversidade do Cerrado e a poluição e contaminação dos seus solos e água.

Figura 6.7 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1981 – Trecho antes do ponto de captação de água



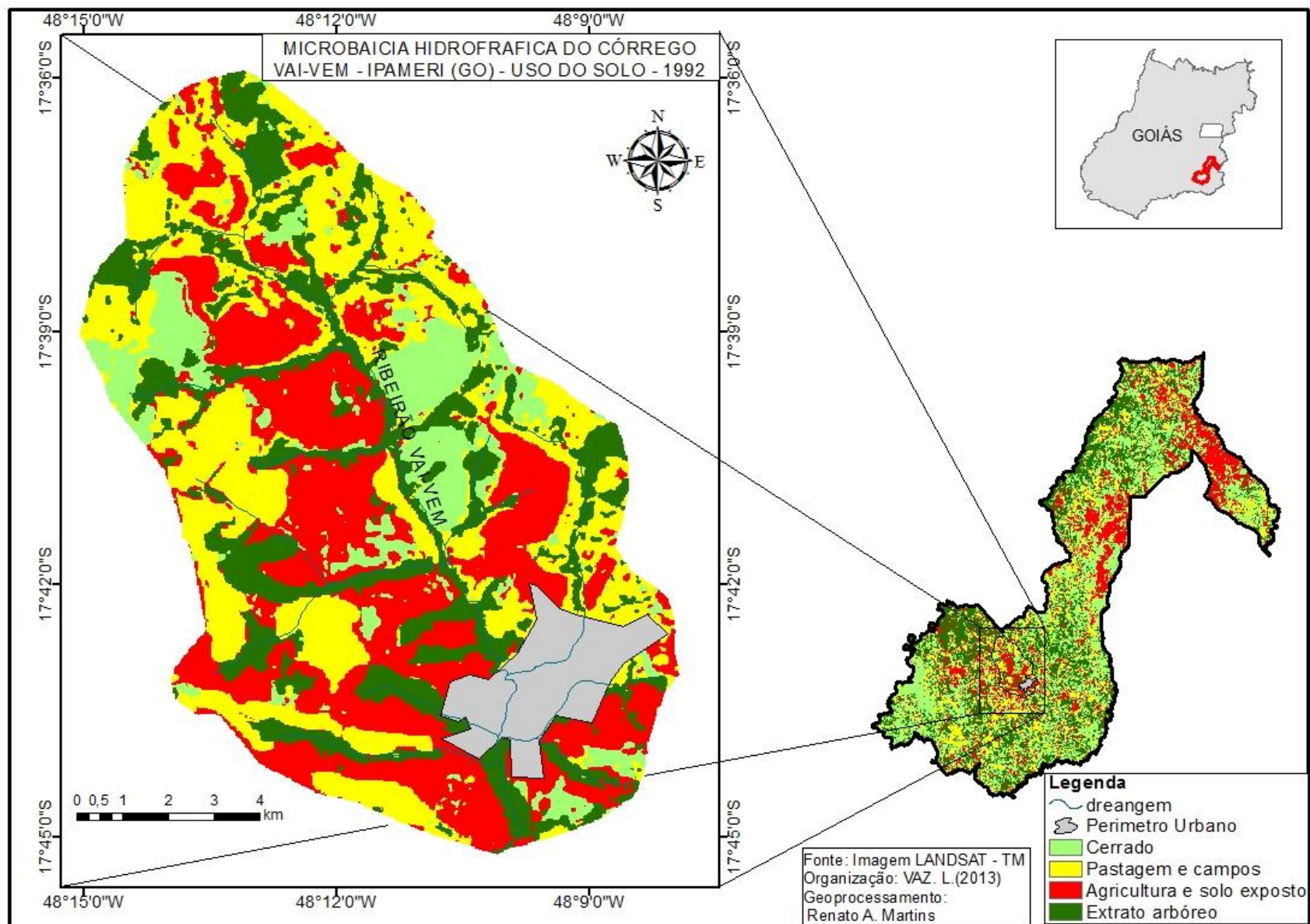
Fonte: Vaz (2013)

Em 1992, a atividade agrícola se expande de forma ainda mais intensa que na década anterior, apresentando-se em conjunto com a pastagem as categorias que sobressaem em relação ao restante da cobertura vegetal da bacia do ribeirão Vai-Vem. Nota-se que em dez anos a cobertura vegetal que compõe as atividades agropecuárias duplicou, e enquanto na década anterior a 1990 as atividades agrícola e pecuária ocupavam 32% da área da bacia e a cobertura vegetal nativa 66%, nos anos após essa data, a situação literalmente se reverteu.

O Cerrado foi praticamente todo devastado na década de 1990 e, a modificação rápida e intensa colocou a bacia hidrográfica em situação crítica no que concerne a incidência de assoreamento, erosões e, obviamente, interferência geral na dinâmica dos ecossistemas desse Domínio Morfoclimático.

É relevante observar, contudo, que a presença da Mata Ciliar permanece ainda praticamente intacta, com exceção da área próxima a primeira nascente do ribeirão Vai-Vem que foi tomada pela pastagem plantada (Figura 6.8). Fato esse que já revela uma tendência de desmatamento das APPs para os anos posteriores.

Figura 6.8 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 1992 – Trecho antes do ponto de captação de água



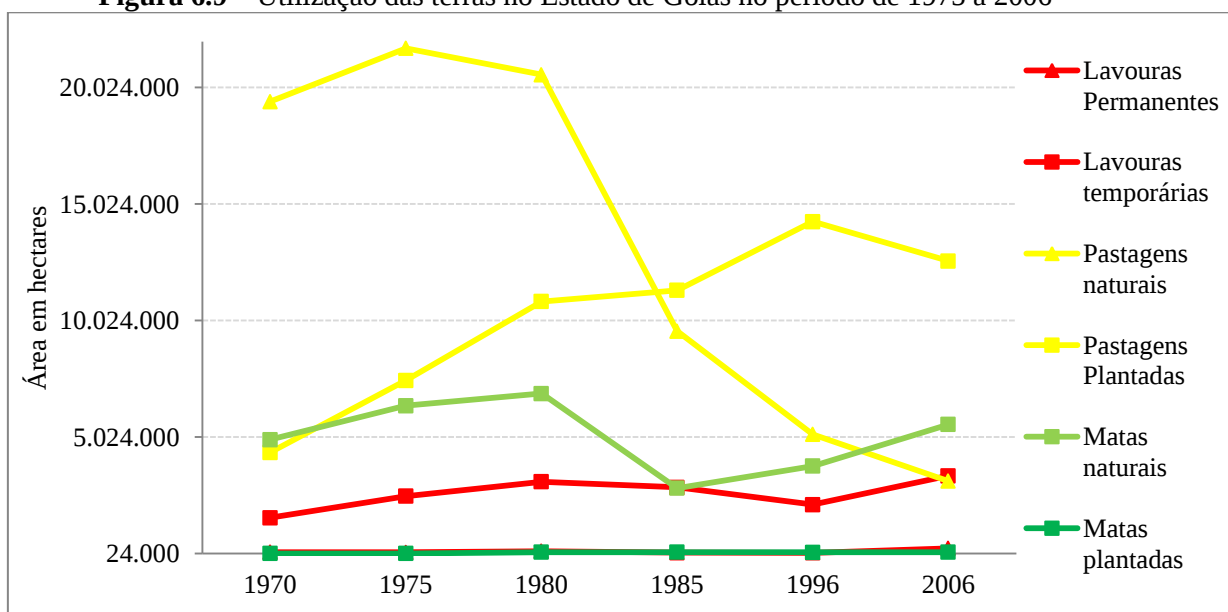
Fonte: Vaz (2013)

A atividade agrícola que não estava tão intensamente praticada na montante do ribeirão Vai-Vem na década de 1990 é expandida para essa área a partir dos anos 2000. Embora a pastagem ainda sobressaia-se em relação à área agrícola nota-se que aos poucos essas primeiras vão sendo substituídas pelas lavouras. Convém observar, sobretudo, que nem a Mata Ciliar foi preservada nessa década (Figura 6.10).

A área agrícola avança com tamanha intensidade que as margens do manancial não são poupadas. A busca pelo encurtamento da distância entre a fonte de água e a área a ser irrigada, bem como, a aspiração de aproveitar a maior área possível, para assim, aumentar a produção agrícola são as principais razões para destruição das APPs. As únicas áreas que restam preservadas são aquelas em que a declividade do terreno não possibilita a mecanização, áreas essas comumente destinadas para compor a Reserva Legal.

No período, que vai de 1984 a 2002, Macedo (2004) também observa o mesmo resultado na bacia do Lago Descoberto, no Distrito Federal. Onde ocorreu o mesmo avanço da agricultura, bem como o desmatamento das Matas Ciliares. O que demonstra que esse processo ocorreu de forma não homogênea em praticamente todo o centro-sul do Estado de Goiás conforme é demonstrado na Figura 6.9.

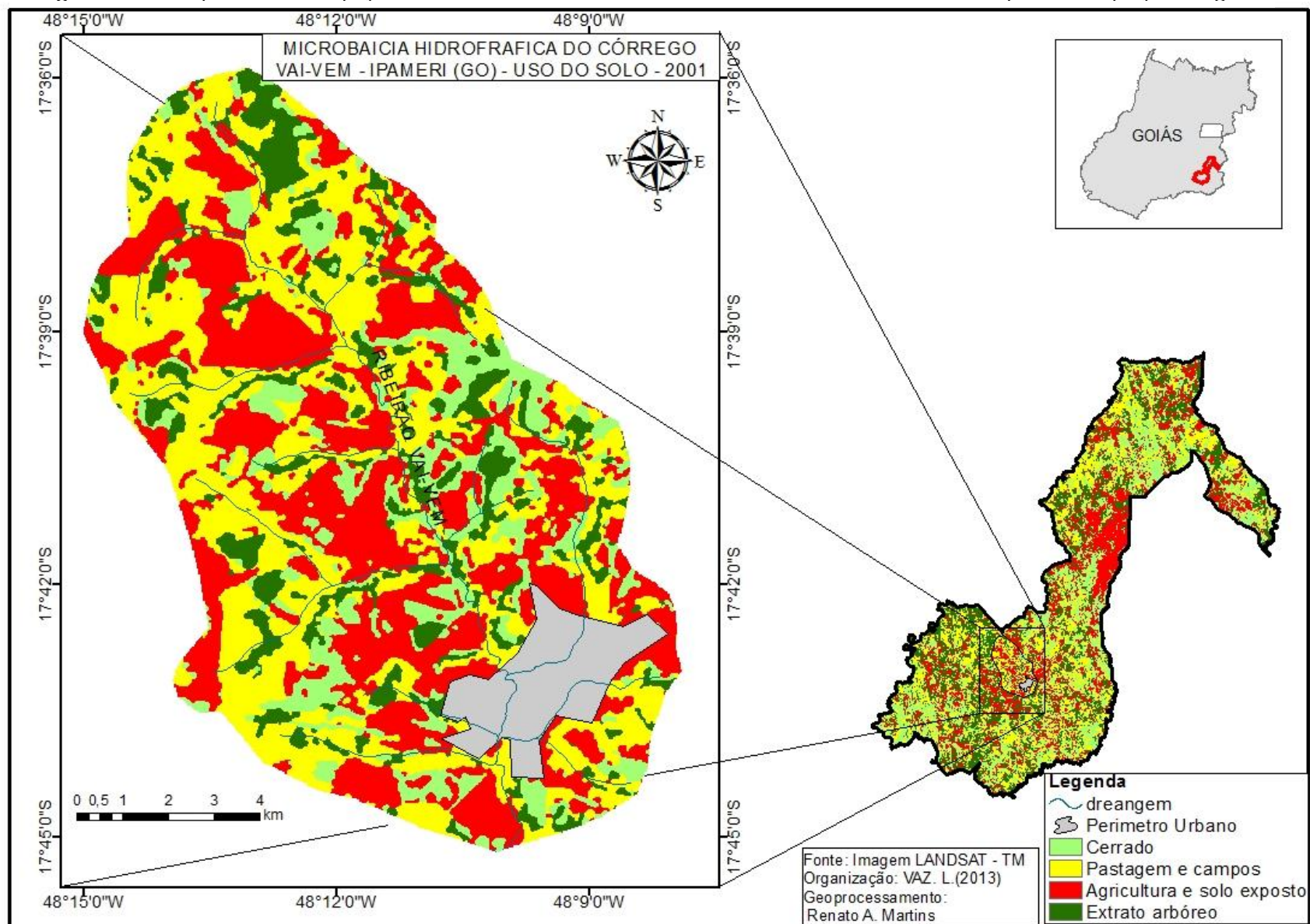
Figura 6.9 – Utilização das terras no Estado de Goiás no período de 1975 a 2006



Fonte: IBGE (2006)

Organização: VAZ, L. (2013)

Figura 6.10 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 2001 – Trecho antes do ponto de captação de água



Fonte: Vaz (2013)

Em 2011, persiste o desmatamento nas Matas Ciliares e as categorias predominantes de cobertura vegetal continuam sendo a de Pastagem/Campo e Agricultura/Solo Exposto. Nota-se que mais da metade da área da bacia já está tomada por atividades antrópicas, das quais se destaca o crescimento da atividade agrícola, com mais de 35% do total da área (Figura 6.13).

No trabalho de campo foi possível comprovar a presença marcante das lavouras de soja. E como o período de coleta de dados na área de estudo se estendeu para 15 meses observou-se também a rotação das culturas na mesma área, nas quais ora se plantou soja ora se plantou sorgo ou milho (Figura 6.11).

Figura 6.11 – Plantação de soja nas figuras à esquerda e milho e sorgo à direita



Fonte: Vaz (2012/2013)

Embora o crescimento agrícola esteja mais intenso, a área pecuária ainda é predominante, abarcando em 2011, 42% do total da bacia. Prado; Miziara; Ferreira (2012, p. 153) destacam que a pastagem ainda “[...] tende a prevalecer, por se tratar de uma atividade mais independente do que a agricultura, no que se refere, por exemplo, à topografia e à necessidade de escoamento de seus produtos.”.

No mapa de uso e ocupação da terra de 2011 observa-se, adicionalmente, que as áreas que sobraram de vegetação nativa do Cerrado ainda são aquelas preservadas desde a década de 1990 (provavelmente correspondem a áreas de Reserva Legal), apesar de que a diminuição destas áreas é perceptível ao longo dos anos (Figura 6.13).

A mesma dinâmica de ocupação da bacia do ribeirão Vai-Vem é notada no município de Ipameri como um todo. Em relação ao uso das terras, as áreas utilizadas para agricultura e

pecuária no município, nos anos 2000, ampliaram significativamente se comparadas à década anterior, atingindo em 2006, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma área plantada de 200.809 hectares. Em 1995 a área plantada era de 189.043 hectares (Tabela 6.3).

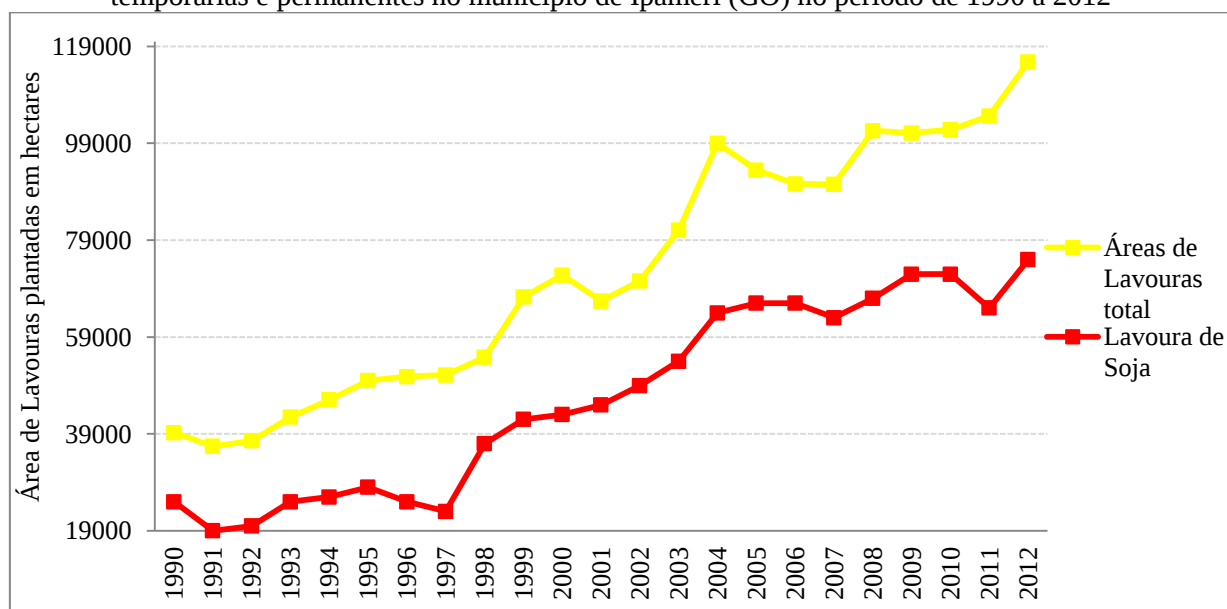
Tabela 6.3 – Utilização das terras no município de Ipameri em 1995 e 2006

Ano	Lavouras permanentes	Lavouras temporárias	Pastagens naturais	Pastagens plantadas	Matas e florestas artificiais	Matas e florestas naturais
1995	49690	306	89.694	138.909	138	61.470
2006	90055	562	47.860	108.827	1365	49.283

Fonte: IBGE (2006)
Organização: VAZ, L. (2013)

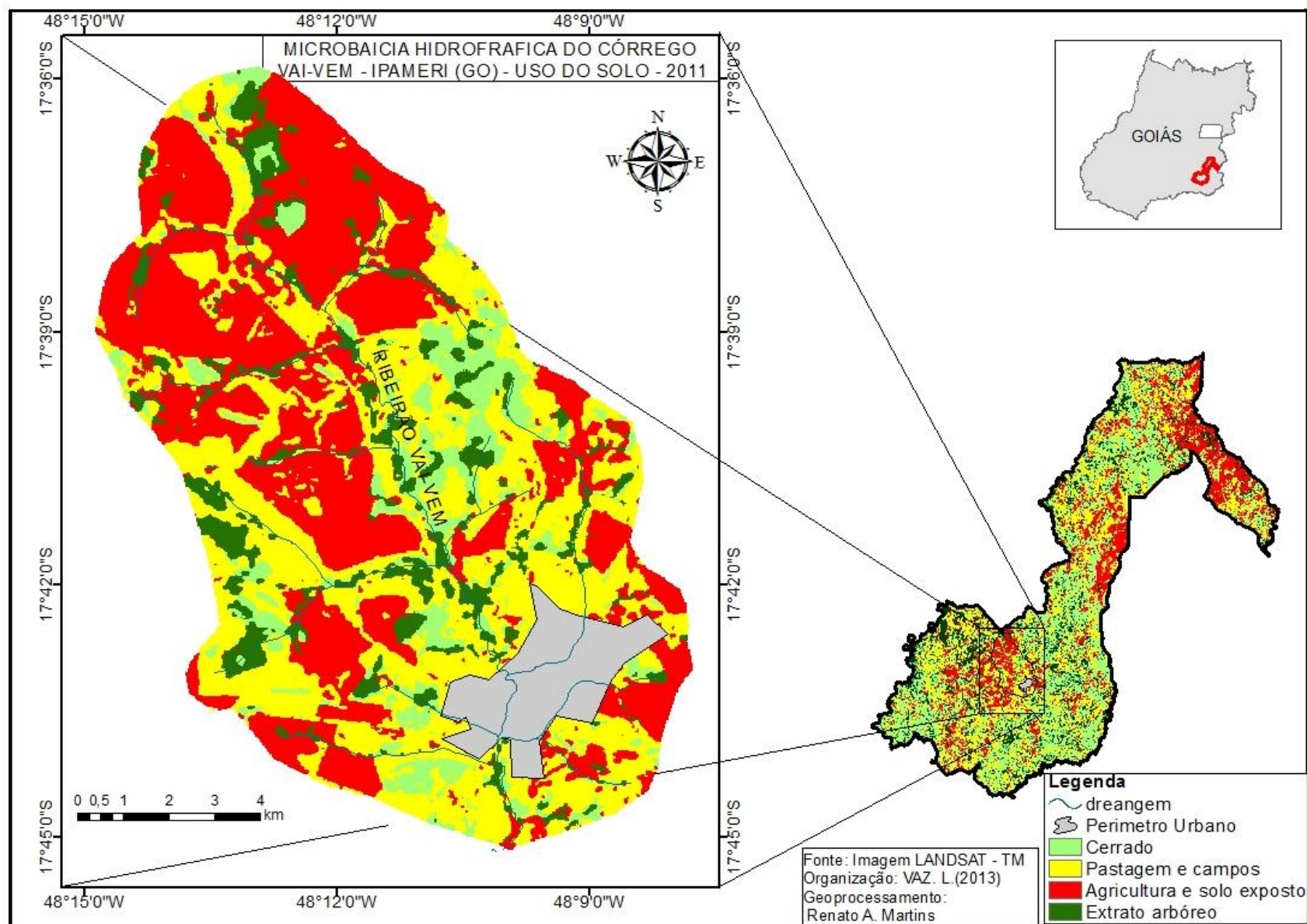
O aumento da área de lavouras permanentes e temporárias, em detrimento das matas e florestas naturais, bem como o aumento das pastagens plantadas em relação às pastagens naturais é significativo. Nota-se que a diminuição da vegetação característica do Domínio Morfoclimático do Cerrado foi estrondosa e não cessou. Em 2012 a área plantada com lavouras permanentes e temporárias atingiu 115.796 hectares da área total do município, sendo 75.000 hectares somente com lavoura de soja (Figura 6.12).

Figura 6.12 – Evolução da extensão de área plantada com soja em relação à área total de lavouras temporárias e permanentes no município de Ipameri (GO) no período de 1990 a 2012



Fonte: IBGE/PAM (2012)
Organização: VAZ, L. (2013)

Figura 6.11 – Mapa de Uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem em 2011 – Trecho antes do ponto de captação de água



Fonte: Vaz (2013)

Comparativamente, o diagnóstico das formas de uso e ocupação da terra para os anos de 1973 a 2011 (Figuras 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 e 6.11) demonstra que houve aumento significativo no uso por culturas temporárias em detrimento das áreas ocupadas por vegetação do Cerrado e mesmo do Extrato arbóreo presente nas Matas Ciliares e demais APPs.

6.2 Diagnóstico ambiental sobre a presença de cobertura vegetal nativa nas Matas Ciliares do ribeirão Vai-Vem no período de 2012 a 2013

As visitas de campo empreendidas na área de estudo através das quais se determinou os onze pontos de amostragem subsidiaram também a análise macroscópica da presença de cobertura vegetal nativa na Mata Ciliar do ribeirão Vai-Vem nesses referidos pontos de coleta de água. Vale recordar, nesse momento, que os pontos de coleta 9 e 10 estão localizados na Estação de Tratamento de Água (ETA) e o ponto 11 é o ponto testemunha utilizado para comparação dos resultados obtidos das análises de identificação de resíduos de agrotóxicos, o que significa que serão submetidos para essa análise da presença de cobertura vegetal nativa e, por conseguinte, do nível de degradação apenas os oito primeiros pontos.

A partir da análise macroscópica dos oito pontos foi possível a caracterização desses locais em três categorias qualitativas e seis categorias quantitativas de degradação ambiental, conforme é demonstrado na matriz de categorias de degradação representada na Tabela 5.1.

A Mata Ciliar em 75% dos pontos de coleta, considerando tanto a margem direita quanto a esquerda é predominantemente constituída por pastagem plantada, sendo a *brachiária* (*Brachiaria decumbens*) a principal espécie forrageira. Há também cobertura vegetal nativa nesses pontos, e 87,5% das margens nas quais se coletaram amostras de água apresentam algum tipo de vegetação nativa do Cerrado.

A porcentagem da cobertura vegetal nativa em comparação com a densidade da cobertura vegetal exótica somente se sobressai em 12,5% dos pontos, considerando que nesses pontos a cobertura vegetal nativa é integralmente preservada e abrange mais que 30 m de extensão a partir da margem do ribeirão. O restante dos pontos apresenta Mata Ciliar com escassa cobertura vegetal nativa em meio à pastagem plantada e, ausência de preservação da cobertura vegetal nativa nos 30 m determinados pela legislação brasileira (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 – Categorias de degradação da Mata Ciliar do ribeirão Vai-Vem nos pontos de coleta

Trechos analisados no ribeirão Vai-Vem	Margens do ribeirão Vai-Vem	Categoria de Degradação Ambiental	Valores de Alteração
1° Ponto	Direita	Intermediária	2
	Esquerda	Intermediária	2
2° Ponto	Direita	Intermediária	3
	Esquerda	Intermediária	3
3° Ponto	Direita	Intermediária	3
	Esquerda	Alta	5
4° Ponto	Direita	Intermediária	2
	Esquerda	Baixa	1
5° Ponto	Direita	Intermediária	3
	Esquerda	Intermediária	3
6° Ponto	Direita	Intermediária	3
	Esquerda	Intermediária	3
7° Ponto	Direita	Intermediária	3
	Esquerda	Intermediária	2
8° Ponto	Direita	Baixa	1
	Esquerda	Intermediária	3
Média			2,6 = 3

Fonte: Vaz (2013)

As áreas de pastagens existentes próximas às margens do ribeirão e, de forma mais acentuada, próximas as nascentes encontram-se, quase que todas praticamente degradadas, com presença de solo exposto e processos erosivos. As causas são ação do escoamento superficial da água pluvial e, sobretudo, pisoteio do gado, tal como demonstrado na Figura 6.14 (VAZ, 2009).

Figura 6.14 – Pisoteio do gado nas nascentes do ribeirão Vai-Vem e desenvolvimento de processos erosivos

Fonte: Vaz (2009)

Rocha (2012, p. 135) encontrou na área investigada por essa pesquisa 59 pontos de elevado potencial de voçorocamento, sendo todos eles ligados às áreas próximas às nascentes do ribeirão Vai-Vem. Dentre as causas levantadas para a degradação do solo a referida autora aponta o uso e ocupação da terra aliado ao tipo de solo presente próximo às nascentes, neossolo quartzarênico, que pela textura arenosa, possibilita o desenvolvimento mais acentuado de processos erosivos.

O carreamento das partículas do solo advindo desses processos erosivos aliada com a presença não controlada do gado nas áreas de pastagens são os fatores que contribuem, certamente, para elevação dos índices de turbidez, cor verdadeira e de coliformes na água do ribeirão Vai-Vem.

Convém destacar que a análise individual da degradação ambiental das Matas Ciliares nos pontos de coleta de amostras de água do ribeirão Vai-Vem representa de certa forma, uma análise total da degradação das Matas Ciliares do ribeirão Vai-Vem na área estudada. Isto é, considerando a extensão que vai da primeira nascente do ribeirão até o ponto de captação de sua água. Afinal a localização e a sequência dos pontos foram determinadas de forma estratégica para abranger e caracterizar toda a área investigada, bem como todos os usos empreendidos nessa extensão da bacia.

Tal análise, bem como a observação no Mapa de Uso do Solo referente ao ano de 2011, permite fazer uma extrapolação avaliativa da situação de degradação ambiental desses pontos específicos para quase toda a extensão da bacia do ribeirão Vai-Vem que foi abarcada na pesquisa. Sob essa conjuntura, pode-se considerar que o cálculo da média dos valores de alteração ambiental adversa dos pontos de amostragem corresponde ao valor médio de degradação ambiental da bacia. A partir dessa suposição pode-se inferir que em termos de preservação da cobertura vegetal nativa na Mata Ciliar do ribeirão Vai-Vem a categoria de degradação é a intermediária.

A categoria intermediária de degradação representa aquela que possui como cobertura vegetal predominante as espécies de gramíneas utilizadas na pastagem destinadas para criação de gado. Essa atividade se enquadra em nível de degradação intermediária em relação às atividades de plantio de monoculturas, que estão enquadradas na categoria de alta degradação, porque nessa última prática o solo fica mais vulnerável a erosão e a percolação de partículas pela chuva.

As erosões laminares e lineares são mais comuns em áreas com plantação agrícola do que em áreas compostas por pastagens (SILVA, 2004), isso porque em parte do ano o solo

fica totalmente exposto, contribuindo, dessa forma, para o assoreamento do corpo hídrico e da nascente mais próxima.

O resultado proporcionado pela matriz de interação entre os tipos de degradação ambiental e a situação encontrada em cada ponto de coleta revela, portanto, que a maior parte dos trechos do ribeirão Vai-Vem que estão por sua vez localizados antes da captação de água apresentam desconformidade legal, no que tange a densidade de cobertura vegetal nativa.

A resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, determina que todo curso d'água com menos de dez metros de largura (caso do ribeirão Vai-Vem) deve ter a limitação de 30 metros como Área de Preservação Permanente. Extensão essa que deve ser medida em faixa marginal a partir do nível mais alto, definido por sua vez como o “nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente.” (BRASIL, 2002).

Vale informar que o Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012) também determina a mesma medida para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura. Dessa forma, na extensão desses 30 metros é vedada qualquer atividade agropecuária ou qualquer outra que gere retirada da vegetação natural e cause impacto adverso ao meio ambiente ou à qualidade da água. Todavia não é o que se constata na maioria dos pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem, bem como em grande parte da sua extensão até o ponto de captação.

Esse resultado corrobora com os advindos do estudo realizado por Alves; Rossete (2007) que também observaram a predominância de pastagens em APPs no Córrego Murtinho, situado em Nova Xavantina (MT). No qual identificaram o não atendimento a legislação no que concerne a preservação das Matas Ciliares. No Estado de Goiás, cita-se novamente o estudo de Bonnet (2007) demonstrando que 61 das 89 bacias hidrográficas pesquisadas no Estado não atingem a área de cobertura vegetal equivalente mínima requerida pela norma jurídica vigente.

Desde 1965 (Lei nº 4.771), quando foi instituído o Código Florestal, as Matas Ciliares passaram a ser uma área protegida por lei, sendo proibido qualquer tipo de remoção de árvore ou desmate da vegetação nativa ou exótica inserida na extensão delimitada pela legislação. Mais recentemente, a Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006, veio fortalecer as ratificações realizadas anteriormente quanto à proibição da supressão de vegetação em APPs de nascentes e veredas. E em 2012 com a revisão do Código Florestal (Lei nº 12.651 de 2012) esses locais foram mantidos como APPs, bem como toda a extensão que margeia corpos hídricos. Apesar de que as nascentes intermitentes não foram mencionadas no novo Código Florestal.

Convém destacar que a bacia do ribeirão Vai-Vem é marcada pela presença de Veredas. As Veredas são reconhecidas como áreas de “fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente palmáceas, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas.” (BRASIL, 2012). A Vereda conforme a referida norma jurídica deve ser preservada numa extensão de no mínimo 50 m. Essa delimitação, contudo, não é respeitada e nem os 30 metros exigidos pela legislação para os corpos hídricos de largura inferior a 10 m é obedecida (Figura 6.15).

Figura 6.15 - Fitofisionomias de Veredas identificadas na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2013)

Quanto as nascentes intermitentes, na época chuvosa toda bacia do ribeirão Vai-Vem apresenta-se com o surgimento delas. Como dito antes, muitas dessas nascentes afloram próximas às lavouras (Figura 6.16), onde não possuem nenhum tipo de cobertura vegetal nativa para funcionar como escudo em relação à contaminação das suas águas de quando ocorre pulverização de agrotóxicos. Nesses casos, observa-se que a plantação não é distanciada nem 4 metros da nascente.

Figura 6.16 – Nascente intermitente próxima à lavoura de soja na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: Vaz (2013)

6.3 Vazão e índice pluviométrico na bacia do ribeirão Vai-Vem

A qualidade da água tem função direta com os usos empreendidos na bacia hidrográfica, de forma que as características que determinam essa qualidade podem ser influenciadas pela sazonalidade pluviométrica e, por conseguinte, pela vazão do corpo hídrico.

No período chuvoso, o escoamento superficial da bacia inevitavelmente atinge a água superficial ou subterrânea e, se o solo estiver exposto ou marcado por processos erosivos, o carregamento das partículas do solo em direção ao corpo hídrico é intensificado. Por outro lado nesse período os contaminantes e poluentes estão mais diluídos já que a quantidade de água está maior.

Sob essa conjuntura, faz-se importante o conhecimento da vazão do ribeirão Vai-Vem, para relacionar a qualidade da sua água com essa variável. A vazão foi estimada pela técnica de flutuadores, que embora tenha baixa precisão, fornece uma estimativa do volume de água que passa na seção transversal do ribeirão por unidade de tempo.

A vazão média anual do ribeirão Vai-Vem é de $0,7702 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tabela 6.5). Nota-se que ocorre aumento ou diminuição da vazão conforme a variação do índice pluviométrico da região. O mês com maior altura pluviométrica, no período entre setembro de 2012 a outubro de 2013 em Ipameri, foi em janeiro e março de 2013, e a menor altura foi registrada em maio e julho e agosto de 2013 (Figura 6.17). Meses que a vazão aumenta e diminui no ribeirão Vai-Vem, respectivamente.

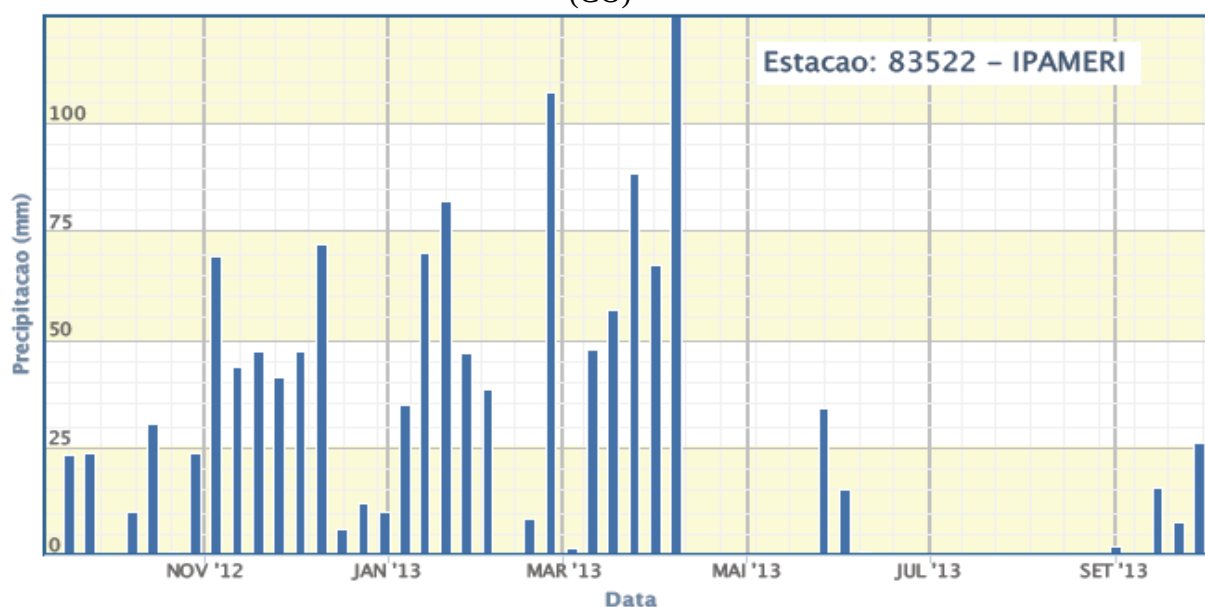
Tabela 6.5 – Resultado da medição de vazão no ponto de amostragem 6 no ribeirão Vai-Vem

Data	Vazão
27/01/2013	1,1463 m ³ /s
22/09/2013	0,4445 m ³ /s
29/09/2013	0,5381 m ³ /s
02/12/2013	0,9520 m ³ /s
Vazão média = 0,7702 m ³ /s	

Fonte: Vaz (2013)

O carreamento de partículas do solo está aliado ao fenômeno de escoamento superficial da água pluvial e à sua capacidade de dispersão das partículas no solo, cujo efeito se dá em função da duração e da frequência da chuva. Sendo assim, avaliar a distribuição pluviométrica no período de coleta é um fator importante.

Os dados da altura pluviométrica e amplitude térmica são relativos a setembro de 2012 a outubro de 2013 e foram obtidos da estação pluviométrica 83522, localizada em Ipameri (GO) e administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 6.17).

Figura 6.17 – Altura pluviométrica mensal observada no período de 09/2012 a 10/2013 em Ipameri (GO)

Fonte: INMET (2013)

A bacia do ribeirão Vai-Vem é submetida a um período seco e outro úmido, caracterizada por chuvas intensas em determinados meses e pouca ou nenhuma precipitação em outros. O desmatamento crescente na bacia, conforme demonstrado pelos mapas de uso e ocupação da terra, marcada pelo aumento das produções agrícolas, vem expondo o solo da bacia à ação da água de superfície, e quando o período de preparação para plantio coincide com as máximas pluviométricas, o efeito de lixiviação das partículas do solo em direção ao manancial superficial é potencializado e, por conseguinte, a poluição da água com os

agrotóxicos e fertilizantes utilizados na agricultura. Ainda contribui para intensificação da poluição o fato da bacia ser caracterizada como uma área de elevado potencial para desenvolvimento de erosões (ROCHA, 2012).

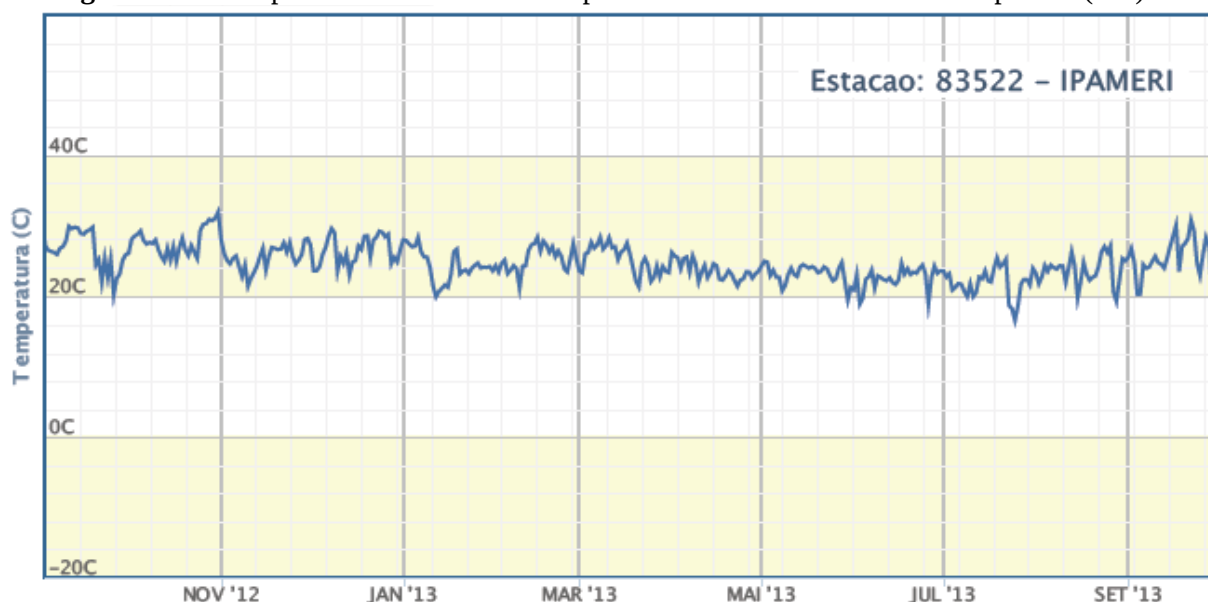
As coletas de amostras de água no ribeirão Vai-Vem, foram realizadas de modo a demonstrar as características relacionadas a qualidade da água tanto no período chuvoso quanto no da seca. Os meses, nos quais se realizou as coletas de amostras de água para identificação de fontes de poluição pontual que incluíram os parâmetros turbidez, pH, cor, coliformes totais e coliformes termotolerantes foi em setembro de 2012 (período seco), janeiro, março (meses com maior precipitação), julho e agosto de 2013 (período seco).

No referido período a maior precipitação ocorreu em março e abril de 2013, o que propiciou menor concentração dos contaminantes na água, mas aumento da intensidade dos processos erosivos e lixiviação do solo. O menor índice pluviométrico, no referido período foi em julho de 2013, quando a concentração de poluentes aumentou devido a menor vazão.

As coletas para análise da poluição difusa provinda da atividade agrícola, referente especificamente ao uso de agrotóxicos, ocorreram nos meses de setembro, novembro e dezembro de 2013. Um período marcado pelo início das chuvas, final de setembro, e pela primeira lixiviação do solo após o período de estiagem.

Quanto às informações de variação térmica nota-se que as temperaturas mínimas e máximas não possuem grandes diferenças, apresentando, portanto, pequena amplitude térmica. As temperaturas máximas estão associadas ao mês de novembro e as mínimas aos meses de em junho e julho (Figura 6.18).

Figura 6.18 – Amplitude térmica mensal no período de 09/2012 a 10/2013 em Ipameri (GO)



Fonte: INMET (2013)

6.4 Análises física, química e biológica da água do ribeirão Vai-Vem

A investigação da qualidade da água foi conduzida a partir de análises laboratoriais através das quais foram determinados os resultados para os seguintes parâmetros: turbidez, cor verdadeira, pH, temperatura, índice de coliforme total, índice de coliforme termotolerante e resíduos de ingredientes ativos de agrotóxicos, sendo esses atrazina, ciproconazol, endossulfam e lambda-cialotrina.

Com a análise do total desses parâmetros foi possível identificação de fontes difusas e pontuais de poluição e, portanto associação das características física, química e biológica da água com o uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica. A identificação das fontes difusas de poluição provindas das áreas agrícolas foi possibilitada, por sua vez, pelas análises qualitativas para identificação dos resíduos de agrotóxicos supracitados. As coletas de amostras de água destinadas para essas análises foram realizadas nos seguintes dias: 22/09/2013, 29/09/2013, 04/11/2013 e 2/12/2013. Os pontos de amostragem foram 11 e o total de amostras coletadas foi 44.

As coletas das amostras para análise dos parâmetros turbidez, cor, pH, temperatura, índice de coliforme total e índice de coliforme termotolerante foram, por sua vez, realizadas nos seguintes dias: 13/09/2012, 27/01/2013, 27/03/2013, 17/07/2013 e 15/08/2013. E em oito pontos de coleta, totalizando 40 amostras.

6.4.1 Turbidez

A turbidez é um parâmetro de qualidade que de modo simplificado, expressa a transparência da água. Isto é, indica à presença de matéria particulada em suspensão tal como argilas, grãos de areia, sílica, coloides, plâncton, matéria orgânica e inorgânica, bem como outros organismos microscópicos planctônicos ou não (FERREIRA; PÁDUA, 2010). É um parâmetro quantificado pela medida óptica da dispersão da luz ao atravessar a água (turbidimetria), sendo expressa em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT ou uT) (MENDES; OLIVEIRA, 2004, p. 155).

A turbidez natural das águas superficiais está geralmente compreendida na faixa de 3 a 500 uT (LIBÂNIO, 2010, p. 30). No Brasil, segundo o referido autor a turbidez dos corpos d'água é particularmente elevada em regiões com solos erodíveis. E grande parte das águas de corpos hídricos brasileiros é naturalmente turva em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem e, sobretudo, do uso de práticas agropecuárias inadequadas.

Na bacia do ribeirão Vai-Vem as medidas de turbidez variaram de um mínimo de 2,49 uT no ponto amostral 1, em 13 de setembro de 2012, a um valor máximo de 62,3 uT no ponto amostral 8, em 27 de março de 2013 (Figura 6.19). Tais valores estão associados ao período da seca, no qual os valores de turbidez da água são geralmente mais baixos do que os valores de turbidez de amostras de água coletadas em períodos chuvosos. O aumento do escoamento superficial e carreamento de sedimentos do solo para água, especialmente nas áreas de escassa cobertura vegetal nativa compondo as Matas Ciliares é a principal razão para elevação dos índices de turbidez na água na estação chuvosa.

Valores de turbidez em torno de 8 uT ou menos como ocorreu no ponto 1 em quase todas as amostras coletas, geralmente são imperceptíveis visualmente (FERREIRA; PÁDUA, 2010). E ainda de acordo com os autores valores de turbidez menores que 5 uT, são geralmente aceitos para consumo, embora o recomendado seja 1 uT.

Vale acrescentar ainda sobre os valores máximo e mínimo de turbidez na água do ribeirão Vai-Vem que o valor mínimo é correspondente à amostra coletada no primeiro ponto amostral, que é por sua vez o local da primeira nascente do ribeirão. Ao redor da nascente foi recentemente construída uma cerca de modo a privar o acesso do gado e plantadas mudas para recomposição da cobertura vegetal nativa no local, esses fatores certamente justificam os índices mais baixos de turbidez se comparado com os pontos à jusante.

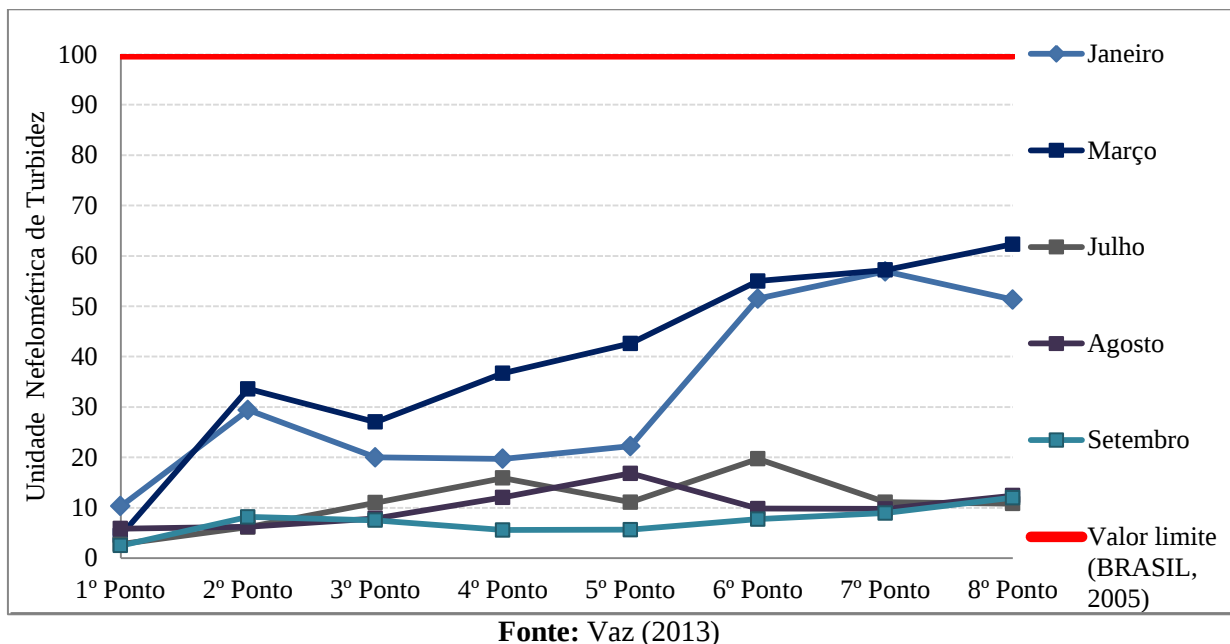
Sobre esse ponto é interessante colocar também que em 2009, quando o uso ao redor da nascente era caracterizado por pastagem e o acesso do gado era livre, a turbidez da água da nascente no mesmo período (24/07/2009) foi de 4,56 uT (VAZ, 2009). O resultado demonstra a influência do uso da terra nas características físicas da água, bem como, a importância da privação do acesso direto do gado ao corpo hídrico e preservação da cobertura vegetal nativa na área delimitada pela Mata Ciliar, para conseguir melhores padrões de parâmetros físicos de qualidade da água.

O valor máximo de turbidez analisado no período de setembro de 2012 a agosto de 2013 é referente ao ponto 8, local da captação de água do ribeirão Vai-Vem. E provavelmente os maiores valores de turbidez nesse local devem-se ao fato de nesse ponto da bacia o ribeirão ter incorporado todos os reflexos do uso e ocupação da terra à montante. Valores de turbidez e outros parâmetros que demonstram tendência de elevação da nascente a foz indica aumento da exploração da terra na bacia nessa mesma direção.

Além dessa tendência é notado também que os valores de turbidez elevam com o aumento do índice pluviométrico. Na Figura 6.19 é demonstrado claramente como o índice de turbidez aumenta no período chuvoso. Março foi o mês com os maiores valores de turbidez

para quase todos os pontos, com exceção apenas do primeiro ponto que apresentou maior turbidez no mês de janeiro, um período também chuvoso. A razão pode estar associada com o uso agrícola mais intenso no mês de janeiro em detrimento do mês de setembro, nesse local, especificamente.

Figura 6.19 - Turbidez da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



A resolução CONAMA n° 357 de 2005 estabelece o valor limite de 100 uT para corpos de água doce enquadrados na classe II e 40 uT para os corpos de água doce enquadrados na classe I. Na classe I pode ser enquadrada a primeira nascente do ribeirão Vai-Vem e o restante dos pontos podem ser enquadrados na classe II. O que significa que nenhuma das amostras de água do ribeirão Vai-Vem revela uma situação ilegal em relação aos padrões do parâmetro turbidez para água bruta.

Vale destacar, contudo, que a turbidez até chegar ao processo de desinfecção efetuado pela ETA deve ser baixa e preferencialmente menor que 1 uT, pois se, a turbidez estiver alta o processo de desinfecção não conseguirá inativar os microorganismos que podem estar juntos ao material particulado (FERREIRA; PÁDUA, 2011).

Destaca-se com valores elevados em relação aos outros pontos, os pontos 2 e 6 e, certamente esses índices estão associados com o efluente gerado pela atividade de criação de peixes realizada próximo as margens do ribeirão. Nesses pontos em que a turbidez mais se eleva, também é aumentada a probabilidade de ocorrer presença de microorganismos

patogênicos associados à matéria orgânica ou inorgânica. O que corrobora a necessidade de diminuição dos índices de turbidez no processo de tratamento da água realizado na ETA.

Mas como associar o valor da turbidez com o nível de qualidade da água? Para estabelecer essa relação foi utilizada a equação ajustada para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual relaciona a medida dos parâmetros com a qualidade da água relativa a esse parâmetro.

Vale ponderar que o IQA é composto pela análise de nove parâmetros: coliformes fecais, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido de saturação (OD) (KELLNER, 2012). E é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes das variáveis citadas. O IQA é um número entre 0 a 100 que indica a qualidade da água segundo a classificação indicada na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 – Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA)

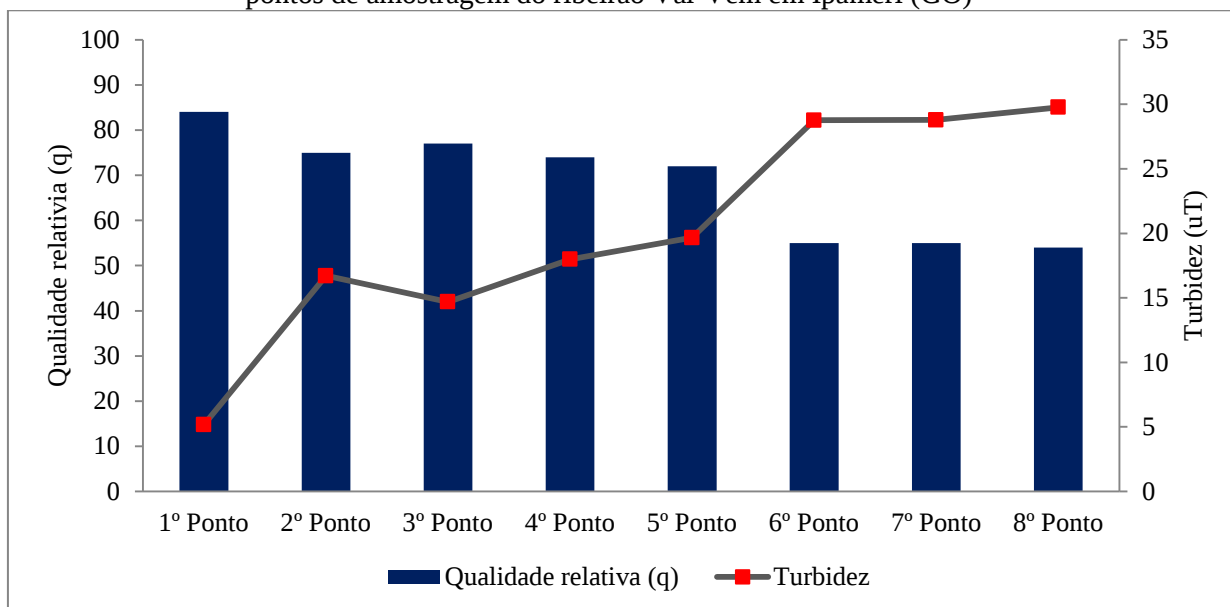
Ponderação	Categoria
100-79	Ótima
78-51	Boa
50-36	Regular
35-19	Ruim
18-0	Péssima

Fonte: CETESB (2005)

O que se pretendeu nessa pesquisa, porém, foi associar individualmente a turbidez (e os outros parâmetros analisados que coincidem com os parâmetros do IQA) com a curva média correspondente a esse parâmetro (Anexo A) para a determinação da qualidade relativa da água em relação a cada parâmetro, especificamente (COELHO, 2008). O que foi feito a partir da média das amostras coletadas em cada ponto.

Os resultados para o parâmetro turbidez indica que o menor índice de qualidade ocorreu no ponto amostral 8 (IQA = 54), o que pode ser interpretado como um nível bom de qualidade (Figura 6.20). O maior IQA ocorreu no ponto 1, (IQA = 84), o que representa um ótimo nível de qualidade da água. A turbidez média da água do ribeirão Vai-Vem no período coletado foi de 20,19 uT, o que está associado a um IQA igual a 72, significando que a água do ribeirão Vai-Vem, quanto ao parâmetro de turbidez tem um nível bom de qualidade.

Figura 6.20 – Qualidade relativa da água e turbidez média das cinco amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Convém ressaltar que para diminuição dos valores de turbidez da água bruta na ETA através dos processos de coagulação/floculação/sedimentação/filtração, altos investimentos financeiros são necessários (VEIGA et al., 1994). E parte desse custo poderia ser evitado se os índices de poluição fossem menores, o que está diretamente ligado a mudanças de práticas de uso e ocupação da terra na bacia e preservação da cobertura vegetal nativa nas Matas Ciliares. Como mesmo prova a comparação dos resultados de turbidez na primeira nascente do ribeirão Vai-Vem em relação a 2009 (uso mais intenso) e 2013 (local em regeneração).

6.4.2 Cor verdadeira

A cor é um parâmetro organoléptico de qualidade da água, sendo uma propriedade decorrente das substâncias que contém em solução ou suspensão, sejam elas orgânicas ou inorgânicas. A importância da cor da água de consumo é decorrente, sobretudo pelo efeito sensorial que produz, uma vez que não induz inevitavelmente a problemas de saúde (MENDES; OLIVEIRA, 2004, p. 150).

A cor pode contribuir, entretanto, para a formação de compostos cancerígenos no processo de tratamento de água, especificamente, na unidade de desinfecção por cloração. Em 1970, a importância da cor como parâmetro de qualidade de água adquiriu maior evidência após a confirmação da possibilidade de formação de trihalometanos (THM) como consequência da cloração de águas coloridas (com material particulado em suspensão e

diluído) com a finalidade de abastecimento. Vale ressaltar que os THM não são os únicos subprodutos da desinfecção (LIBÂNIO, 2010, p. 28), existem outros que também possuem efeitos adversos na saúde como: ácidos haloacéticos, bromato, clorito, cloro residual livre, cloraminas e triclorofenol (BRASIL, 2011).

A cor é dividida em dois parâmetros: cor aparente e cor verdadeira. Essa última é definida como aquela que não sofre interferência de partículas suspensas na água, sendo obtida após a centrifugação ou filtração da amostra, o que significa que é aquela causada pelas substâncias solúveis presentes. Já a cor aparente é aquela medida sem a remoção de partículas suspensas da água, ou seja, é causada pelas substâncias presentes, quer em solução quer em suspensão (FERREIRA; PÁDUA, 2010).

A água bruta pode ter uma cor aparente diferente da cor verdadeira, já que podem existir partículas em suspensão (algas, substâncias húmicas¹², partículas orgânicas e inorgânicas, etc.), responsáveis por essa diferença. Como a água para consumo não deverá ter sólidos em suspensão o parâmetro que deve ser monitorado nas ETAs é a cor verdadeira.

As águas superficiais apresentam, em geral, cor verdadeira variando de 0 a 200 uH (Unidades de cor) (LIBÂNIO, 2010). A resolução CONAMA n° 357 de 2005, por sua vez, estabelece o valor limite de 75 uH para corpos hídricos de água doce enquadrados na classe II. No entanto, a água do ribeirão Vai-Vem, nos períodos chuvosos, apresenta um nível bem superior ao padrão legal (Tabela 6.7).

Tabela 6.7 – Comparação macroscópica da cor da água nos pontos de amostragem no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)

Pontos	Período chuvoso	Período seco
1		

¹² Substâncias húmicas são definidas por Libânio (2010, p. 27) como o conjunto de compostos orgânico de elevado peso molecular, de origem predominantemente vegetal e de dimensões coloidais, cuja constituição em média apresenta 87% de ácidos fúlvicos, 11% de ácidos himatomelânicos e apenas 2% de ácidos húmicos, propriamente ditos.

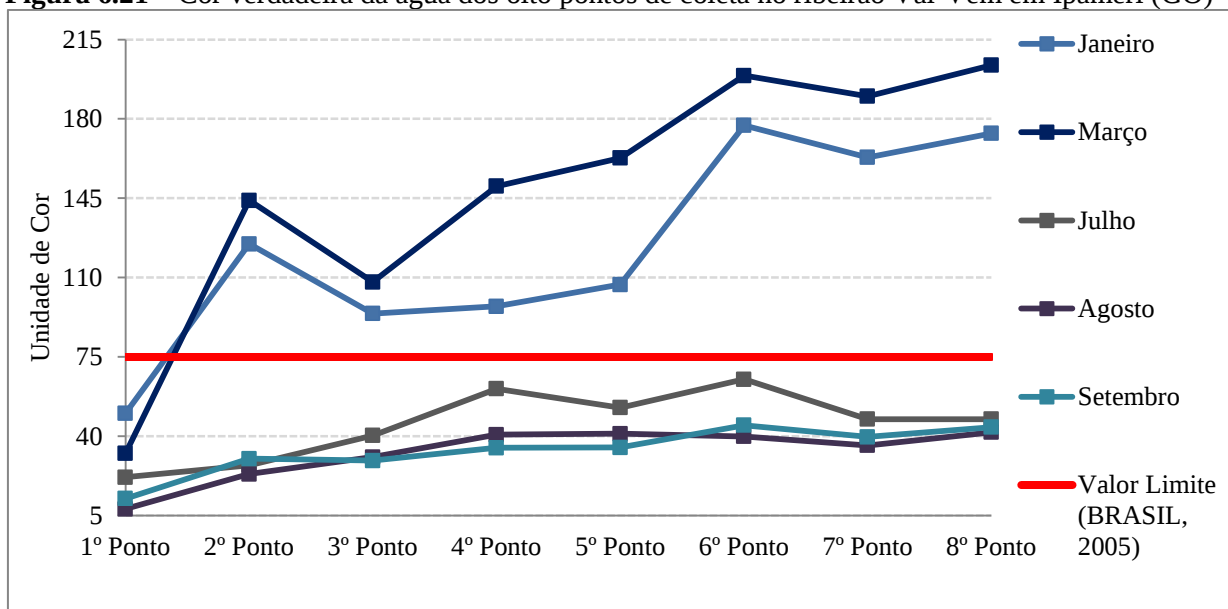
2		
3		
4		
5		
6		
7		



Fonte: Vaz (2012/2013)

Dentre as 40 amostras coletadas 35% possuíam índices de cor verdadeira superior a 75 uH. Nos meses chuvosos, correspondentes a janeiro e março, dentre as 16 amostras coletadas, 87,5% das amostras apresentam valores superiores ao padrão estabelecido pela legislação nacional (Figura 6.21). A média de todas as amostras coletadas foi de 76,79 uH, valor que também está acima do padrão legal.

Figura 6.21 – Cor verdadeira da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Nota-se que os índices de cor verdadeira se elevam na medida em que se distancia da nascente, como ocorreu com os padrões do parâmetro turbidez. A razão se deve pelo fato da utilização das terras na bacia hidrográfica ser intensificada a partir da primeira nascente. Nos pontos 2 e 6 ocorre aumento visível da cor em detrimento dos outros pontos. O que também pode ser explicado, como para turbidez, pelo desenvolvimento de atividades de piscicultura nesses pontos.

Segundo Libânio (2010, 27 p.) os compostos orgânicos que conferem cor às águas naturais são provenientes basicamente de duas fontes: (1) Em maior magnitude, da

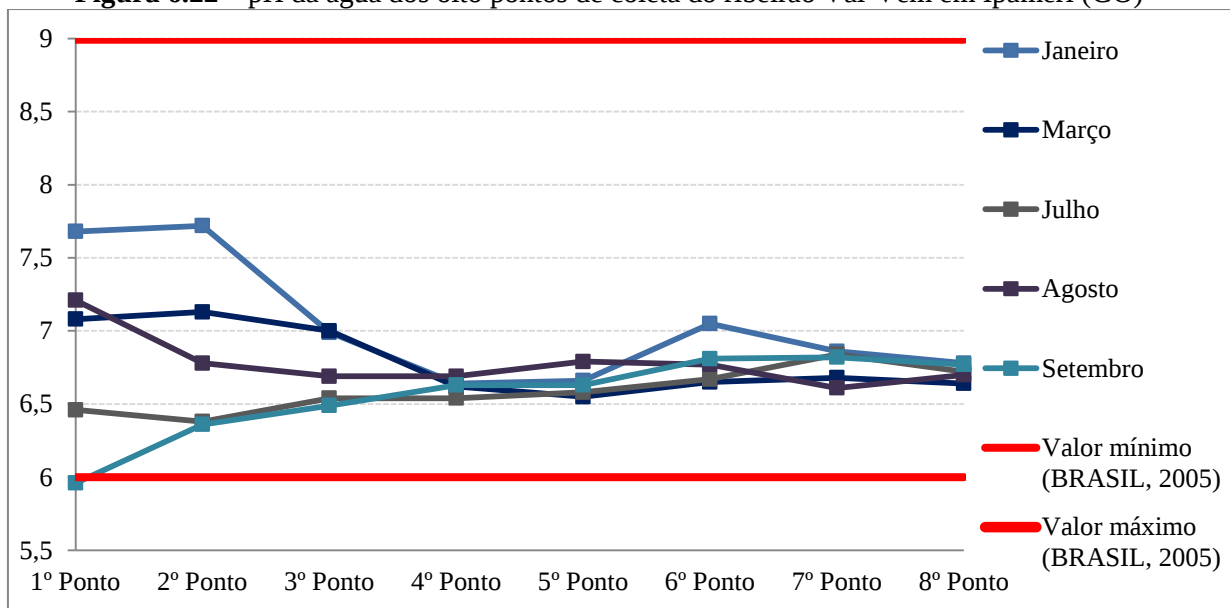
decomposição de matéria orgânica de origem predominantemente vegetal e do metabolismo de microrganismos presentes no solo; (2) De atividades antrópicas, tais como, descargas de efluentes domésticos e lixiviação de solos agriculturáveis.

6.4.3 pH

O potencial Hidrogeniônico (pH) é definido como o negativo do logaritmo de base 10 da concentração do íon hidrogênio contido na água, medindo a acidez e basicidade da água numa escala de 0 a 14 (SANTOS, 2001, p. 303). Água com pH igual a 7 é neutra, abaixo desse valor é ácida e acima é básica. O pH da água de um corpo hídrico superficial é influenciado pela sua origem e pela natureza dos terrenos atravessados. Embora, na maior parte dos casos, a gama de variação dos valores do pH da água superficial situe-se entre 6,5 e 8,5 (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

No ribeirão Vai-Vem a variação do pH situou-se entre um valor mínimo de 5,96 no ponto de amostragem 1, em 13 de setembro de 2012, e um valor máximo de 7,72 no ponto 2, em 27 de janeiro de 2013 (Figura 6.22). A maior variação de pH ocorreu no ponto 1, 2, 3 e 6, decorrente provavelmente da variação da presença de material orgânico na água. Quanto maior a concentração de matéria orgânica na água, menor é o pH devido ao produto da degradação desse material orgânico ser ácido.

Figura 6.22 – pH da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



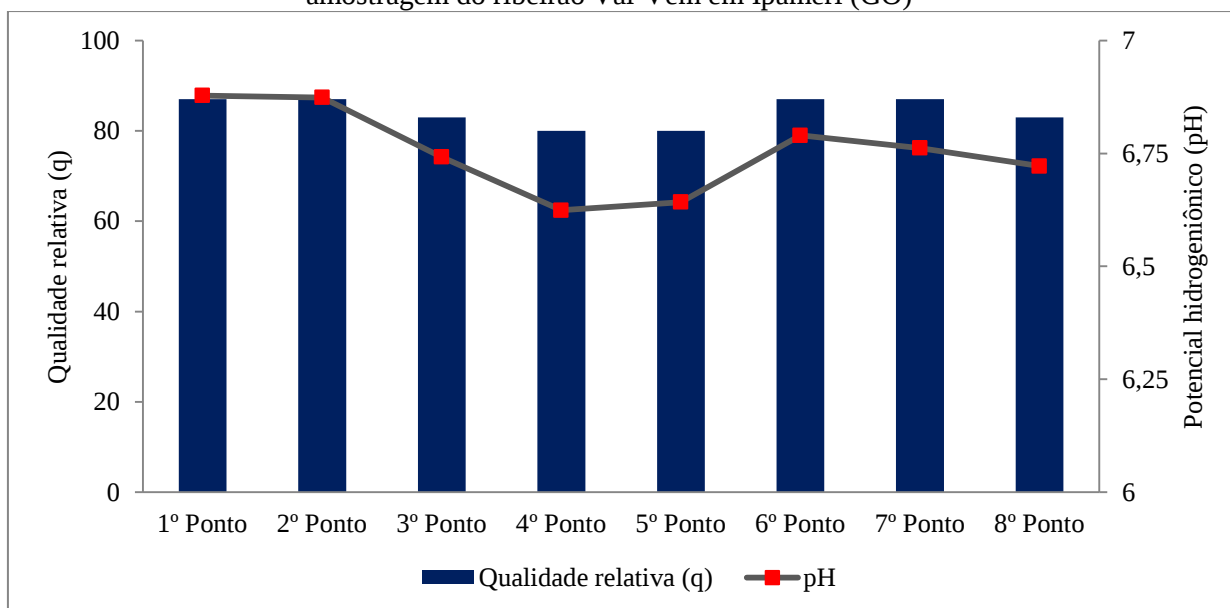
Fonte: Vaz (2013)

O valor médio do pH da água do ribeirão Vai-Vem foi de 6,75. E apenas uma das amostras, dentre as 40 coletadas, apresentou valor de pH inferior a 6,0, índice mínimo estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2005) (Figura 6.22). O fato ocorreu na primeira nascente do ribeirão Vai-Vem e em setembro, quando a quantidade de matéria orgânica estava mais concentrada na água em decorrência da diminuição da vazão nesse mês (Tabela 6.5). A decomposição da matéria orgânica é a provável causa para esse índice de pH. Paula (2011) observou o mesmo resultado para o ribeirão das Pedras em Quirinópolis (GO), onde o menor valor de pH (6,26) ocorreu no início do período da estiagem, quando a vazão do ribeirão diminuiu.

A associação do valor do pH com o nível de qualidade da água nesse trabalho foi feita pela relação da medida da média desse parâmetro para cada ponto amostrado com a observação da sua curva média correspondente ao IQA individual desse parâmetro (Anexo A). Os resultados indica que o menor índice de qualidade ocorreu no ponto amostral 4 (IQA = 80), o que pode ser interpretado como um nível ótimo de qualidade (Figura 6.23).

O maior IQA, por sua vez, ocorreu no ponto 1 (IQA = 87) o que também representa um ótimo nível de qualidade da água. O pH médio da água do ribeirão Vai-Vem no período coletado foi de 6,75, o que está associado a um IQA igual a 87, significando que sua água quanto ao parâmetro de pH tem um nível ótimo de qualidade.

Figura 6.23 – Qualidade relativa da água e pH médio das 5 amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Os efeitos do pH na água que é destinada para consumo humano, atendendo à variação fixada pela Resolução nº 357 de 2005, que estabelece valores entre 6 a 9; não têm, aparentemente, efeitos diretos sobre a saúde do consumidor.

Valores de pH muito baixos na água **tratada** pode, contudo, desencadear risco a saúde humana. Os valores de pH abaixo de 6 na água que sai da ETA pode contribuir para originar processos de corrosão de tubagens metálicas, que eventualmente se traduzem depois na existência de teores elevados de chumbo, cádmio ou de outros metais pesados, presentes por essa causa nas águas de consumo (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

Convém destacar que o valor do pH, segundo Ferreira; Pádua (2010, p. 184) influi na solubilidade de diversas substâncias e também no seu potencial de toxicidade. Filizola et al. (2006) salienta que o conhecimento do valor do pH da água é importante para saber como sua composição pode afetar a estabilidade de certos agrotóxicos.

6.4.4 Coliformes totais

As expressões, grupo de bactérias coliformes, grupo coliforme e coliformes são consideradas sinônimas e representam espécies bacterianas pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Aerobacter*, *Serratia*, *Aeromonas* e outras bioquimicamente intermédias entre elas (MENDES; OLIVEIRA, 2004; FILIZOLA et al., 2006). Vale acrescentar que o grupo coliforme abrange também bactérias presentes no solo e nas plantas (SANTOS, 2001). O que significa que a presença de coliformes pode estar associada a amostras de água poluídas ou não poluídas com microrganismos patogênicos.

O parâmetro coliforme abarca ampla quantidade de bactérias assumindo grande importância na definição das classes de águas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Na referida legislação é distinguido dois tipos de coliformes: os coliformes totais e os coliformes termotolerantes ou fecais. O grupo de coliformes totais, especificamente, inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

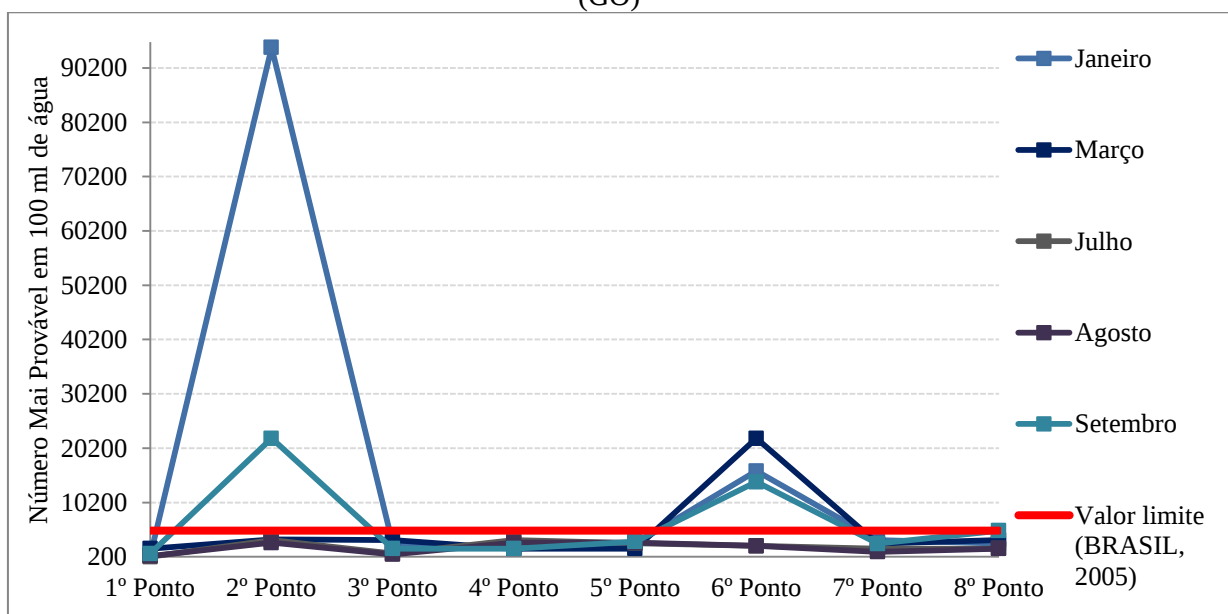
Tal grupo abarca, segundo os autores supracitados, mais de 20 gêneros de bactérias dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais de sangue quente como também diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas. De forma que acaba não sendo um parâmetro confiável da ocorrência de poluição

por microrganismos patogênicos, uma vez que não existe a relação quantificável entre coliformes totais e microorganismos patogênicos.

Por outro lado a presença destes organismos na água de consumo, qualquer que seja a sua origem representa um sinal de alerta. A OMS indica o valor 0 para coliformes totais, em 95% das amostras analisadas de água tratada. E tolera o valor de 3 em amostras ocasionais, mas nunca em amostras consecutivas. Os mesmos limites são fixados para a água bruta que entra no sistema de distribuição (MENDES, OLIVEIRA, 2004, p. 561).

A norma jurídica brasileira estabelece o padrão de 5.000 Número Mais Provável (NMP) para coliformes totais em 100 mL de água, para corpos d'água doce enquadrados na classe II (BRASIL, 2005). No ribeirão Vai-Vem 15% das amostras tiveram os valores de coliformes totais ultrapassados e, de forma significativa (Figura 6.24). Essas amostras correspondem ao ponto 3, coletadas em janeiro e março de 2013, ao ponto 6 coletadas em janeiro e março de 2013 e setembro de 2012, e ao ponto 8, coletada no mês de setembro de 2012.

Figura 6.24 – Coliformes totais da água dos oito pontos de coleta no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Os altos valores de coliformes totais nesses locais estão associados com a presença de 4 tanques de peixe no ponto 2 e quase o triplo de tanques de peixe no ponto 6. Convém destacar que no ponto 3 também foi observado a presença de 4 tanques de peixe, no entanto, esses estavam a mais de 100 metros de distância das margens do ribeirão Vai-Vem. No caso dos tanques localizados no ponto 2 a distância entre o tanque mais próximo e a margem do

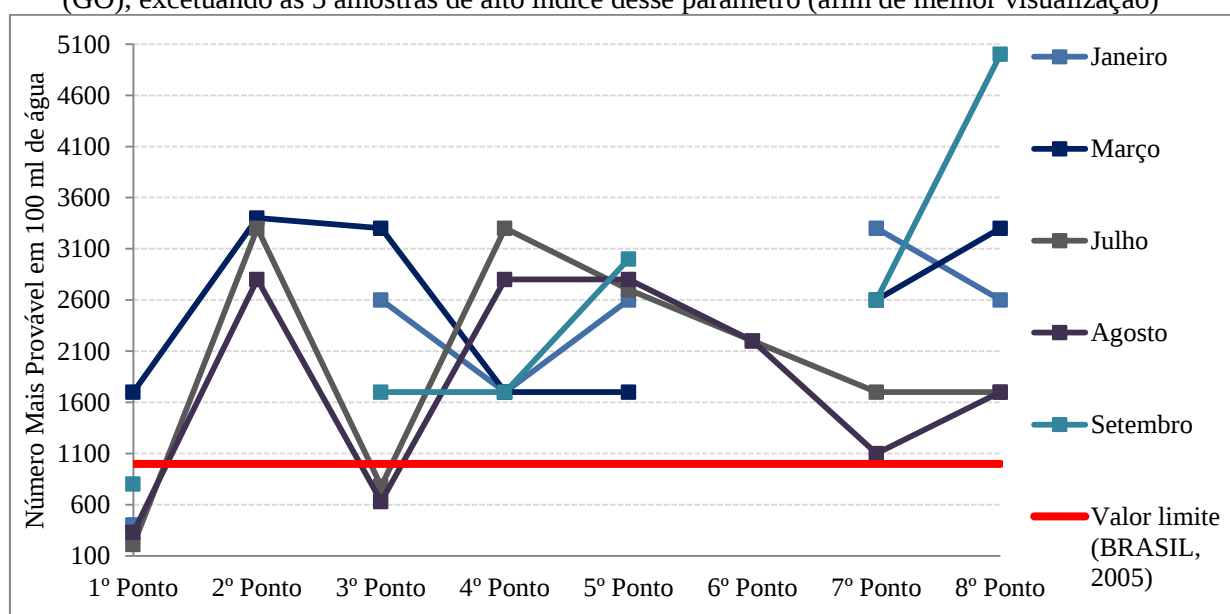
ribeirão Vai-Vem não chega a 8 metros. E no ponto 6 a distância também não alcança 20 metros. Nota-se que a distância desses tanques com as margens do ribeirão Vai-Vem foi preponderante para influenciar o nível de qualidade da água.

A reflexão de que a referida norma pretende enquadrar o corpo hídrico não necessariamente no seu estado atual de uso e ocupação e nível de qualidade da água correspondente (BRASIL, 2005), mas no estado que deveria possuir, se faz necessária para discutir os índices analisados de coliformes totais.

Sob essa conjuntura, os índices acima de 5.000 NMP para 100 mL de água demonstram que o padrão estabelecido para o parâmetro coliforme total não atende adequadamente os objetivos da área de estudo. Afinal a atividade de criação de peixes que está influenciando de forma negativa o nível de qualidade da água, não deveria ser praticada tão próxima às margens do ribeirão, o que leva a inferir que um padrão adequado e mais rigoroso para se monitorar o nível de qualidade da água do ribeirão Vai-Vem deveria ser imposto.

Sob esse prisma, o padrão seria o estabelecido para a classe de uso I, que estabelece o valor de 1.000 NMP para 100 mL de água para o parâmetro de coliformes totais (BRASIL, 2005). Analisando o valor do índice de coliformes totais das amostras a partir do padrão 1.000 NMP para 100 mL de água, observa-se que 85% das amostras estão aquém do permitido (Figura 6.25).

Figura 6.25 – Coliformes totais da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO), excetuando as 5 amostras de alto índice desse parâmetro (afim de melhor visualização)



Fonte: Vaz (2013)

E avaliando a média das amostras que foi de 6.099 NMP para 100 mL de água, observa-se que tanto para classe II quanto para classe I, mas restritiva, a água do ribeirão Vai-Vem apresenta valores de coliformes totais assaz superiores ao padrão estabelecido pela legislação nacional.

6.4.5 Coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes também chamados de coliformes fecais são definidos como:

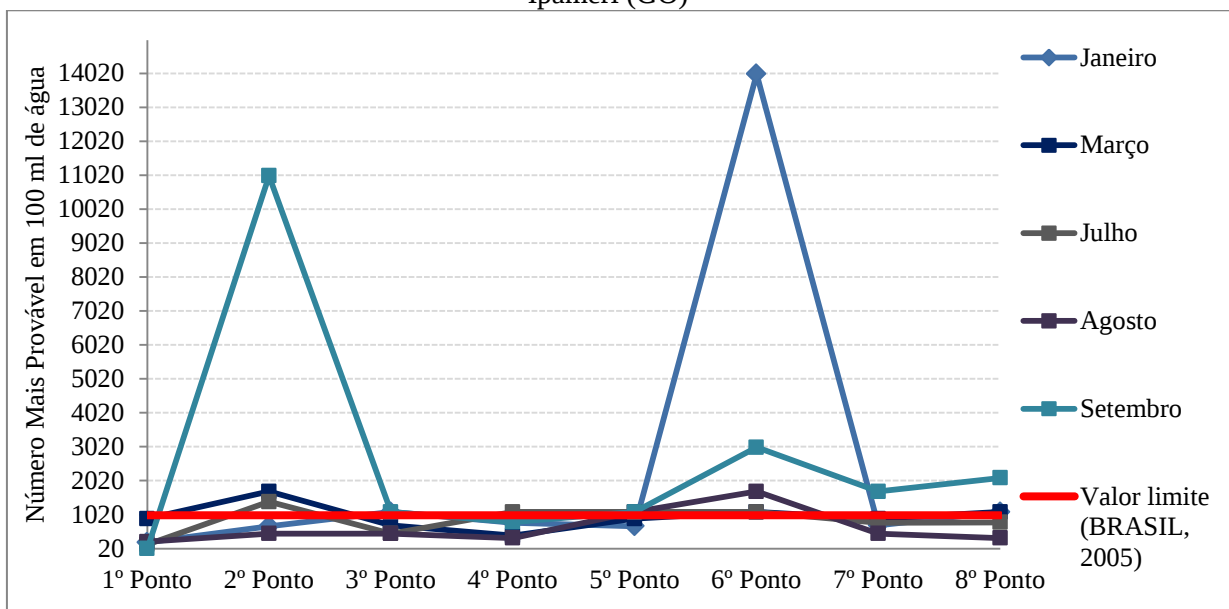
[...] bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal; (BRASIL, 2005).

A definição é a mesma de coliformes totais, porém, restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44 e 45°C. Esta definição objetivou, em princípio, selecionar apenas os coliformes originários do trato gastrointestinal (*Escherichia*, *Citrobacter*), mas sabe-se, atualmente, que o grupo dos coliformes fecais inclui pelo menos três gêneros de cepas de origem não fecal (*Klebsiella*, *Enterobacter*) (SILVA et al., 2005). De forma que a presença na água de coliformes fecais pode indicar poluição fecal e possível contaminação por patogênicos, ou não.

Para esse grupo de bactérias a Resolução CONAMA n° 357 de 2005 estabelece o padrão de 1.000 NMP para 100 mL de água para corpos hídricos de água doce, enquadrados na classe II. E de 200 NMP para 100 mL de água para corpos hídricos de água doce enquadrados na classe I.

No ribeirão Vai-Vem 45% das amostras tiveram os valores de coliformes fecais ultrapassados, sendo duas delas com valores muito altos atingindo os índices de 14.000 e 11.000 NMP para 100 mL de água (Figura 6.26). As duas ocorrências foram também nos pontos 2 e 6, por conta, certamente da presença dos aludidos criadouros de peixes, já descritos no tópico anterior.

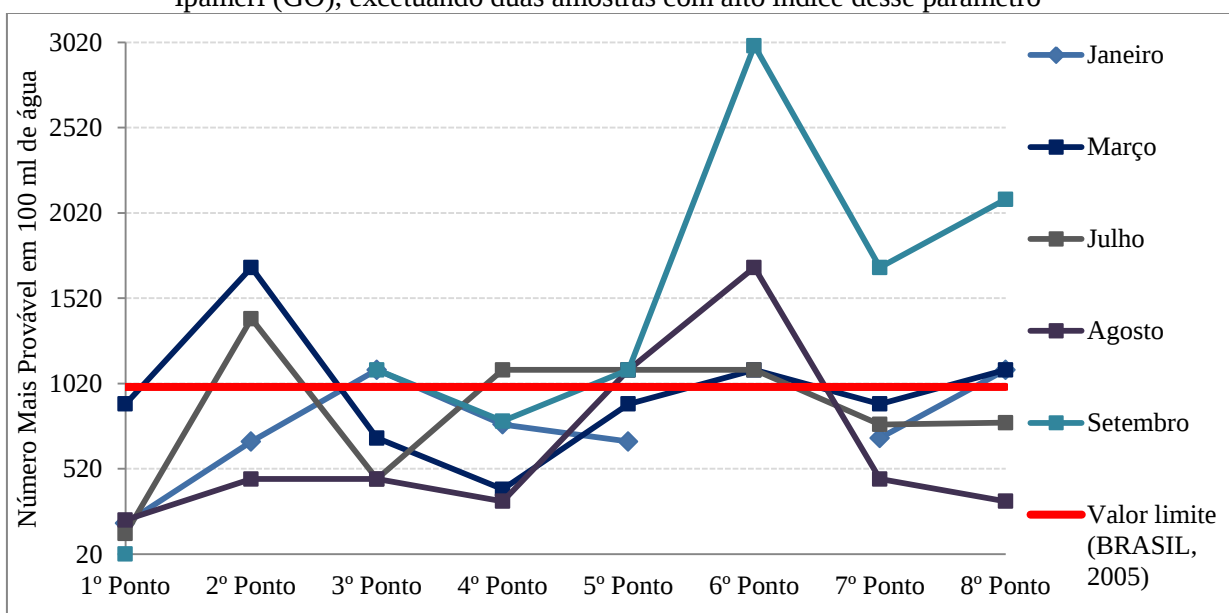
Figura 6.26 – Coliformes termotolerantes na água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

No ponto 6 todas as amostras coletadas revelaram índices superiores ao padrão estabelecido pela legislação. E para melhor visualização de tais inconformidades foram retirados os dois maiores índices de coliformes termotolerantes amostrados nos pontos 2 e 6 em 13/09/2012 e 27/01/2013, respectivamente, e apresentados os demais valores na Figura 6.27.

Figura 6.27 – Coliformes termotolerantes na água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO), excetuando duas amostras com alto índice desse parâmetro



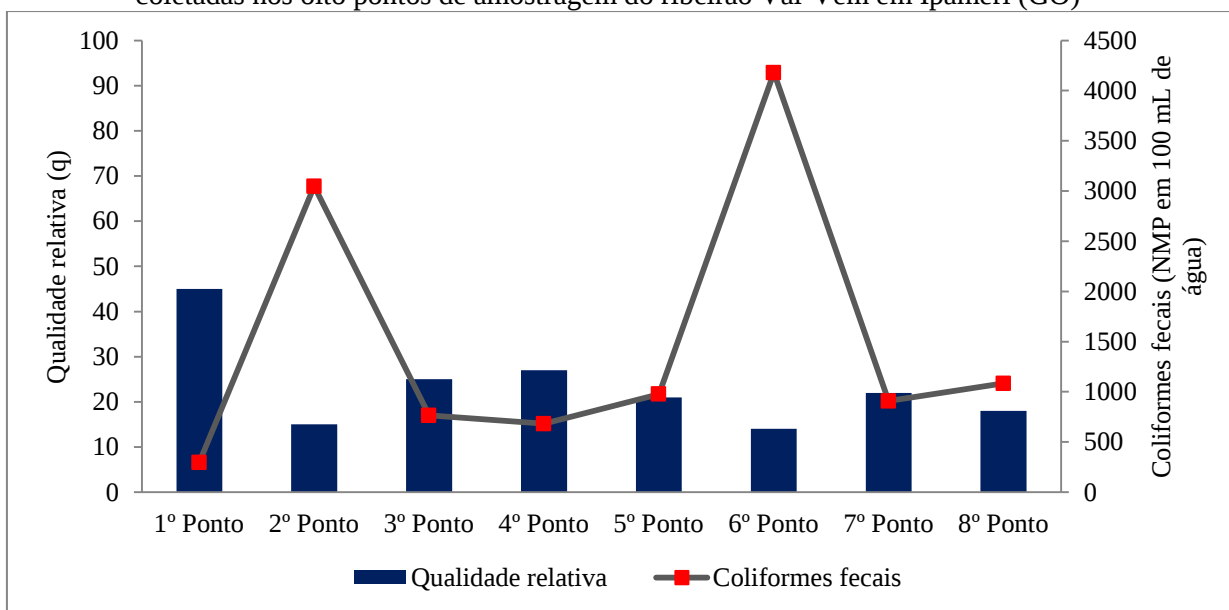
Fonte: Vaz (2013)

Convém salientar que se fosse considerado o padrão estabelecido para os corpos hídricos enquadrados na classe I (200 NMP para 100 mL de água), 95% das amostras estariam aquém do requerido pela legislação brasileira. A situação geral, avaliada a partir da média de todas as amostras, também revela irregularidade legal. 1.492 foi o NMP médio de coliformes termotolerantes para 100 mL de água, um índice que está acima do padrão estabelecido tanto para classe II quanto para classe I.

A associação do índice de coliformes termotolerantes ou coliformes fecais com o nível de qualidade da água nesse trabalho foi feita, como para turbidez e pH, pela relação da medida da média desse parâmetro para cada ponto amostrado com a observação da sua curva média correspondente (Anexo A).

Os resultados para o parâmetro coliformes termotolerantes indica que os menores índices de qualidade ocorreram nos pontos 6 (IQA = 14) e 2 (IQA = 15), o que pode ser interpretado como um nível péssimo de qualidade (Tabela 6.6; Figura 6.28). O maior IQA ocorreu no ponto 1, (IQA = 45), o que representa um nível regular de qualidade da água. O índice médio de coliformes fecais da água do ribeirão Vai-Vem no período coletado foi de 1.492, o que está associado a um IQA igual a 17, significando que a água do ribeirão Vai-Vem, quanto, estritamente, ao parâmetro coliformes termotolerantes tem um nível péssimo de qualidade.

Figura 6.28 – Qualidade relativa média da água e Coliformes termotolerantes das 5 amostras coletadas nos oito pontos de amostragem do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

O nível de qualidade resultante das amostras para esse parâmetro pode ser compreendido, além da influência da atividade piscícola, também pela presença de gado em quase toda a extensão da bacia e a inexistência de cerca para evitar a entrada do rebanho no ribeirão Vai-Vem. Dos oito pontos pesquisados, considerando a margem esquerda e direita apenas 25% delas possuem restrição da entrada do gado através de cercas. No restante das margens não há cerca e o gado entra livremente para dessedentação. A presença de cerca está associada aos pontos 1, 4 e 7, nos quais ocorreu melhora da qualidade da água em detrimento dos demais pontos, provando a relação direta que há entre isolamento da Mata Ciliar para o gado e qualidade da água.

Os resultados, portanto, indicam que o nível de qualidade da água do referido ribeirão para o parâmetro de coliformes fecais não está satisfatório. E fazer esse tipo de julgamento é objetivo da própria Resolução nº 357 de 2005, que considera que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da população. Dessa maneira, pode-se inferir que um padrão mais rigoroso deveria ser estabelecido para justificar a consecução dos objetivos de preservação da área de estudo.

6.4.6 Temperatura

A temperatura de uma água potável, de acordo com Mendes; Oliveira (2004) deverá ser no inverno, superior à temperatura do ar, e no verão inferior àquele valor. Os valores a fixar dependem, por isso, da região considerada, pois a temperatura é alterada pelo clima e latitude. A alteração da temperatura da água por origem antrópica está por sua vez associada ao lançamento de despejos industriais e/ou de águas de refrigeração de máquinas e caldeiras.

No caso do Brasil, a variação da temperatura da água está situada entre os valores de 18 a 25 °C. De acordo com Libânio (2010) as médias diárias das águas naturais afluentes às estações de tratamento nas regiões do País, excetuando a região Sul, raramente apresentam-se valores inferiores a 18 °C, ficando praticamente restrita ao intervalo de 20 a 25 °C.

Em virtude dos insignificantes efeitos à saúde e praticamente ausência de alteração na temperatura da água para abastecimento, os padrões de potabilidade brasileiro e da OMS não estabelecem temperatura máxima para água de consumo. Nos EUA e no Canadá o padrão é de no máximo 15 °C. (LIBÂNIO, 2010, p. 26).

Por outro lado é importante saber que a temperatura influencia vários processos como: a velocidade das reações químicas (que podem dobrar para elevação de 10°C na temperatura das águas); à solubilidade das substâncias (a maior parte dos agrotóxicos são mais solúveis na água quanto maior a temperatura); à concentração do oxigênio dissolvido; ao metabolismo dos organismos presentes no ambiente aquático; à formação de subprodutos da desinfecção nas ETAs; à taxa de corrosão nas tubulações integrantes dos sistemas de abastecimento; e na toxicidade de certas substâncias orgânicas, como o endossulfam que aumenta sua toxicidade em temperaturas superiores a 25 °C (LIBÂNIO, 2010).

Vale acrescentar que o uso de uma água cuja temperatura se situe abaixo de 12 °C tem, em nível de tratamento, alguns inconvenientes. Os problemas são decorrentes da diminuição da eficiência da desinfecção, aumento da viscosidade da água, diminuição das velocidades de sedimentação e de filtração e diminuição do valor do pH ótimo para a floculação, aumentando, por conseguinte, a taxa de formação de trihalometanos, ao aplicar-se cloro à água, na presença de resíduos de matéria orgânica.

Se, pelo contrário, a temperatura da água for superior ao desejável, o crescimento microbiano é acelerado, podendo induzir problemas de formação de sabores e de gostos anormais, além dos processos já citados (MENDES; OLIVEIRA, 2004). De maneira que o controle da temperatura da água bruta deverá ser efetuado a montante da adução, a partir da seleção de um ponto de captação que não esteja próximo a descargas de água quente, de centrais ou fábricas.

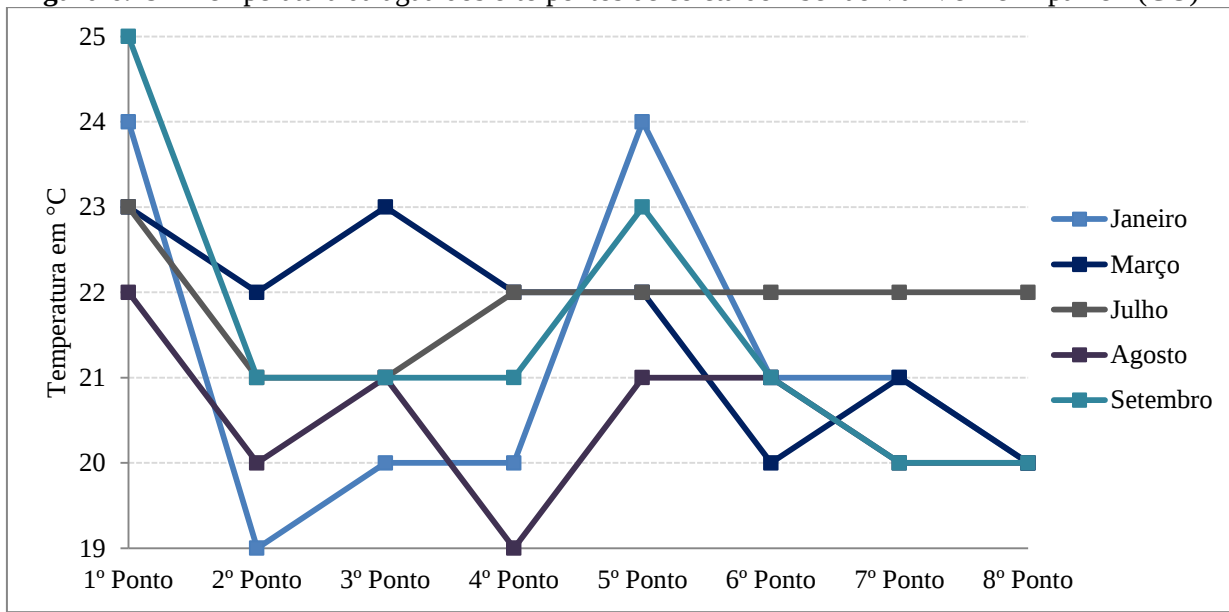
No ribeirão Vai-Vem os valores de temperatura da água bruta situou-se entre 20 a 23 °C (Figura 6.29). E da água tratada entre 23 a 24 °C, no período de setembro de 2012 a dezembro de 2013 (Figura 6.30). As medições de temperatura foram realizadas em todas as coletas, tanto nos oito pontos estabelecidos para análise da poluição pontual quanto nos onze pontos estabelecidos para análise de poluição difusa. O valor médio das primeiras coletadas, nos oito pontos, foi de 21 °C. E nos onze pontos o valor médio foi de 22 °C.

A diferença está no fato de que o período de coleta nos onze pontos foi essencialmente quente na região. Afinal há relação entre os valores de temperatura da água com os valores de temperatura do ar, sendo que os meses mais frios tenderam a ter valores mais baixos de temperatura da água, e o mesmo ocorreu para os meses mais quentes. Como, no entanto, a variação do espectro de temperatura do ar é pequena, o mesmo ocorre para temperatura da água.

O maior valor de temperatura considerando todas as 84 medições realizadas foi de 25 °C no ponto 1 em 9 de setembro de 2012 (Figura 6.29). Nesse ponto praticamente não há

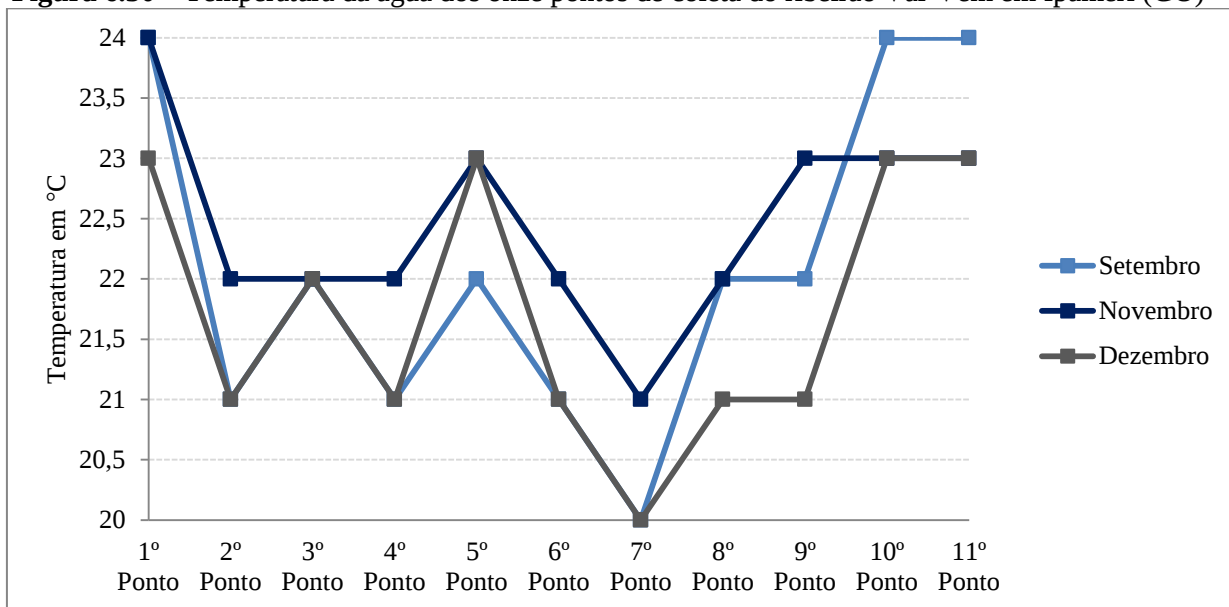
extrato arbóreo, o que faz com a insolação seja direta na água. E o menor valor de 19 °C ocorreram nos pontos 2 e 4 em 27 de janeiro de 2013 e 15 de agosto de 2013, respectivamente. O extrato arbóreo presente nesses locais, sobretudo, no ponto 4, provavelmente foi a razão para a temperatura mais baixa.

Figura 6.29 – Temperatura da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Figura 6.30 – Temperatura da água dos onze pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

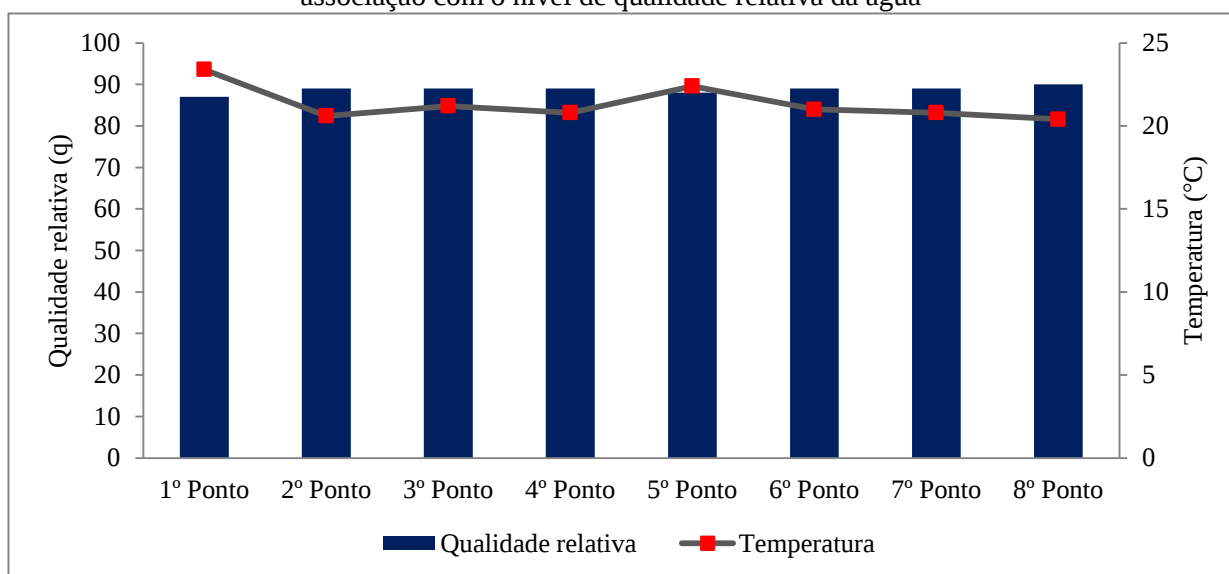
A temperatura, como já citado, é um dos parâmetros considerados para o cálculo do IQA. É importante explicar, contudo, que as curvas médias para análise desse e dos outros parâmetros de qualidade foram elaboradas pela *National Sanitation Foundation* dos EUA, a

partir das características dos mananciais de água desse país. O que significa que a curva média para o parâmetro temperatura estabelece como valor ótimo o de 0°C para águas superficiais e um máximo de 15 °C (Anexo A).

De maneira que se a avaliação das temperaturas observadas no ribeirão Vai-Vem fosse realizada a partir desse padrão, o nível de qualidade do ribeirão seria abaixo de 9 o que corresponde a uma categoria de péssimo nível de qualidade da água, o que seria, portanto, uma inverdade no que se refere a esse parâmetro especificamente. Para adaptar esses valores com a realidade da área de estudo adotou-se o valor ótimo de 20°C e o valor máximo de 25°C e realizou-se em seguida a observação a partir da curva média para esse parâmetro (Anexo A).

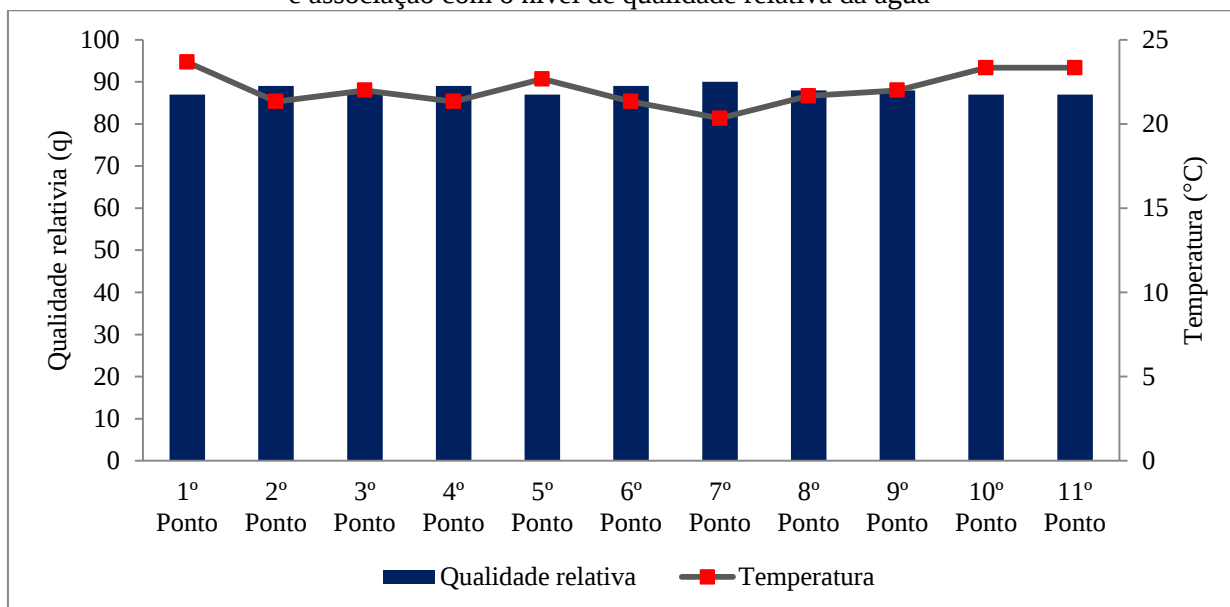
Os resultados indicam que os menores índices de qualidade ocorreram nos pontos 1, 5, 10 e 11 (IQA = 87), correspondente a um ótimo nível de qualidade (Figura 6.31; Figura 6.32). O índice médio de temperatura da água do ribeirão Vai-Vem no período coletado foi de 21,7°C, o que está associado a um IQA igual a 88, significando também um nível ótimo de qualidade.

Figura 6.31 – Temperatura da água dos oito pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e associação com o nível de qualidade relativa da água



Fonte: Vaz (2013)

Figura 6.32 – Temperatura da água dos onze pontos de coleta do ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e associação com o nível de qualidade relativa da água

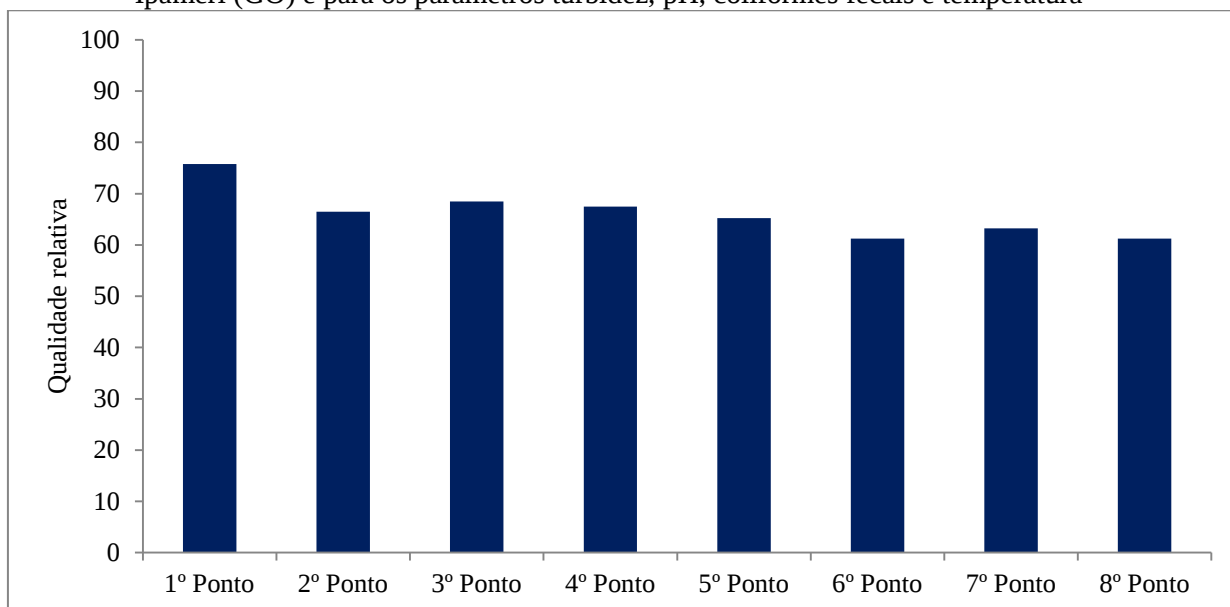


Fonte: Vaz (2013)

6.4.7 Cálculo de um IQA por ponto amostral

A elaboração de um índice de qualidade adaptado a um menor número de parâmetros monitorados e a situação local resultou em um IQA médio para todos os pontos igual a 66,15, correspondente a um nível bom de qualidade da água. O menor índice a partir de uma análise por ponto foi encontrado nos pontos 6 e 8, com IQA igual a 61,25. E o melhor índice de qualidade foi detectado no ponto 1 com IQA igual a 75,75. Todos eles enquadrados na categoria de um bom nível de qualidade da água (Figura 6.33).

Figura 6.33 – Índice de qualidade da água local para os oito pontos amostrais no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO) e para os parâmetros turbidez, pH, coliformes fecais e temperatura

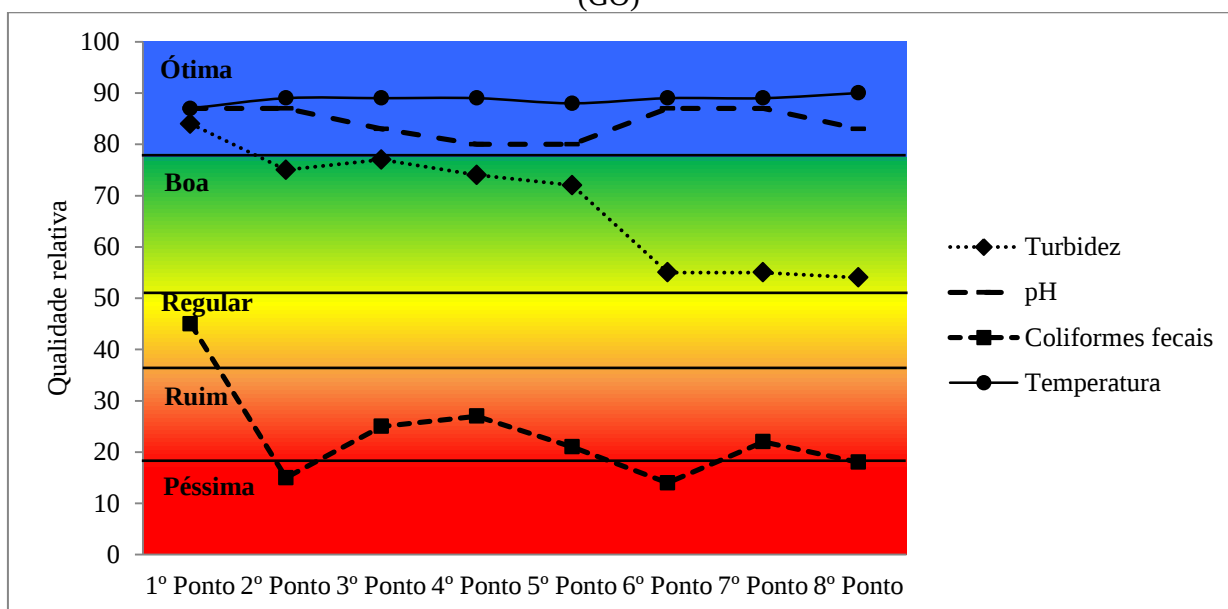


Fonte: Vaz (2013)

As principais vantagens de se utilizar um índice de qualidade da água são a facilidade de interpretação pelo público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade (CETESB, 2007). Por outro lado, algumas informações de variáveis individuais são perdidas nessa interação, como por exemplo, ocorreu com os índices de coliformes termotolerantes nessa pesquisa. É oportuno salientar que o número de variáveis avaliadas também está aquém para estimar o valor do IQA.

Através, contudo, da avaliação individual realizada é possível detectar as principais influências antrópicas na qualidade da água, representadas pela atividade piscícola nos pontos 2 e 6, uma vez que os maiores valores de coliformes fecais ocorreram nesses locais (Figura 6.34). O pH, por sua vez, demonstra possível aumento de sólidos totais nos pontos 3, 4 e 5, uma vez que nesses locais ocorreram os menores valores médios de pH.

Figura 6.34 – Índice de qualidade da água por ponto e por parâmetro no ribeirão Vai-Vem em Ipameri (GO)



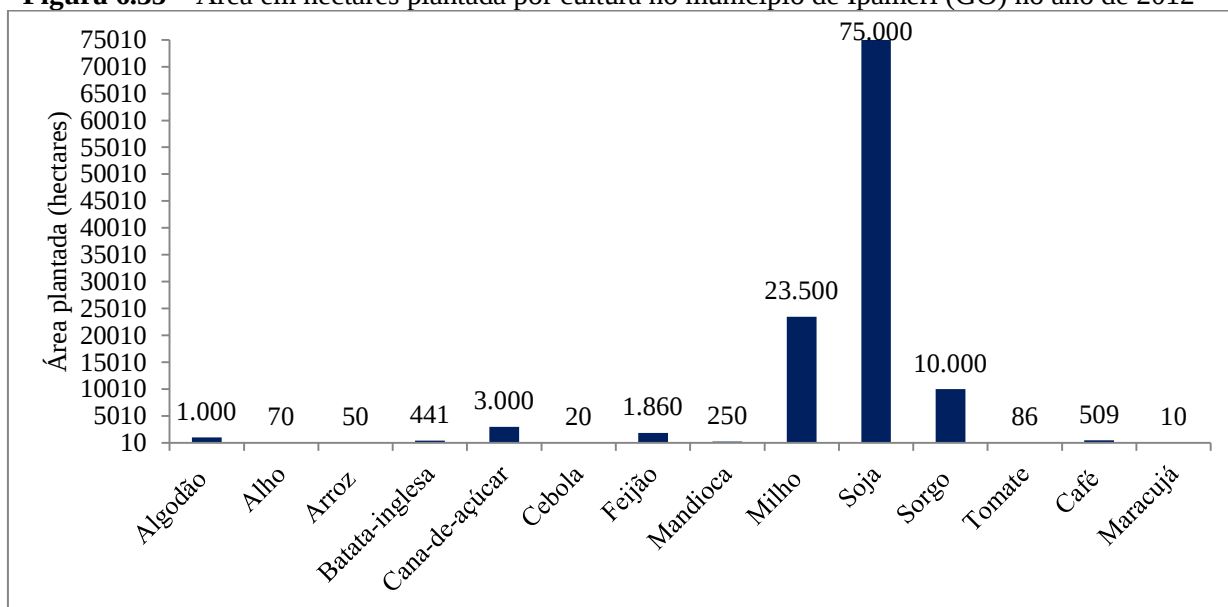
Fonte: Vaz (2013)

Nota-se também a tendência de diminuição da qualidade da água da nascente a foz pelos parâmetros turbidez e coliformes fecais, o que permite inferir que ocorre elevação do uso da terra por práticas agropecuárias na bacia à medida que se aproxima do ponto de captação de água.

Farage (2009) descreve que o aumento da piora da qualidade da nascente a foz foi observada também no rio do Pombo em Minas Gerais e, representa um reflexo direto do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica. Já o estudo conduzido por Sardinha et al. (2008) na água do ribeirão do Meio em São Paulo, indica que a tendência foi verificada de forma contrária, melhoria da qualidade da água da nascente para a foz. Os autores justificam o resultado pela capacidade autodepurativa do ribeirão, uma vez que foi verificada menor contaminação ao longo do corpo de água se comparada com a contaminação detectada à montante do corpo hídrico, onde o uso da terra é mais intenso.

6.4.8 Resíduos de agrotóxicos

As culturas plantadas no município de Ipameri (GO) no ano de 2012 foram: algodão, alho, arroz, batata, café, cana-de-açúcar, cebola, feijão, mandioca, maracujá, milho, soja, sorgo e tomate (Figura 6.35). Na bacia do ribeirão Vai-Vem, como em todo município, destaca-se a produção de soja, milho e sorgo.

Figura 6.35 – Área em hectares plantada por cultura no município de Ipameri (GO) no ano de 2012

Fonte: IBGE (2012)
Organização: VAZ, L (2013)

Em decorrência da predominância das culturas de soja, milho e sorgo, fez-se um inventário dos agrotóxicos utilizados no município especificamente para essas três culturas (Tabela 5.3 – Capítulo 5 – Materiais e Métodos). A partir desse inventário foi possível selecionar quais seriam os ingredientes ativos analisados nas amostras de água do ribeirão Vai-Vem (atrazina, ciproconazol, endossulfam e lambda-cialotrina), dentre outros motivos descritos no Capítulo 5.

A análise desses agrotóxicos na bacia foi qualitativa, ou seja, não foi quantificada a concentração do agrotóxico na água. O que se realizou foi identificação da presença do agrotóxico na água. Ao todo se coletou 44 amostras de água, sendo que 4 dessas foram amostradas no ponto denominado de ponto testemunha.

Dentre as outras 40 amostras coletadas ocorreu contaminação por agrotóxicos em 2% delas. Foram identificados nos pontos 2 e 3, em 2 de dezembro de 2013, os ingredientes ativos α -endossulfam e β -endossulfam, respectivamente. Vale recordar que o endossulfam é um agrotóxico do grupo dos organoclorados e qualquer que seja a concentração em que esteja presente na água pode ocasionar perigos para saúde humana.

Vale reforçar, porém, que na água bruta no ponto de captação e na água tratada da ETA não foram identificados nenhum dos ingredientes ativos pesquisados. O que significa que, especificamente, para o endossulfam ocorreu possível adsorção no sedimento ou degradação antes de alcançar o ponto 4. Vale salientar também, sobre o endossulfam, que esse

está com comercialização proibida desde julho de 2013 (BRASIL, 2010) e, o fato de ter sido encontrado na água do ribeirão demonstra que ainda é utilizado pelos agricultores da região.

Soares (2011) também detectou o endossulfam e seus metabólitos na água e, sobretudo, no sedimento na região de Manhuaçu (MG). Simões (2007) encontrou esse agrotóxico no sedimento e nas raízes de mangues do complexo estuarino da Baixada Santista e em Cananéia, São Paulo. Prates e seus colaboradores (2011) encontraram os metabólitos do endossulfam e outros sete organoclorados em todas as 31 amostras coletadas em poços semiartesianos no distrito de Culturama, município de Fátima do Sul, Estado de Mato Grosso do Sul. O β -Endossulfam foi identificado também por Filizola et al. (2002) em água superficial na fazenda Macaúba, região de Guaíra, São Paulo.

Para os demais resultados obtidos das análises qualitativas de resíduos de agrotóxicos levantam-se as seguintes hipóteses: (1) os agrotóxicos utilizados na bacia foram totalmente degradados, decompostos, adsorvidos no solo ou no sedimento e assim não foi possível sua identificação na matriz amostrada (água); (2) as concentrações de agrotóxicos são suficientemente baixas para não serem detectadas pela técnica analítica; (3) os agrotóxicos analisados nessa pesquisa não foram aplicados na bacia do ribeirão Vai-Vem no período da coleta (4) o planejamento amostral foi inadequado à situação.

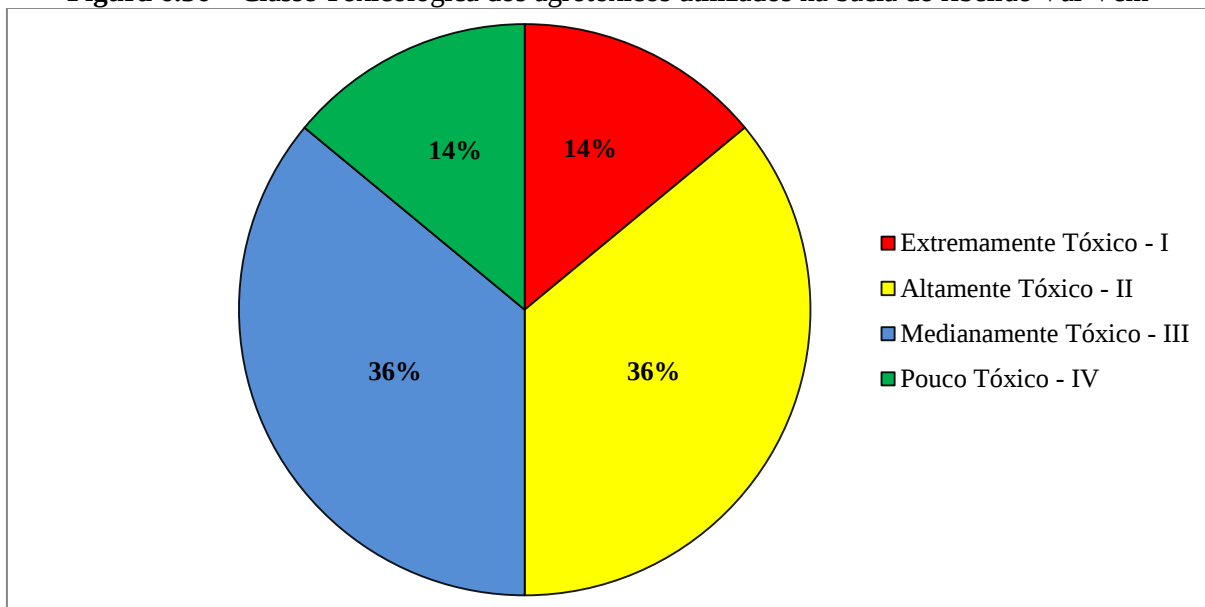
As conjunturas levantadas também, possivelmente, podem ter ocorrido simultaneamente, uma vez que a insolação, as temperaturas mais altas nos meses da coleta (setembro, novembro e dezembro) (Figura 6.17) e a velocidade da correnteza aumentada concomitantemente ao aumento da vazão, são fatores que aumentam a velocidade da decomposição química e biológica dos ingredientes ativos de agrotóxicos (COELHO, 2008).

Quanto ao fato da possível não aplicação dos demais ingredientes ativos analisados, uma pesquisa realizada no dia 13 de dezembro de 2013 junto a consultores agrônômicos da região, revelou que devido ao atraso da chuva, a aplicação dos produtos compostos por lambda-cialotrina e ciproconazol seriam aplicados após 24 de dezembro em algumas das lavouras plantadas com soja na bacia do ribeirão Vai-Vem, especificamente aquelas localizadas próximas a primeira nascente do ribeirão. Esse fato contribuiu, certamente, para a não detecção desses agrotóxicos no referido trecho da bacia nas datas pré-estabelecidas para coleta das amostras de água.

Para além dos resultados encontrados nas análises qualitativas de resíduos de agrotóxicos vale trazer à discussão também as características toxicológicas e ambientais dos demais agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem. As características referentes à classe toxicológica e classe ambiental foram levantadas junto a Ficha de Informação de

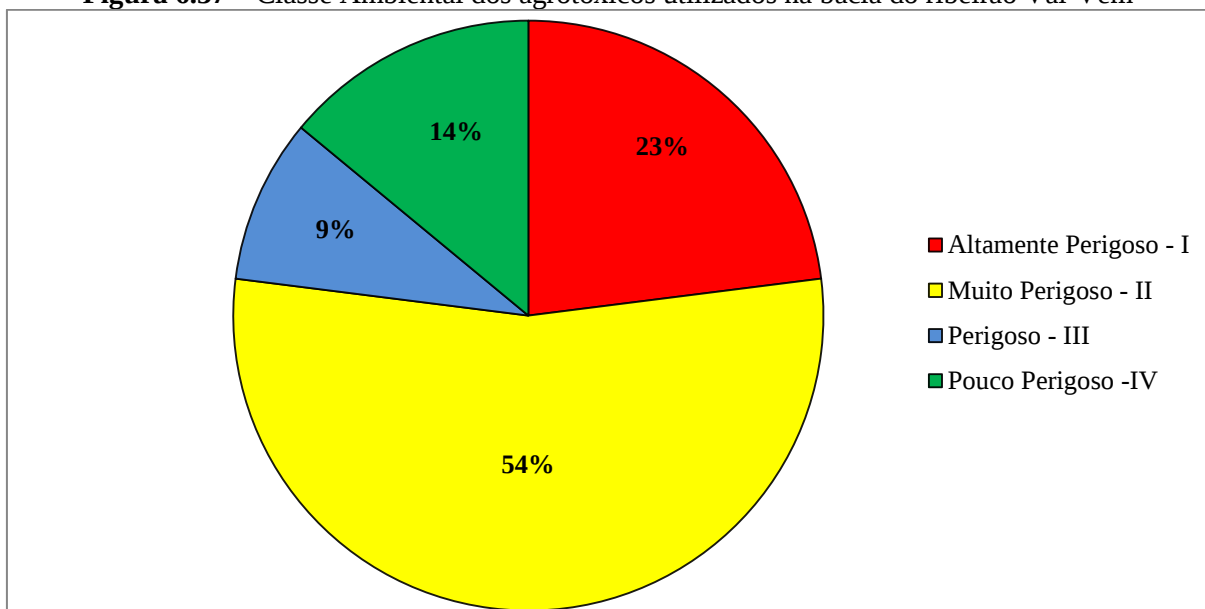
Segurança do Produto Químico (FISPQ) e Monografias de Agrotóxicos da ANVISA (2013). De posse dessas informações foi possível identificar as classes toxicológica e ambiental dos ingredientes ativos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem. A classe toxicológica mais presente é a classe II e III. Quanto à classe ambiental, a classe mais presente é a classe II, que caracteriza as substâncias muito perigosas e altamente persistentes no meio ambiente (Figura 6.36 e Figura 6.37).

Figura 6.36 – Classe Toxicológica dos agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: ANVISA
Organização: VAZ, L. (2013)

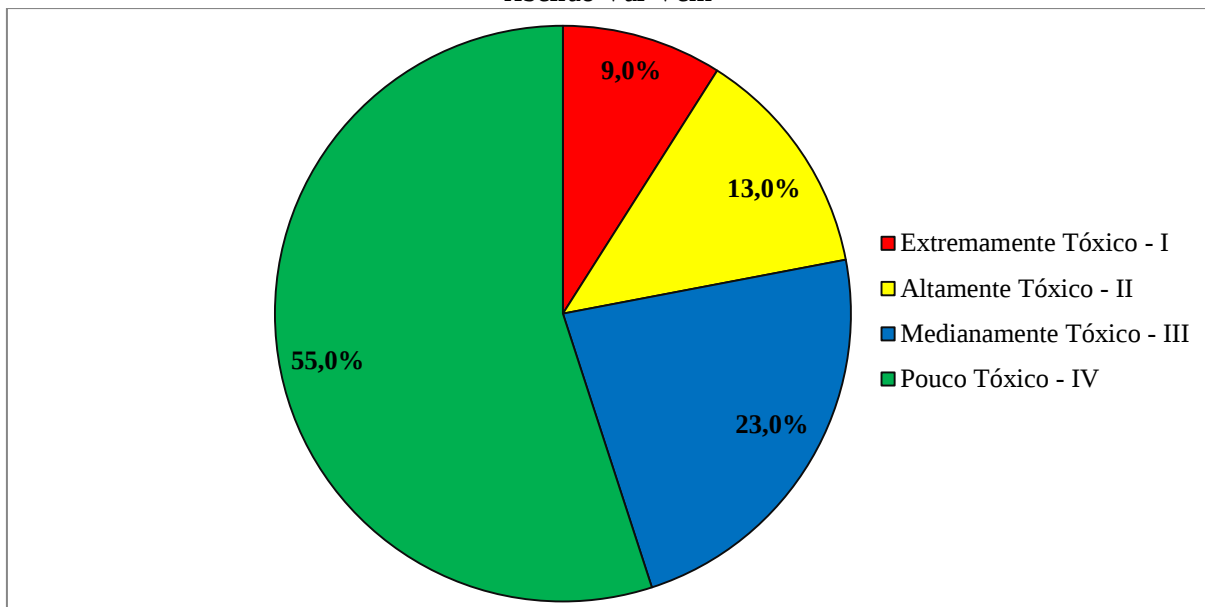
Figura 6.37 – Classe Ambiental dos agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: IBAMA
Organização: VAZ, L. (2013)

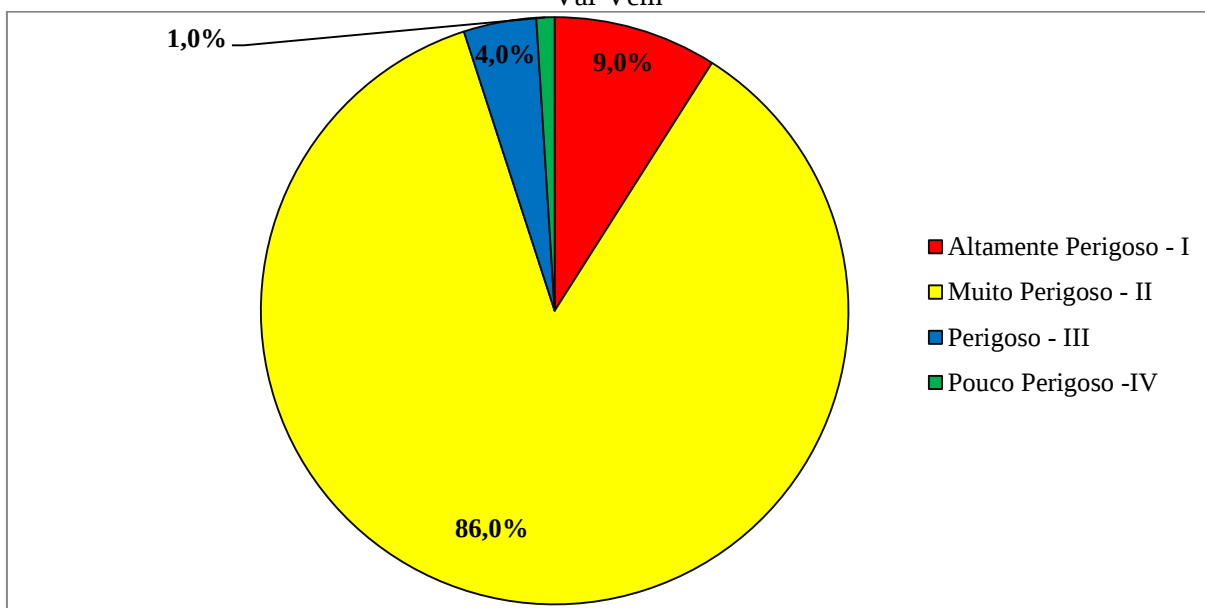
Em termos de comercialização, a classe toxicológica mais consumida, em toneladas, contudo, é a classe IV, pouco tóxica (Figura 6.38). A classe ambiental mais consumida é a classe II, muito perigosa (Figura 6.39).

Figura 6.38 – Classe Toxicológica dos ingredientes ativos de maior comercialização na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

Figura 6.39 – Classe Ambiental dos ingredientes ativos de maior comercialização na bacia do ribeirão Vai-Vem



Fonte: MAPA (2011)
Organização: VAZ, L. (2013)

O uso do glifosato, como comentado em capítulo anterior, é o responsável pela alta porcentagem de comercialização de agrotóxicos de classe IV em detrimento das outras classes. Os mesmos resultados em termos de maior classe toxicológica e ambiental também foram detectados por Soares (2011) na região de Manhuaçu em Minas Gerais.

De acordo com dados do IBGE (2006) a quantidade de agrotóxicos aplicados por hectare está aumentando, embora não seja de forma linear (Tabela 6.8). Mas, considerando que a quantidade de 3,2 Kg por hectare de agrotóxicos tivesse se mantido até os dias atuais, então, pode-se afirmar que em 2011 provavelmente foram aplicadas cerca de 22 toneladas de agrotóxicos na área da bacia do ribeirão Vai-Vem compreendida antes da captação de água.

Tabela 6.8 – Quantidade em Kg/hectare de agrotóxicos aplicados na área plantada do município de Ipameri e na área plantada da bacia do ribeirão Vai-Vem

Brasil	Kg/hectare	Quantidade (Kg/ha) aplicada em Ipameri	Quantidade (Kg/ha) aplicada na Bacia do ribeirão Vai-Vem
2000	3,2	229.680,0	
2001	3,1	205.976,4	19.949,9
2002	2,7	190.584,9	
2003	2,9	235.140,7	
2004	3,4	336.661,2	
2005	3,2	299.046,4	
2006	3,2	289.974,4	
2007	3,2	289.622,4	
2008	3,2	325.142,4	
2009	3,2	323.584,0	
2010	3,2	325.827,2	
2011	3,2	334.796,8	21.666,8
2012	3,2	370.547,2	

Fonte: IBGE (2012)
Organização: VAZ, L. (2013)

Chaim (2004), por sua vez, estimou uma média de 200 a 600 litros por hectare. Partindo desses valores como verdadeiros, na bacia do ribeirão Vai-Vem em 2011 foram aplicados de quatro a um milhão de litros de agrotóxicos (Tabela 6.9). Um volume tão alto certamente atinge fontes de água, seja superficial mediante a lixiviação, seja subterrânea pela infiltração.

Tabela 6.9 – Quantidade em L/hectare de agrotóxicos aplicados na área plantada do município de Ipameri e na área plantada da bacia do ribeirão Vai-Vem

Ano	Considerando aplicação de 600 L/hectare para Ipameri	Considerando aplicação de 200 L/hectare para Ipameri	Considerando aplicação de 600 L/hectare para bacia do ribeirão Vai-Vem	Considerando aplicação de 200 L/hectare para bacia do ribeirão Vai-Vem
2000	43.065.000,0	14.355.000,0		
2001	39.866.400,0	13.288.800,0	3.861.276,0	1.287.092,0
2002	42.352.200,0	14.117.400,0		
2003	48.649.800,0	16.216.600,0		
2004	59.410.800,0	19.803.600,0		
2005	56.071.200,0	18.690.400,0		
2006	54.370.200,0	18.123.400,0		
2007	54.304.200,0	18.101.400,0		
2008	60.964.200,0	20.321.400,0		
2009	60.672.000,0	20.224.000,0		
2010	61.092.600,0	20.364.200,0		
2011	62.774.400,0	20.924.800,0	4.062.528,0	1.354.176,0
2012	69.477.600,0	23.159.200,0		

Fonte: IBGE (2012), Chaim (2004)
Organização: VAZ, L. (2013)

A avaliação dos dados tanto da Tabela 6.9 quanto da Tabela 6.8, permite novamente supor que os resultados encontrados nessa pesquisa podem não representar a realidade da qualidade da água do ribeirão Vai-Vem no que concerne à contaminação por agrotóxicos. Vários são os fatores, como já elencado, que podem ter contribuído para a não detecção de agrotóxicos na água. De qualquer forma, a pesquisa serve de alerta para o poder público e sociedade na instigação de elaboração de programas de reflorestamento das Matas Ciliares e de controle integrado de poluição por agrotóxicos.

6.4.9 Síntese dos resultados de qualidade da água e a influência do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Vai-Vem

As principais influências antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem identificadas na pesquisa foram relacionadas à atividade agrícola que polui a água com agrotóxicos e a atividade piscícola que altera de forma significativa o índice dos parâmetros de coliformes fecais, turbidez e cor.

A criação de gado influencia também de forma negativa as condições gerais de qualidade da água do ribeirão, uma vez que apenas 31,5% das suas margens, nos pontos de amostragem, apresentam cercadas a fim de garantir o não acesso do gado. Pontos esses que apresentam ligeira melhora nos índices dos parâmetros de turbidez, cor, coliformes totais e

termotolerantes. Vale acrescentar também que a presença do gado intensifica os processos erosivos pelo pisoteio, um fator que contribui para alteração da qualidade da água.

Portanto, pode-se inferir que o uso e ocupação da terra identificado na bacia do ribeirão Vai-Vem, relaciona-se diretamente com as condições gerais em que as águas se encontram em termos de qualidade. A demonstração dessa assertiva foi provada tanto pela comparação dos valores encontrados com os padrões da Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA quanto pela avaliação do IQA individual dos parâmetros, coliformes fecais e turbidez.

6.5 Tratamento da água do ribeirão Vai-Vem destinada para consumo humano

O volume em média de água captada do ribeirão Vai-Vem para tratamento e posterior abastecimento da população é de 77 L/s (informação verbal)¹³, o que equivale em média 6.653 m³/dia. Vale acrescentar que esse volume captado oscila com a vazão do ribeirão Vai-Vem. De acordo com dados do IBGE (2008) a população de Ipameri recebe 4.135 m³/dia de água tratada por tratamento convencional (Tabela 6.10).

Tabela 6.10 – Volume em m³/dia de água distribuída por tipo de tratamento

Tratamento Convencional	Simples desinfecção	Total e água tratada	Sem tratamento	Total
4.135	419	4.554	333	4.887

Fonte: IBGE (2008)

A água captada no ribeirão Vai-Vem é aduzida até a ETA da SANEAGO, que fica 3 km de distância do ponto de captação. Na ETA a água passa pelos seguintes processos unitários de tratamento: mistura rápida, floculação, decantação, filtração e cloração, fluoretação e correção de pH. Tais etapas consistem o conjunto de processos unitários que compõem o tratamento convencional de água destinada para consumo humano.

A denominação da aplicação das etapas supracitadas por tratamento convencional surgiu, de acordo com Libânio (2010, p. 148), em 1890 no estado de Ohio (EUA) quando foi recomendada por George Fuller a etapa de clarificação precedendo a filtração. As décadas seguintes foram marcadas pela complementação dessa tecnologia que passou a adotar o uso de coagulantes na unidade de mistura rápida, floculação, sedimentação e filtração. Atualmente, conforme o referido autor, o tratamento dito de convencional consiste na

¹³ Informação verbal fornecida por funcionário da SANEAGO responsável pelo controle do volume captado de água.

tecnologia estabelecida para potabilização em 10 estados americanos e, indubitavelmente, a mais difundida no Brasil e no exterior.

Na ETA de Ipameri o tratamento convencional se inicia com a aplicação do coagulante sulfato de alumínio na água bruta (Figura 6.40 e Figura 6.41) e dependendo da acidez da água, aplicação de cal hidratada (Figura 6.42). Nessa etapa ocorre bombeamento para a calha Parshall, com alta velocidade, para que ocorra a mistura rápida do sulfato de alumínio e da cal com a água (Figura 6.42).

Figura 6.40 – Estrutura utilizada para adicionar sulfato de alumínio na água da ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Figura 6.41 – Dosador de sulfato de alumínio da ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Figura 6.42 – Calha Parshall da ETA de Ipameri (GO), local onde se aplica cal hidratada e é induzida a mistura rápida



Fonte: Vaz (2013)

O coagulante jogado na etapa da mistura rápida faz com que as partículas de sujeira iniciem um processo de união para formação de flóculos. Após essa etapa a água passa por 20 câmaras de quatro metros de profundidade. Nessas câmaras ocorre a redução da velocidade da água a fim de facilitar a formação dos flóculos bem como a agitação hidráulica. Nessa estrutura de floculação estilo chicanas não há agitação mecânica (Figura 6.43).

Figura 6.43 – Floculadores estilo chicanas da ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

A água floculada é direcionada para dois grandes tanques decantadores, estruturados na forma de colmeias (Figura 6.44). Nos decantadores a água também tem sua velocidade reduzida, dessa vez através das colmeias de distribuição. Os flóculos sendo mais pesados que as águas depositam-se no fundo do decantador formando uma camada de lodo, que periodicamente é removida através de lavagens de descarga.

Figura 6.44 – Decantadores estilo colmeia da ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

Após a decantação a água passa pelos filtros onde as partículas e microorganismos que não sedimentaram poderão ficar retidas no leito filtrante. A filtração é caracterizada por ser do tipo rápido e descendente. O filtro é constituído por uma primeira camada de seixos rolados, por uma segunda camada de pedregulhos menores, por uma terceira camada de 2 metros de areia grossa e areia fina e por uma quarta e última camada de carvão ativado, que tem a finalidade de diminuir a turbidez, adsorver substâncias orgânicas, precipuamente aquelas que compõem os produtos de agrotóxicos, e inorgânicas, como os metais e retirar a presença de algum possível tipo de odor. Existem quatro grandes compartimentos filtradores sendo de cerca de sete metros cada um (Figura 6.45).

Figura 6.45 – Parte superior do compartimento que abriga o meio filtrante da ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

A lavagem dos filtros é feita por meio da injeção de água em fluxo ascendente durante 5 a 8 minutos. Esse processo é realizado por meio de uma tubulação localizada no fundo do leito filtrante. A água utilizada na lavagem dos filtros é descartada como efluente de volta para o ribeirão Vai-Vem, após o ponto de captação de água.

Uma vez filtrada, a água segue para reservatórios que ficam no térreo do prédio da ETA. Nesse local é realizada a desinfecção pela adição do cloro. A correção do pH é efetuada novamente após a etapa de desinfecção porque o cloro possui a capacidade de alterar o pH da água tornando-a mais ácida. Então, através da correção do pH a acidez é neutralizada, protegendo assim as tubulações de possíveis corrosões. Esta correção é realizada com uma nova adição de cal.

Nessa etapa, juntamente com o cloro é despejado o ácido fluossilícico que tem o papel de reduzir a incidência de cárie dentária na população, especialmente no período de formação dos dentes. O cano que despeja o cloro fica submerso conforme demonstrado na Figura 6.46. Após tratada a água é bombeada para os reservatórios, onde é armazenada para garantir abastecimento contínuo e ininterrupto.

Figura 6.46 – Local onde se realiza a cloração e fluoretação na ETA de Ipameri (GO)



Fonte: Vaz (2013)

O Laboratório de Ipameri-GO contém para suportar as análises requeridas pela legislação brasileira, um termômetro, um turbidímetro, um aparelho de medição de cor aparente, um pHmetro, um aparelho que realiza a análise do teor de flúor e teor de cloro e uma bureta¹⁴ utilizada para análise da alcalinidade da água. Esses equipamentos citados são utilizados de uma em uma hora pelos técnicos da SANEAGO para análise dos parâmetros de temperatura, turbidez, cor, pH, alcalinidade, teor de flúor e cloro.

As análises microbiológicas e parasitológicas são realizadas semanalmente no laboratório da SANEAGO de Ouvidor, onde também foram analisada as amostras coletadas no ribeirão Vai-Vem para turbidez, cor, pH, coliformes fecais e totais. A análise de metais pesados e substâncias químicas contidas nos agrotóxicos são realizadas, por sua vez, no Laboratório Central, localizado na capital do Estado de Goiás, Goiânia, que fica a 193 km de Ipameri.

No período de realização da pesquisa, 2012/2013, procurou-se junto a regional da SANEAGO, em Ouvidor os resultados das análises de substâncias orgânicas referentes às amostras de água do ribeirão Vai-Vem. A legislação brasileira estabelece uma periodicidade semestral para as análises de substâncias orgânicas (BRASIL, 2011). Apenas uma coleta, contudo, foi realizada no período de dois anos na ETA de Ipameri para análise de substâncias orgânicas (Anexo B). Essa informação foi fornecida por funcionário da SANEAGO da Unidade de Ouvidor. Após questionado o resultado das outras análises o mesmo funcionário

¹⁴ Bureta é um instrumento laboratorial cilíndrico, de vidro, usado para medidas precisas de líquidos e análises volumétricas.

informou que talvez esses resultados não tenham sido computados no sistema de informações da SANEAGO, o que significa que as coletas na periodicidade exigida pela legislação possam ter sido realizadas.

As obrigações referentes à vigilância sanitária da água que envolve, por sua vez, as ações de monitoramento da qualidade da água através da coleta e da análise de amostras de água em periodicidade correta são de responsabilidade da empresa de economia mista Saneamento de Goiás (SANEAGO). O atendimento a essas obrigações implica garantia que a água distribuída é satisfatória no tocante as exigências prescritas na legislação em vigor. Portanto, essas obrigações em caso algum podem ter seu cumprimento posto em causa. Algumas dessas competências legais, contudo, são sistematicamente descumpridas, acentuando para o fato de que nem todos os parâmetros de qualidade da água serem analisados na periodicidade correta.

O panorama de irregularidade legal decorre principalmente, segundo Ferreira; Pádua (2011), da falta de recursos humanos, materiais e financeiros que deveriam ser disponibilizados por órgãos federais, estaduais e municipais, responsáveis por subsidiar e/ou regular essas atividades.

É oportuno discutir o fato que todo cidadão para ter acesso a água tratada deve pagar por esse serviço, no entanto, o dinheiro arrecadado por essa cobrança que deveria ser revestido em melhorias nas ETAs, no quadro de funcionários ligados ao saneamento básico, no investimento de programas de monitoramento do uso e ocupação das terras nas bacias hidrográficas de mananciais de abastecimento, nos programas de reflorestamento de Matas Ciliares, nos treinamentos com agricultores e pecuaristas sobre o uso de agrotóxicos e importância da proteção da cobertura vegetal nativa ao redor das nascente e do manancial, dentre outras melhorias, não são efetivadas.

Por outro lado, se assiste ao aumento constante dos riscos de contaminação e poluição de mananciais por substâncias cada vez mais tóxicas e perigosas à saúde humana. Aumento esse que está ligado com a intensificação do uso e ocupação das terras nas bacias hidrográficas por atividades agropecuárias, que, por sua vez, está atrelado ao modelo imposto de desenvolvimento econômico baseado na lógica de produção infinita de bens em detrimento da reprodução da própria vida.

Sobre os resultados da referida coleta realizada nesse período de dois anos (2012/2013) os dados não são animadores. A coleta foi realizada no dia 20 de junho de 2013 e nos seguintes pontos de referência: captação de água (água bruta) e no reservatório da ETA (água tratada). Na água bruta foi identificada presença de diclorometano e etilbenzeno e,

embora, nenhuma das substâncias tenha apresentado concentração superior aos padrões estabelecido pela Portaria nº 2914 de 2011 e pela Resolução nº 357 de 2005, o diclorometano representa risco para saúde humana independente da concentração que esteja presente.

O diclorometano é uma substância do grupo dos organoclorados, que conforme já discutido, são compostos bioacumulativos e carcinogênicos. Segundo Ferreira; Pádua (2010) a ocorrência de diclorometano na água indica possível presença de efluentes da indústria química. Na pesquisa de campo, no entanto, não foi identificada nenhum estabelecimento industrial localizado antes da captação de água. A ocorrência do etilbenzeno, por sua vez, pode ser associada com o escoamento superficial da água pluvial nas estradas e nos trechos da rodovia próximos ao ribeirão Vai-Vem, uma vez que esse hidrocarboneto é derivado da gasolina.

Na água tratada novamente foi encontrado o diclorometano, o tolueno e trihalometanos totais, mas nenhum dos valores superou os padrões legais. A presença do diclorometano na água tratada indica que o processo de tratamento convencional não está sendo eficiente o bastante para garantir remoção de compostos organoclorados.

Soares (2011) explana que se a substância orgânica estiver associada ao material particulado, então o tratamento convencional de água para potabilização é eficiente, caso, a remoção da turbidez através da coagulação/floculação/decantação também seja eficiente. Por outro lado, se os compostos organoclorados estiverem solubilizados, a eficiência do tratamento convencional fica comprometida.

O autor identificou que o endossulfam, tanto α como β , comumente está associado a sedimentos e partículas de solo, o que faz com que o processo de tratamento de água seja eficiente na remoção desse organoclorado. O mesmo, contudo, não ocorre para *ethylenethiourea* e 1,2,4-triazole (agrotóxicos estudados pelo referido autor). E como visto nesse estudo, possivelmente, para o diclorometano, que também foi encontrado na água tratada.

A presença de trihalometanos totais, por sua vez, indica que o processo de remoção da turbidez e cor não está satisfatório uma vez que esses compostos clorados são formados quando ocorre associação entre partículas sólidas suspensas na água com o cloro. O que aumenta ainda mais a preocupação para eficiência do processo de tratamento na ETA de Ipameri no tocante a remoção de agrotóxicos, sobretudo, de organoclorados. A presença do tolueno também constitui um sinal de alerta para eficiência do processo de tratamento concernente a retirada de compostos orgânicos voláteis.

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

“Uma Terra finita pode suportar um projeto infinito?”
Leonardo Boff

7.1 CONCLUSÕES

O uso e ocupação das terras na bacia do ribeirão Vai-Vem a partir da década de 1970 intensificou a destruição da vegetação nativa na bacia, de uma maneira provavelmente nunca vista antes. Atualmente, essa apresenta-se em estado especialmente grave no tocante a perda de qualidade da água e desenvolvimento de processos erosivos. Em 38 anos a bacia teve uma redução de 56% da sua área coberta por vegetação característica do Domínio Morfoclimático do Cerrado. Nesse período, por conseguinte, ocorreu ligeira diminuição da área de drenagem, desaparecimento de algumas nascentes, intensificação dos processos erosivos e aumento da poluição e contaminação da água, sobretudo pelos novos insumos modernos inseridos na prática agrícola a partir de 1970, destacando aqui o uso de agrotóxicos.

A Mata Ciliar nas margens do ribeirão Vai-Vem, no trecho compreendido entre a primeira nascente até o ponto de captação de água, apresenta em sua maioria na categoria intermediária de degradação ambiental. Tal categoria é caracterizada pela predominância de cobertura vegetal exótica nas APPs, pelo pisoteio do gado próxima às margens do ribeirão e nascentes, pela proximidade do manancial com atividades agropecuárias e pela ausência de proteção das Matas Ciliares por cercas em alguns trechos. Vale reforçar que esses fatores contribuem para intensificação de impactos ambientais como: exposição do solo as águas pluviais, surgimento de processos erosivos, assoreamentos e, sobretudo poluição e contaminação da água, já que a barreira física efetuada pela Mata Ciliar deixa de atuar.

As análises físicas (turbidez, cor e temperatura), químicas (pH e resíduos de agrotóxicos) e biológicas (coliformes totais e termotolerantes) da água evidenciam a exploração na bacia hidrográfica do ribeirão Vai-Vem, denunciando invasões nas áreas de APP como ocorrido pela atividade piscícola nos pontos de amostragem 2 e 6 que elevaram os índices de coliformes fecais, de coliformes termotolerantes, de turbidez e cor e, pela atividade agrícola nos pontos de amostragem 2 e 3 que possibilitou a entrada na água de resíduos do agrotóxico endossulfam (α -endossulfam e β -endossulfam).

Embora, a identificação de agrotóxicos tenha ocorrido em poucas amostras, os resultados foram suficientes para demonstrar que a proximidade entre o manancial e a lavoura

está irregular e que a área de APP, na qual deve estar presente à cobertura vegetal nativa que caracteriza uma Mata Ciliar não está presente em quantidade mínima aceitável. A identificação do endossulfam revela adicionalmente que ocorre o uso de agrotóxicos proibidos por parte de agricultores da região, já que o endossulfam está proibido de comercialização e uso no Brasil desde julho de 2013.

Pela comparação dos valores obtidos das análises com os valores máximos exigidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 e pela Portaria nº 2.914 de 2011 (com exceção dos ingredientes ativos de agrotóxicos que foram submetidos a análises somente qualitativas), a maioria das amostras, em relação aos parâmetros estudados, apresentam valores em conformidade com os padrões legais. Malgrado ter sido observado resultados bem extremos para os parâmetros de coliformes totais, coliformes termotolerantes e cor em determinados pontos de amostragem, delatando por sua vez os trechos de maior degradação ambiental na bacia do ribeirão Vai-Vem provindos de usos agropecuários inadequados.

O resultado dessa comparação dos valores dos parâmetros quantificados com os padrões legais contraria em parte a hipótese levantada de que a maioria dos parâmetros estaria com valores aquém dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, e que por conta disso a água não seria adequada para consumo humano. Não por conta dos demais parâmetros analisados, mas, o fato da identificação de resíduos de agrotóxicos na água do ribeirão Vai-Vem coloca de qualquer forma em xeque se a qualidade dessa água é adequada para consumo humano. Especialmente considerando que os resíduos de agrotóxicos identificados pertencem ao grupo químico dos organoclorados.

Afinal o processo de tratamento de água realizado pela ETA de Ipameri que é administrada por sua vez pela SANEAGO não assegura com eficiência total a remoção de organoclorados e compostos orgânicos voláteis. A prova dessa assertiva são os resultados da análise das amostras de água tratada coletada pela própria SANEAGO no dia 20 de junho de 2013 no reservatório de distribuição dessa ETA. A amostra coletada revelou presença das seguintes substâncias na água tratada: diclorometano, tolueno e trihalometanos totais. A concentração dessas substâncias estava abaixo do padrão legal, entretanto, a presença desses compostos já coloca em risco a saúde humana, uma vez que se trata de compostos com capacidade bioacumulativa (diclorometano).

A água do ribeirão Vai-Vem, portanto, se não tomadas ações já de prevenção da poluição, certamente num futuro próximo estará legalmente inadequada para consumo humano, uma vez que a tendência é que ocorra aumento das atividades agropecuárias na região e, por conseguinte, aumento no uso de agrotóxicos. Caso, a mesma tendência de

desmatamento das Matas Ciliares seja mantida, a poluição da água também tenderá a se elevar.

Nesse sentido, faz-se fundamental e urgente a adoção de estratégias de atenuação dos riscos mencionados. A título de exemplo dessas estratégias cita-se: planejamento e implantação de um programa de recuperação da cobertura vegetal nativa nas Matas Ciliares do ribeirão Vai-Vem, principalmente onde ocorreu total desmate para dar lugar a cobertura de pastagem ou lavoura; incentivo mediante palestras e treinamentos junto aos agricultores para adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo com vista a aumentar a infiltração da água pluvial, em concomitância a diminuição do escoamento superficial em direção ao manancial; incentivo à construção de terraceamento e canais escoadouros visando diminuição da velocidade da água e da sua capacidade de transporte de partículas do solo; incentivo ao isolamento do ribeirão com cercas para privar o acesso do gado; fiscalização e controle das atividades econômicas de modo a coibir práticas agropecuárias nas APPs da bacia; monitoramento da qualidade da água a partir dos demais ingredientes ativos de agrotóxicos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem, além dos elencados pela legislação; fiscalização da devolução de embalagens de agrotóxicos; orientação através de palestras dos riscos de manipulação indevida de agrotóxicos para a saúde humana e para o ambiente.

A adoção de tais estratégias contribuiria de forma significativa no controle da erosão hídrica, na redução da degradação do solo, do assoreamento e, por conseguinte, da poluição e contaminação do manancial em questão, além de um provável aumento da fertilidade do solo e da vazão das nascentes e por consequência do ribeirão Vai-Vem. Por outro lado se tais estratégias conservacionistas forem adotadas, mas ainda continuar a busca pela materialização da lógica capitalista de produção infinita caracterizada, por sua vez, pelo avanço da agricultura e pecuária em detrimento das áreas de Cerrado, tais estratégias serão apenas paliativas.

O que permite inferir que mais premente do que a adoção das estratégias conservacionistas do solo e, por conseguinte, da água é a reconstrução do saber ambiental elucidado por Enrique Leff. Afinal é a construção do saber ambiental que possibilitará a visão de que a produção agrícola deve ser destinada para reprodução da vida e não do capital.

Na construção desse saber a lógica do desenvolvimento econômico deve ser questionada, criticada e posta como se apresenta: insustentável em longo prazo. Conclui-se que somente a partir dessa compreensão torna possível a reconstrução da racionalidade ambiental e, portanto, da execução de programas balizados pelo princípio da prevenção da poluição e contaminação da água. Logo, a eficiência das estratégias e programas

conservacionistas citados, bem como de qualquer outro de cunho ambiental, fica condicionado a uma transformação no saber ambiental de toda sociedade. Está condicionada a uma mudança complexa, como não poderia deixar de ser, dos paradigmas de desenvolvimento econômico.

7.2 SUGESTÕES

Espera-se que este trabalho sirva de estímulo a outros estudos relacionados à qualidade da água. Nesse contexto, apresentam-se algumas recomendações para a continuidade do desenvolvimento dessa linha de pesquisa:

- Ampliar o desenvolvimento da pesquisa diagnosticando a qualidade da água no tocante ao parâmetro agrotóxico para os demais ingredientes ativos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem;
- Ampliar o desenvolvimento da pesquisa diagnosticando também as matrizes sedimento, solo e alimentos no tocante ao parâmetro agrotóxico para o ingredientes ativos utilizados na bacia do ribeirão Vai-Vem;
- Quantificar os resíduos de agrotóxicos presentes nas amostras de água do ribeirão Vai-Vem;
- Analisar a vulnerabilidade da bacia para contaminação de agrotóxicos mediante a investigação das propriedades física, química e biológica do solo e das propriedades física, química e biológica de cada um dos ingredientes ativos de agrotóxicos selecionados;
- Estudar o histórico dos resultados das análises de agrotóxicos a partir das amostras coletadas na bacia do ribeirão Vai-Vem, bem como no Estado de Goiás como um todo;
- Estudar sobre a atuação da fiscalização ambiental, as dificuldades e desafios da implantação de programas conservacionistas em bacias hidrográficas. Nesse estudo deve ser investigado como a gestão da água é tratada pelo setor fiscalizador. Deve ser ainda levantado os índices de irregularidades ambientais no tocante ao uso e ocupação da terra em determinado território;
- Estudar sobre a elaboração de políticas e programas de educação ambiental que orientem a difusão do saber ambiental e da racionalidade ambiental;

- Estudar sobre a elaboração de políticas e programas de prevenção da poluição da água que leve em consideração não apenas o monitoramento por padrões de qualidade da água, mas efetivamente a prevenção da poluição difusa;
- Estudar sobre a eficiência agronômica em longo prazo da aplicação de agrotóxicos nas lavouras;
- Estudar e comparar a eficiência das monoculturas no objetivo básico de alimentar a humanidade com a eficiência da agricultura orgânica;
- Estudar sobre programas e políticas de gestão do uso e ocupação do solo considerando a unidade da bacia hidrográfica e a gestão do uso da água;
- Estudar sobre as reformas necessárias para abandono da lógica de acumulação de capital, que exige o crescimento infinito, adotado pelo modelo vigente de desenvolvimento econômico;
- Estudar sobre políticas e programas destinados a coibir a especulação financeira sobre os ditos recursos naturais;
- Estudar sobre os reais ganhos humanos e culturais advindos da produtividade infinita e do consumismo;
- Estudar sobre a estruturação de uma economia que considere as leis da termodinâmica e a finitude de certos elementos da natureza;
- Estudar sobre a estruturação de políticas e programas de despoluição do ambiente e redução de desperdícios como elucidado por Morin (2013).

REFERÊNCIAS

- ABICALIL, Marcos Thadeu. Atual Situação dos Serviços de água e esgoto. In: **Estado das Águas no Brasil, 2001-2002**. Brasília: Agência das Águas, 2003. p.135-158.
- AB' SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Agrotóxicos e Toxicologia. **Monografia de Agrotóxicos Autorizados**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 12 abril 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Seminário volta a discutir mercado de agrotóxicos em 2012**. 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2013.
- AGRITOX - Base de données sur les substances activesbphytopharmaceutiques. **Cyproconazole**. 2011. Disponível em <<http://www.dive.afssa.fr/agritox/bguides/guide-agritox.html>>. Acesso em: 10 out. 2013.
- AGUIAR, Terezinha de Jesus Alves de; MONTEIRO, Modelo Agrícola e Desenvolvimento Sustentável: A Ocupação do Cerrado Piauiense. In: **Ambiente e Sociedade**, v. 8, n. 2, jul./dez. 2005. 2-19 p.
- ALCÂNTARA FILHO, José Luiz; FONTES, Rosa Maria Oliveira. A formação da propriedade e a concentração de terras no Brasil. **Revista de História Econômica e Economia Regional Aplicada**, v. 4, n. 7, 2009. 63-85 p.
- ALMEIDA, André Ribeiro Silva. **Análise da Contaminação do Córrego São Lourenço (Nova Friburgo, RJ) por agrotóxicos organofosforados e carbamatos**. 2008. 65 p. Dissertação (Mestrado em Química Ambiental), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- ALVES, Heber Queiroz; ROSSETE, Amintas Nazareth. Áreas de uso e de conflito em APP na microBacia hidrográfica do Córrego Murtinho, Nova Xavantina – MT. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis. INPE, 2007. 3701-3708 p.
- ALVES FILHO, José Prado. **Receituário Agrônômico: a construção de um instrumento de apoio à gestão dos agrotóxicos e sua controvérsia**. 2000. 235 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade de São Carlos, 2000.
- AQUINO, Regimeire Freitas. **Transporte de Atrazina em parcelas de solo sob calagem e fosfagem e em áreas de cultivo de milho**. 2008. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- AQUINO NETO, Francisco Radler; NUNES, Denise da Silva e Souza. **Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- ARAÚJO, Vanderlei Antônio; MORETON, Luiz Carlos. Unidades Litoestratigráficas. In: MOREIRA, Maria Luiza Osório. **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia:

Ministério de Minas e Energia (MME): Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (CPRM): Fundo de Fomento a Mineração (FUNMINERAL): Secretaria de Indústria e Comércio (SIC). 2008. 43-114 p.

ARAÚJO, José Carlos; SANTAELLA, Sandra Tédde. Gestão da Qualidade. In: CAMPOS, N; STUDART, T. M. C. **Gestão das Águas: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 159-180.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; et al. O Contexto de Vulnerabilidade e de Nocividade do Uso dos Agrotóxicos para o Meio Ambiente e a Importância para a Saúde Humana. In: RIGOTTO, Raquel (Org.). **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe/CE**. Fortaleza: UFC, 2011. p. 257-273.

BALDANI, R. C. **Atividades de Campo em Educação Ambiental: Construção Coletiva de Diretrizes Metodológicas**. 2006. 139 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Área de concentração de Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências da UNESP, Campus de Bauru, 2006.

BONNET, Bárbara Rocha Pinto. **Relações entre Qualidade da Água e Uso do Solo em Bacias Hidrográficas no Cerrado Brasileiro: Aspectos físicos e sociais e proposição de diretrizes**. 2007. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

BORGES, David Jackson Vieira; CUNHA, Ana Maria Oliveira; MARÇAL, Oswaldo Júnior. As Condições Sócio-Ambientais de Áreas de Preservação Permanente na Zona Urbana de Uberlândia: Aspectos Paisagísticos e Sociais. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, 2006. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso: 12 out. 2012.

BRAGA, Benedito; PORTO, Monica; TUCCI, Carlos E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha (Org.); *et al.* **Águas Doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

BRANCO, Samuel Murgel. **Natureza e Agroquímicos**. 8. ed. São Paulo: Moderna, 1993.

BRASIL. Congresso Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil. **Vade Mecum Saraiva**, São Paulo, 7. ed., 2009. P. 7-73.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jul. 1934. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

BRASIL. Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2013.

BRASIL. Lei N.º 4471, de 15 de setembro de 1965. Institui sobre o Código Florestal brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 07 nov. 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 maio 2012. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução RDC nº 28, de 9 de agosto de 2010. Regulamenta o uso do ingrediente ativo Endossulfam em decorrência da reavaliação toxicológica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, de 16 ago. 2010, Seção 1, p. 64. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 28 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução - RDC nº 1, de 14 de janeiro de 2011. Regulamenta o uso do ingrediente ativo Metamidofós em decorrência da reavaliação toxicológica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jan. 2011. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial de Saúde, 1997.

BRASIL. Portaria Normativa do IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996. Estabelece procedimentos a serem adotados junto ao IBAMA, para efeito de registro e avaliação do potencial de periculosidade ambiental de agrotóxicos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <<https://servicos.ibama.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 274, de 25 de maio de 2012. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012. 373-375 p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012. 376-402 p.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012. 78-85 p.

BRASIL. Congresso. Senado. **Resolução n.º 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente. **Resoluções do**

CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: MMA, 2012. 73-75 p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 jul. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 14 set. 2012.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX). **Registros de intoxicações:** Dados Nacionais, 1999 - 2010. Disponível em: <<http://www.cict.fiocruz.br>>. Acesso em: 10 out. 2013.

CALAÇA, Manoel; DIAS, Wagner Alceu. **A Modernização do Campo no Cerrado e as Transformações Socioespaciais em Goiás**. In: CAMPO-TERRITÓRIO, Revista de Geografia Agrária, v.5, n.10, p. 312-332, 2010.

CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania. **Gestão das Águas:** princípios e práticas. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **A reprodução do espaço urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1964. 305 p.

CARVALHO, J. B. **Fragments da História de Ipameri** (Fatos importantes). Ipameri, GO: Minerva, 1958. Disponível em: <http://www.camaraipameri.go.gov.br/documentos/legislacao_municipal/frag_historia.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2013.

CASARA, Karen et al. Environmental Dynamics of Pesticides in the Drainage Area of the São Lourenço River Headwaters, Mato Grosso State, Brazil. **Journal Brazil Chemical Society**, v. 23, n. 9, 2012. P. 1719-1731.

CASARIN, Rosalia; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; NEVES, Ronaldo José. Uso da Terra e Qualidade da água da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT. In: **Revista Geográfica Acadêmica**, v.2, n.1, 2008. 33-42 p.

CASTILHO, Denis. Os Sentidos da Modernização. In: **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 125-140, jul./dez. 2010.

CAVALCANTI, Marcelo Antunes; BARREIRA, Celene Cunha Monteiro Antunes. Ações da SUDECO no Desenvolvimento Do Centro-Oeste no Estado de Goiás. In: **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 179-191, jul./dez. 2011.

CHAIM, Aldemir. Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental. In: SILVA, Célia Maria Maganhotto de Souza; FAY, Elisabeth Francisconi. **Agrotóxicos e Ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 289-317 p.

CHAUL, Nasr Fayad. **Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade**. Goiânia: Editora UFG/Editora UCG, 1997. 247p.

CHAVES, Manoel Rodrigues. Políticas de Desenvolvimento regional: discriminação, (inter) nacionalização e (in) sustentabilidade do Bioma Cerrado. In: GOMES, H. **Universo do Cerrado**. Goiânia: UCG, 2008. (Vol. 2).

CIOLA, Remolo. **Fundamentos da Cromatografia a Gás**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1985.

COELHO, Raul Candido da Trindade Paixão. **Avaliação das Bacias hidrográficas dos Arroios Caçador e Tiririca na Floresta Nacional de Canela, com ênfase na qualidade da água e ocupação do solo das Áreas de Preservação Permanente Ripárias**. 2008. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

COLBORN, Theo; DUMANOSKI, Dianne; MYERS, John Peterson. **O Futuro Roubado**. Porto Alegre: LEPM, 2002, 354 p.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA A PREPARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - CIMA. **Subsídios Técnicos para Elaboração do Relatório Nacional do Brasil para a CNUMAD** – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasília: CIMA, 1991.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índices de Qualidades das Águas**. 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidade-das-%C3%A1guas>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

COMUNIDADE EUROPEIA. Diretiva 98/68/CE da Comissão de 10 de Setembro de 1998. Estabelece determinadas regras relativas aos controlos a efetuar quando da introdução na Comunidade de alimentos para animais provenientes de países terceiros. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, 24 set. 1998. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:261:0032:0038:PT:PDF>>. Acesso em: 14 nov. 2013.

CREPALLI, Mauro da Silva. **Qualidade da Água do rio Cascavel**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual do Oeste do Paraná-UNIOESTE, 2007.

DESCARTES, René. **Discurso do Método**. Tradução Paulo Neves. Introdução Denis Lerrer Rosenfield. Porto Alegre: L&PM, 2010. 128 p.

DOMINGUES, Antônio Felix; SANTOS, José Leomax. Planejamento de Recursos Hídricos e Uso do Solo: o desafio brasileiro. In: **Estado das Águas no Brasil, 2001-2002**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2003, p. 325-334.

DOWBOR, Ladislau. Economia da Água. In: DOWBOR, Ladislau; TAGNIM, Renato Arnaldo. **Administrando a Água como se Fosse Importante:** gestão ambiental e sustentabilidade. São Paulo: Senac SP, 2005.

ENGELS, Friedrich. **A Dialética da Natureza.** 3 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. (Pensamento crítico, v. 8).

ESTEVES, Andréia Artur; et al. Validação em Laboratório de Método Analítico para Determinação do teor de Adipato e Ftalato de di-(2-etil-hexila) utilizados como plastificantes em filmes flexíveis de PVC. **Revista Química Nova**, Rio de Janeiro, n. 1, v. 30, 2007. p. 219-223. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n1/34.pdf>>.

EWING, Galen Wood. **Métodos instrumentais de análise química.** 2 v. São Paulo: Blucher, 2010.

FARAGE, José de Alencar Pinto. **Influência do Uso e da Ocupação do Solo na Qualidade da Água e Capacidade Autodepurativa do Rio Pomba.** 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2009.

FARIA, Gislaíne Garcia. **O município e a Gestão das Águas:** Interfaces e Desafios. 2008. 396 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

FERNANDES, Bernardo Mançano. Reforma Agrária e Modernização do Campo. **Terra Livre - AGB** (Geografia, política e cidadania), São Paulo, n.11-12, 1993, p. 153-175.

FERRACINI, Vera Lúcia; QUEIROZ, Sonia Claudia Nascimento; GOMES, Marco Antonio Ferreira. Amostragem de sedimento para análise de agrotóxicos. In: FILIZOLA, Heloisa Ferreira; et al. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da Qualidade Ambiental:** Solo Água e Sedimentos. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Capítulo 11, p. 127-135.

FERREIRA, Andrea Cristina da Silva; PÁDUA, Valter Lúcio. Qualidade da Água para Consumo Humano. In: HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio (Org.). **Abastecimento de Água para Consumo Humano.** 2. ed., 1. v. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 151-218 p.

FERREIRA, Idelvone Mendes. Paisagens do Cerrado: Um estudo do Subistema de Veredas. In: GOMES, Horieste (Coord.). **O Universo do Cerrado.** Volume I. 2. v. Goiânia: UCG, 2008. 165-230 p.

FILIZOLA, Heloisa Ferreira; GOMES, Marco Antônio Ferreira; SOUZA, Manoel Dornelas. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da Qualidade Ambiental:** Solo Água e Sedimentos. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 169 p.

GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da Terra.** 4 ed. São Paulo: Peirópolis, 2000.

GEORGE, Pierre. **Os métodos da Geografia.** 2º ed. São Paulo: DIFEL, 1986.

GOLLA, Amarílis Rosa. **Meio Ambiente e Agricultura na MicroBacia Hidrográfica do Córrego Palmitalzinho - Regente Feijó/São Paulo**. 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Presidente Prudente, 2006.

GOMES, Marco Antonio Ferreira; FILIZOLA, Heloisa Ferreira. Amostragem de sedimento para análise de metais pesados. In: FILIZOLA, Heloisa Ferreira; et al. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da Qualidade Ambiental: Solo Água e Sedimentos**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Capítulo 10, p. 119-125.

GOMES, Paulo Cesar da Costa; HAESBART, Rogério Cosia. O Espaço da Modernidade. **Terra Livre - AGB** (O Espaço em Ação), São Paulo, n. 5. 1988. 45-65 p.

GOMES, Priscila Moreira; MELO, Celine; VALE, Vagner Santiago. Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes na cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, n. 32, v. 17, jun. 2005. Disponível em: <www.sociedadennatureza.ig.ufu.br/search.php?op=authordetail&id=1>.

GONDIM, Joaquim. **Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos na Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**. Agência Nacional das Águas, 2006. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/PalestraJoaquimGondim.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2012.

GONÇALVES NETO, Wenceslau. **Estado e agricultura no Brasil: Política Agrícola e Modernização Econômica Brasileira 1960 – 1980**. São Paulo: Hucitec, 1997. 245 p.

GRIPPI, Sidney. **Lixo: reciclagem e sua história**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

GUADALUPE, Milena Beatriz Pereira Alves. **A Gestão de Recursos Hídricos em Contextos de Participação Ampliada: os comitês de Bacia hidrográfica**. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) - Departamento de Ciência Política da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

GUIMARÃES, Lorena Dall'Ara; SANTOS, S. O. Composição faunística do cerrado, biogeografia e implicações para conservação. In: GUIMARÃES, Lorena Dall'Ara; SILVA, Maria Aparecida Daniel; ANACLETO, Tereza Cristina (Orgs.). **Natureza Viva Cerrado: Caracterização e Conservação**. Goiânia: UCG, p. 47-91, 2006.

GUIMARÃES, Mauro. **A Formação de Educadores Ambientais**. 2. ed. São Paulo: Papirus, 2004. 174 p.

GUZZO, J. R. Vai Passar. **Veja**, jul. 2013.

HARRIS, Daniel C. **Análise Química Quantitativa**. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos – LTC, 2005.

IANNI, Octavio. **Origens agrárias do Estado Brasileiro**. São Paulo: Brasiliense, 1984.

INSTITUTO MARIO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (IMB). **Goiás – Visão Geral**. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Manual de testes para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. 2. ed. Brasília, DF: IBAMA, 1990.

IBAMA. **Relatório de consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins no Brasil - 2000 - 2005**. Brasília, DF, 2002 - 2006; Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2000 - 2005. Rio de Janeiro: IBGE, v. 12-17, 2000 - 2006. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2013.

IBAMA. **Relatório de consumo de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins no Brasil - 2000 - 2005**. Brasília, DF, 2002 - 2006; Defensivos agrícolas em linhas de comercialização por classes toxicológicas 1992-2003. São Paulo: Sindicato Nacional de Indústria de Produtos para Defesa Agrícola, 2003. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codigo=521010&idtema=>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codigo=521010&idtema=>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**. Confronto dos Resultados dos dados estruturais dos Censos Agropecuários Goiás 1970/2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/defaulttab_censoagro.shtm>. Acesso em: 21 abr. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção agrícola municipal (PAM) - Lavoura temporária - área colhida. Séries Estatísticas 1990/2010**. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PA2&t=lavoura-temporaria-area-colhida>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados meteorológicos da Estação Convencional de Ipameri (GO), Código 83522**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2013.

KELLNER, Erich. **Introdução aos Sistemas de Saneamento**. São Carlos: UFSCar/ Departamento de Engenharia Ambiental, 2012. Apostila da disciplina “Sistemas de Saneamento”.

KIPERSTOK, Asher; MARINHO, Maerbal. O Desafio desse tal de Desenvolvimento Sustentável: O Programa de Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis da Holanda. **Revista Análise de Dados**, Bahia, v. 10, n. 4, p. 221-232, mar. 2001.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos Modernos**: Ensaio de Antropologia Simétrica. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LEFEBVRE, Henri. **A Revolução Urbana**. Tradução de Sérgio Martins. 1º reimpressão. Belo Horizonte: UFMG. 2002.

LEFF, Enrique. Pensar a Complexidade Ambiental. In: LEFF, Enrique. **A complexidade Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003. p.15-64.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. ed. Campinas, SP: Átomo, 2010.

LUTZENBERGER, José. **Gaia o Planeta Vivo**: por um caminho suave. 2. ed. Porto Alegre: LePM, 1991.

MACEDO, Mozart Júnior Brito. **A Influência do Uso, da Ocupação e da Conservação do Solo na Qualidade da Água de Abastecimento**: O caso da Bacia hidrográfica do Lago Descoberto. 2004. 173 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2004.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto do Partido Comunista**. São Paulo: Global, 1987.

MENDES, Benilde; OLIVEIRA, J. F. Santos. **Qualidade da Água para Consumo Humano**. Lisboa: Lidel, 2004.

MENEZES, Carolina Torres. **Método para priorização de ações de vigilância da Presença de Agrotóxicos em Águas Superficiais**: Um estudo em Minas Gerais. 2006. 133 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MESQUITA, Olindina Vianna. **Modernização da Agricultura no Sudoeste de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1982. 164 p.

MORAES, Joelma Crespo. **Efeitos do Thiodan (Endossulfam) nas Brânquias de *Astyanax aff. Bimaculatus***. 2011. 87 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MOREIRA, Ruy. A marcha do Capitalismo e a Essência Econômica da Questão Agrária no Brasil. **Terra Livre - AGB** (TERRITÓRIO E CIDADANIA: Da luta pela terra ao direito à vida São Paulo), n. 6, 1989, p. 19-63.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução de Eliane Lisboa. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

MORIN, Edgar. **A Via para o futuro da humanidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

MOTA, Suetônio; AQUINO; Marisete Dantas. Gestão Ambiental. In: CAMPOS, Nilson; STUDART, Ticiania. M. Carvalho. **Gestão das Águas: princípios e práticas**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 127-146.

NORTOX. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - Atrazina**. 2004. Disponível em: < http://www.nortox.com.br/imagens/produtos/atrazina_fispq.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

NORTOX. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - Endossulfam**. 2005. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/imagens/produtos/Endossulfam_fispq.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

ODUM, Eugene. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

OLIVEIRA, Ivanilton José. **A Agropecuária Modernizada e sua Sustentabilidade no Cerrado: o caso do município de Jataí (GO)**. In: Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 21, n. 2, p. 47-60, jul./dez. 2001.

OLIVEIRA, Ivanilton José. **Dinâmica da ocupação das terras no município de Jataí (GO) e sua relação com o meio físico**. In: Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 27, n. 2, p. 153-179, jan./jun. 2007.

ORLANDO, Paulo Henrique Kingma. **Produção do Espaço e Gestão Hídrica na Bacia do Rio Paraibuna (MG-RJ): Uma Análise Crítica**. 2006. 295 f. Tese (Doutorado em Geografia)- na área de concentração Produção do Espaço Geográfico, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. 2006.

PÁDUA, Valter Lúcio. Introdução ao Tratamento de água. In: HELLER, Léo (Org.); PÁDUA, Valter Lúcio (Org.). **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. ed. 2., v. 1. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 531-584 p.

PAULA, Mírian Maria de. **Análise da Água e das Condições Ambientais da Bacia Hidrográfica do ribeirão das Pedras, Quirinópolis/GO**. 2011. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

PAULINO, Marcelo Gustavo. **Efeito da Exposição à atrazina nas brânquias de curimatá, *Prochilodus lineatus* (Teleostei, Prochilodontidae)**. 2011. 118 p. Dissertação (Mestre em Ciências fisiológicas), Universidade Federal de São Carlos, 2011.

PINTO, Vívian Germiliano. **Análise Comparativa de Legislações relativas à Qualidade da Água para consumo humano na América do Sul**. 2006. 212 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PIRES, Adriana M. Moreno; SOUZA, Manoel Dornelas; LIGO, Marco Antonio Vieira. Amostragem de Água para análise de nitrato e metais pesados. In: FILIZOLA, Heloisa Ferreira; et al. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da**

Qualidade Ambiental: Solo Água e Sedimentos. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Capítulo 8, p. 103-108.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Paixão da terra:** ensaios críticos de ecologia e geografia. Rio de Janeiro: Rocco: Pesquisadores Associados em Ciências Sociais-SOCII, 1984.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Rio de Janeiro: Record, 2006.

PRADO, Licius de Albuquerque; MIZIARA, Fausto; FERREIRA, Manuel Eduardo. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região Sul de Goiás: Ação antrópica e características naturais do espaço. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 32, n. 1, 2012, 151-165 p.

PRATES, Crislaine Batista; GEBARA, Sâmya Saler; RÉ-POPPI, Nilva. Análise de Pesticidas em Água usando a microextração em fase sólida por *headspace* com cromatografia gasosa e espectrometria de massas. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1260-1264, 2011.

QUEIROZ, Sonia Claudia Nascimento; FERRACINI, Vera Lúcia; GOMES, Marco Antonio Ferreira. Amostragem de água para análise de agrotóxicos. In: FILIZOLA, Heloisa Ferreira; et al. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da Qualidade Ambiental:** Solo Água e Sedimentos. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Capítulo 9, p. 109-116.

RAMOS, Márcia Maria Reis Vieira. **Associação entre exposição por longo prazo a baixas doses de agrotóxicos e neurotoxicidade crônica humana:** revisão sistemática da literatura entre 1996-2006. 2007. 124 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no Brasil e no mundo. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil:** capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

RIGOTTO, Raquel (Org.) *et al.* **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde:** vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe/CE. Fortaleza: UFC, 2011.

ROCHA, Altemar Amaral. **Sociedade e Natureza:** a produção do espaço urbano em Bacias hidrográficas. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2011.

ROCHA, Erica Aparecida Vaz. **Processos de Voçorocamento na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vai Vem (Ipameri-GO).** 2012. 171f. Tese (Doutorado em Geografia e Gestão do Território)-Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia (MG), 2012.

ROSA, Islene Ferreira; PESSOA, Vanira Matos; RIGOTTO, Raquel Maria. Introdução: Agrotóxicos, Saúde Humana e os Caminhos do Estudo Epidemiológico. In: RIGOTTO, Raquel (Org.) *et al.* **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde:** vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe/CE. Fortaleza: UFC, 2011. 217-257 p.

SABBAG, Simone Krugger, et. al. Situação do Monitoramento da Qualidade da Água no Brasil. In: **Estado da Água no Brasil, 2001-2002**. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2003. p. 197-206.

SABIN, Guilherme Post. **Desenvolvimento e Validação de Método utilizando SPE E GC-MS para a Determinação Multirresíduo de Pesticidas em Água Potável**. 2007. 166 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria (RS), 2007.

SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semiramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA Informações Tecnológicas, 2008. (Vol. 01).

SANTOS, Irani; et al. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Instituto de Desenvolvimento de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372 p.

SANTOS, Milton. **Por uma nova geografia**. São Paulo: Hucitec, 1978.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SARDINHA, Diego de Souza, et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do Meio, Leme (SP). **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, jul/set 2008, 329-338 p.

SILVA, Célia Maria Maganhotto de Souza; FAY, Elisabeth Francisconi. **Agrotóxicos e Ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004.

SILVA, Celso Luiz da. Análise da **Vulnerabilidade Ambiental aos principais pesticidas recomendados para os Sistemas de Produção de Algodão, Arroz, Café, Cana de Açúcar, Citros, Milho e Soja**. 2004. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, 2004.

SILVA, José Agenor Álvares. Agrotóxico, pimentão e suco de laranja. **Imprensa ANVISA**, Jornal Valor Econômico, 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/imprensa/>>. Acesso em 13 out. 2013.

SILVA, Neusely; CANTÚSIO Neto; Romeu; JUNQUEIRA, Valéria Christina Amstalden; SILVEIRA, Neliane Ferraz de Arruda. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica da Água**. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

SILVA, William Ferreira. Espaço Produtivo dos Grãos e da Cana-De-Açúcar no Cerrado do Centro-Oeste. In: **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 117-138, jan/abr. 2013.

SILVEIRA, Marino Pinheiro; QUEIROZ, Júlio Ferraz. Amostragem de água para análises biológicas. In: FILIZOLA, Heloisa Ferreira; et al. **Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas da Qualidade Ambiental: Solo Água e Sedimentos**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Capítulo 7, p. 83-102.

SILVINO, Renata Felipe. **Condição Trófica e Qualidade das Águas das Lagoas da APA Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais**. 2012. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SIMÕES, Elke Cliquet. **Diagnóstico ambiental em manguezais dos complexos estuarinos da Baixada Santista e de Cananéia – São Paulo, no tocante a metais e compostos organoclorados**. 2007. 183 p. Dissertação (Mestrado em Química Analítica), Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, SP, 2007.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J. CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 8 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SPOSITO, Eliseu Savério. **Geografia e Filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: UNESP, 2004.

SMITH, Neil. **Desenvolvimento Desigual: Natureza, Capital e a Produção do Espaço**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand, 1988.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva. **Uso de Agrotóxicos, Contaminação de Mananciais e Análise da Legislação Pertinente: um estudo na região de Manhuaçu-MG**. 2011. 300 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SYNGENTA. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Ampligo**. 2010. Disponível em: <http://www.servicos.syngenta.com.br/Produtos_CP/SyngentaMelhoriasI/newProduto.aspx?idProduto=6039>. Acesso em: 16 jan. 2013.

SYNGENTA. **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Priori Xtra**. 2009. Disponível em: <www.servicos.syngenta.com.br/.../FISPQ/Priori%20Xtr>. Acesso em: 16 jan. 2013.

TARDIOLI, Paulo Waldir. **Leis da Termodinâmica e suas Aplicações**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos-UFSCar/Departamento de Engenharia Ambiental, 2010. Apostila, p. 1-33.

TEIXEIRA, Ana Claudia de Araújo; et al. Conceitos, Olhares e Primeiras Aproximações sobre o Problema em Estudo. In: RIGOTTO, Raquel (Org.). **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no baixo Jaguaribe/CE**. Fortaleza: UFC, 2011. p. 35-70.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; DOMINGUES, Antônio Félix. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha (Org.); et al. **Águas Doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

TUCCI, Carlos E. M. Processos Hidrológicos e os impactos do uso do solo. In: TUCCI, Carlos E. M.; BRAGA, Benedito (Orgs.). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. v. 9. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 31-77.

TUNDISI, José Galizia; BRAGA, Benedito; REBOUÇAS, Aldo. Os recursos hídricos e o futuro: síntese. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha (Org.); et al. **Águas Doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

UJVARI, Stefan Cunha. **Meio Ambiente e Epidemias**. São Paulo: SENAC, 2004.

VALENTE, Osvaldo Ferreira; GOMES, Marcos Antônio. **Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005.

VAZ, Letícia. **Diagnóstico e Percepção Socioambiental em Nascentes do ribeirão Vai-Vem, Ipameri-GO**. Instituto Federal Goiano-Campus Urutaí-GO: Departamento de Gestão Ambiental, 2009. 78 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

VEIGA, Milton; BASSI, Lauro; ROSSO, Alcides. Degradação do Solo e da Água. In: SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de Recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microBacias hidrográficas**. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 73-148 p.

VENTURI, Luiz Antônio Bittar. O papel da Técnica no Processo de Produção Científica. In: VENTURI, L. A. B. **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

VERNIER, Jacques. **O Meio Ambiente**. 5. ed. Campinas, SP: Papirus, 2002.

VIANA, Nildo. Capital, Espaço e Desigualdade. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 20, n. 1 / 2, dez./jan. 2000.

VIANA, Nildo. **O que são partidos políticos?** Goiânia: Germinal, 2003.

VIANA, Nildo. **Ígneo Boletim: Um Marxismo Vivo**. Goiânia: Barba Ruiva, 2007. 126 p.

VIANA, Nildo. **A Consciência da História: ensaios sobre o materialismo histórico-dialético**. 2. ed. Rio de Janeiro: Achiamé, 2007. 145 p.

VIEIRA, Rosana Faria. Efeito de Agrotóxicos em organismos não-alvo do solo. In: SILVA, Célia Maria Maganhotto de Souza; FAY, Elisabeth Francisconi. **Agrotóxicos e Ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2004. 259-288 p.

VITTE, Antonio Carlos. Os Fundamentos Metodológicos da Geomorfologia e a sua Influência no Desenvolvimento das Ciências da Terra. In: VITTE, Antonio Carlos (Org.); GUERRA, José Teixeira. (Org.) **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 23-48 p.

XAVIER, A. L.; TEIXEIRA, D. A. Diagnóstico das Nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio São João em Itaúna, MG. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu – MG. **Anais eletrônicos**. Caxambu - MG, 2007. Disponível em: < <http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1597.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2012.

BIBLIOGRAFIAS

BASTOS, Cleverson; KELLER, Vicente. **Aprendendo a Aprender:** introdução à metodologia científica. 24 ed. Petrópolis – RJ: Vozes, 2012. 112 p.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. **R. RAÍE GA**. Curitiba: UFPR, n. 8, p. 141-152, 2004.

BIELLA, Carlos Alberto. **Avaliação da Qualidade da Água Freática em Poços Rasos no Setor Mansões das Águas Quentes em Caldas Novas – GO**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Análise e Planejamento Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

COMTE, Augusto. **Discurso Preliminar sobre o Espírito Positivo**. Editora Eletrônica: Ridendo Castigat Mores, 2002. 185 p. Disponível em: <www.jahr.org>. Acesso em: 13 mar 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010. 175 p.

ROSA, João Guimarães. **Grande Sertão:** Veredas. 5 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2006.

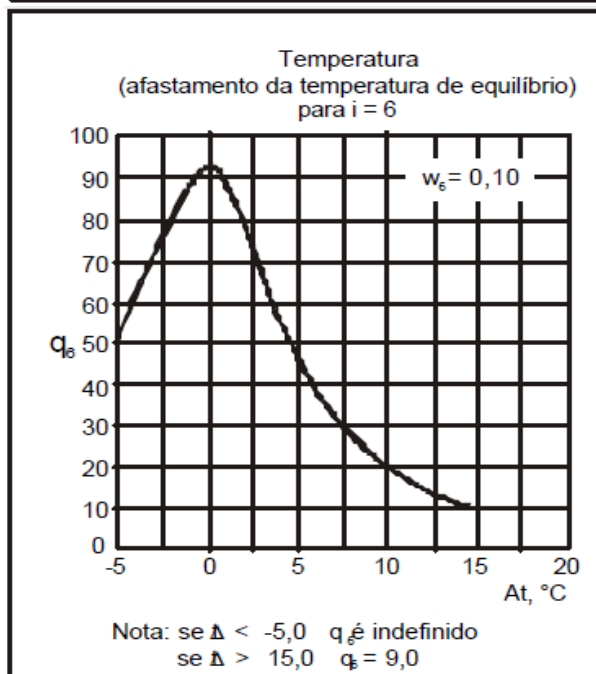
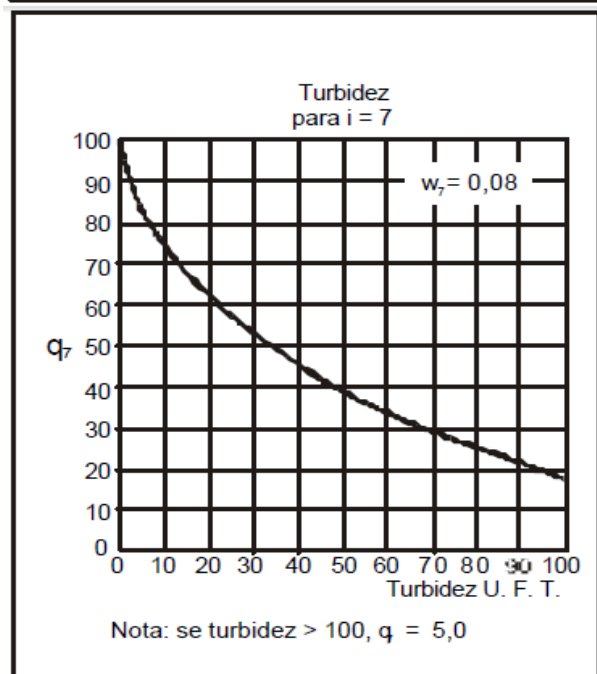
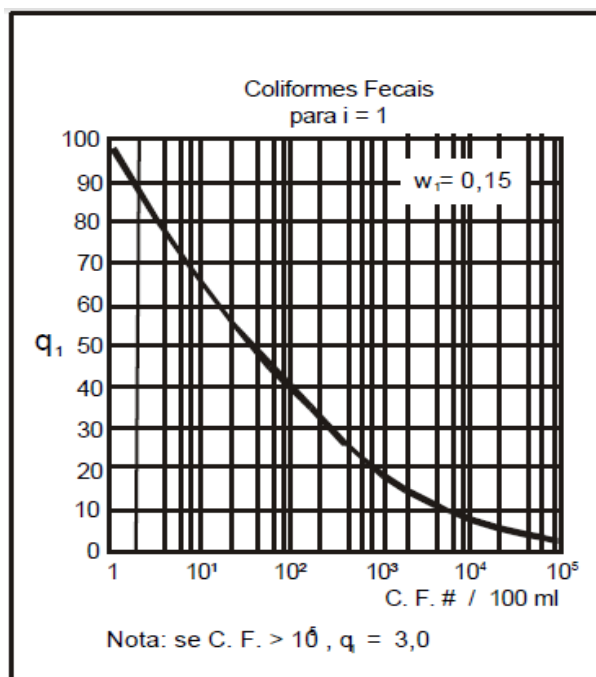
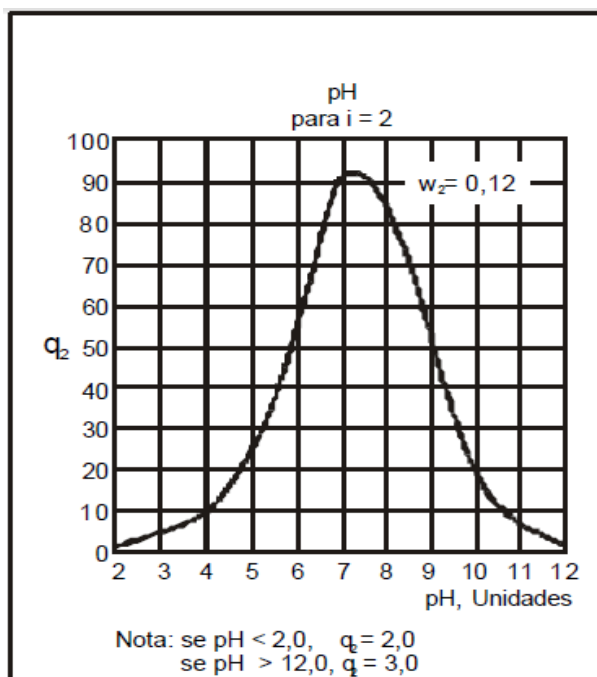
SANTOS, Boaventura. Silva. **Um Discurso sobre as Ciências**. 06 ed. São Paulo: Cortez, 2009. Geografia física e ciências humanas.

SPECTOR, Nelson. **Manual para a Redação de Teses, Projetos de Pesquisa e Artigos Científicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 150 p.

APÊNDICE A - FICHA DE REGISTRO DE ÁGUA**Estação:** _____ **Código:** _____**Procedência da amostra:** () rio () lago () outra.**Data da coleta:** _____ **Horário da coleta:** _____**Técnico responsável:** _____**Tipo da amostra:** () simples () composta () integrada**Condições climáticas: durante a coleta** _____**: no período anterior à coleta** _____**Medidas de Campo:****Coordenadas:** _____ **Latitude** _____**Longitude:** _____**Profundidade do ponto:** _____ **Profundidade da coleta:** _____**Largura:** _____**Temperatura do ambiente:** _____ **Temperatura da água** _____**Observações:**

--

**ANEXO A - CURVAS MÉDIAS CURVAS MÉDIAS DE VARIAÇÃO DE
QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA OS PARÂMETROS pH, COLIFORMES TOTAIS,
TURBIDEZ E TEMPERATURA**



Fonte: CETESB (2005)

ANEXO B – RESULTADO DE ANÁLISES DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS EM ÁGUA TRATADA E ÁGUA BRUTA NO RIBEIRÃO VAI-DEM EM IPAMERI (GO)

		SANEAMENTO DE GOIÁS S.A.		RESULTADOS DE ANÁLISES DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS EM ÁGUA BRUTA (Mananciais de Superfície)			
1	DADOS GERAIS DA AMOSTRA			Nº Protocolo: 15.164/2013			
Interessado: GRS OUVIDOR				Roteiro: 37			
Endereço / Local: RIBEIRÃO VAI E VEM							
Ponto de Referência: CAPTAÇÃO							
Município: IPAMERI - GO							
Data da Coleta: 20/06/2013				Chuvas: NÃO			
Hora da Coleta: 08:25				Data de Entrada no Laboratório: 20/06/2013			
Responsável pela Coleta: CRISÂNTEMO COSTA				Hora de Entrada no Laboratório: 14:20			
Temperatura Ambiente: 22° C				Temperatura da Água: 20° C			
02	ANÁLISE DE ORGÂNICOS						
ITEM	PARÂMETROS	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (VMP) CONAMA 357/2005				UNIDADE
			Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	
1. Organoclorados							
1.1	Aldrin + Dieldrin	ND	0,005	0,005	0,03	NR	µg/L
1.2	Alacloro	ND	20,0	20,0	NR	NR	µg/L
1.3	Clordano (cis, trans)	ND	0,04	0,04	0,3	NR	µg/L
1.4	2- clorofenol	ND	0,1	0,1	NR	NR	µg/L
1.5	2,4 diclorofenol	ND	0,3	0,3	NR	NR	µg/L
1.6	1,2 dicloretoano	ND	10,0	10,0	10,0	NR	µg/L
1.7	1,1 dicloroeteno	ND	3,0	3,0	30,0	NR	µg/L
1.8	Diclorometano	1,694	20,0	20,0	NR	NR	µg/L
1.9	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	ND	0,002	0,002	1,0	NR	µg/L
1.10	Dodecacloro pentaciclodecano	ND	0,001	0,001	0,001	NR	µg/L
1.11	Endrin	ND	0,004	0,004	0,2	NR	µg/L
1.12	Heptacloro epóxido + Heptacloro	ND	0,01	0,01	0,03	NR	µg/L
1.13	Hexaclorobenzeno	ND	0,0065	0,0065	NR	NR	µg/L
1.14	Lindano	ND	0,02	0,02	2,0	NR	µg/L
1.15	Metoxicloro	ND	0,03	0,03	20,0	NR	µg/L
1.16	Metolaclo	ND	10,0	10,0	NR	NR	µg/L
1.17	2,4,6 triclorofenol	ND	10,0	10,0	10,0	NR	µg/L
1.18	Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	ND	20,0	20,0	NR	NR	µg/L
1.19	Tricloroeteno	ND	30,0	30,0	30,0	NR	µg/L
1.20	Tetracloroeteno	ND	10,0	10,0	10,0	NR	µg/L
2. Nitrogenados, Sulfurados e Fosforados							
2.1	Atrazina	ND	2,00	2,00	2,00	NR	µg/L
2.2	Demeton (O e S)	ND	0,1	0,1	14,0	NR	µg/L
2.3	Endossulfan (alfa + beta + sulfato)	ND	0,056	0,056	0,22	NR	µg/L
2.4	Malation	ND	0,1	0,1	100,0	NR	µg/L
2.5	Paration	ND	0,04	0,04	35,0	NR	µg/L
2.5	Paration	ND	0,04	0,04	35,0	NR	µg/L
2.6	Simazina	ND	2,0	2,0	NR	NR	µg/L
2.7	Trifluralina	ND	0,2	0,2	NR	NR	µg/L

ITEM	PARÂMETROS	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (VMP) CONAMA 357/2005				UNIDADE
			Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	
3. PAH's							
3.1	Benzo (a) antraceno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
3.2	Benzo (a) pireno	ND	0,05	0,05	0,7	NR	µg/L
3.3	Benzo (b) fluoranteno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
3.4	Benzo (K) fluoranteno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
3.5	Criseno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
3.6	Dibenzo (a,h) antraceno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
3.7	Indeno (1,2,3 cd) pireno	ND	0,05	0,05	NR	NR	µg/L
4. BTEX							
4.1	Benzeno	ND	5,00	5,00	5,0	NR	µg/L
4.2	Etilbenzeno	0,236	90,0	90,0	NR	NR	µg/L
4.3	Tolueno	ND	2,0	2,0	NR	NR	µg/L
4.4	Xileno	ND	300,0	300,0	NR	NR	µg/L
5. Carbamato e Glifosato							
5.1	Carbaril	-	0,02	0,02	70,0	NR	µg/L
5.2	Glifosato	-	65,0	65,0	280,0	NR	µg/L
6. Monômeros							
6.1	Estireno	ND	20,0	20	NR	NR	µg/L
7. Outras Classes							
7.1	Acrilamida	-	0,5	0,5	NR	NR	µg/L
7.2	Benzidina	-	0,001	0,001	NR	NR	µg/L
7.3	2-4 D	ND	4,0	4,0	30	NR	µg/L
7.4	Gutien	-	0,005	0,005	0,005	NR	µg/L
7.5	PCB – Bifenilas policloradas	-	0,001	0,001	0,001	NR	µg/L
7.6	Pentaclorofenol	-	9,0	9,0	9,0	NR	µg/L
7.7	2,4,5 T	-	2,0	2,0	2,0	NR	µg/L
7.8	Toxafeno	-	0,01	0,01	0,21	NR	µg/L
7.9	2,4,5 TP	-	10,00	10,00	10,0	NR	µg/L
7.10	Tetracloroeto de carbono	ND	2,0	2,0	3,0	NR	µg/L
Observações:							
Notas: 1) Os métodos determinados para os parâmetros de referência seguem as recomendações do "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER" da APHA/AWWA e os resultados devem ser interpretados como representando parte da composição da amostra no momento da análise.							
2) Ensaios realizados pelos Métodos de Cromatografia Gasosa com detector de massa (GC-MS) e HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência).							
3) Classe II: De acordo com o Capítulo VI, Art. 42 da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, cita "Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente".							
4) A coleta das amostras é realizada de acordo com Instrução de Trabalho (IT07.0101).							
Responsável Pela Análise:		Responsável Técnico:			Local e Data:		
KEYLE BORGES Farmacêutica- Bioquímica CRF 2283		Farmacêutica/Bioquímica CRF 1365			GOIÂNIA, 01/07/2013		

		SANEAMENTO DE GOIÁS S.A.		RESULTADOS DE ANÁLISES DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS EM ÁGUA TRATADA	
01		DADOS GERAIS DA AMOSTRA			Nº Protocolo: 15.165/2013
Interessado: GRS OUVIDOR					Roteiro: 37
Endereço / Local: RIBEIRÃO VAI E VEM					
Ponto de Referência: ETA - RESERVATÓRIO					
Município: IPAMERI - GO					
Data da Coleta: 20/06/2013					Chuvas: NÃO
Hora da Coleta: 08:40					Data de Entrada no Laboratório: 20/06/2013
Responsável pela Coleta: CRISÂNTEMO COSTA					Hora de Entrada no Laboratório: 14:20
Temperatura Ambiente: 23° C					Temperatura da Água: 21° C
02		ANÁLISE DE ORGÂNICOS			
ITEM	PARÂMETROS	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (VMP) Portaria 2914/MS	UNIDADE	
1. Organoclorados					
1.1	Aldrin + Dieldrin	ND	0,03	µg/L	
1.2	Alaclor	ND	20,0	µg/L	
1.3	Clordano	ND	0,2	µg/L	
1.4	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	ND	1,0	µg/L	
1.5	Diuron	-	90,0	µg/L	
1.6	1,2 dicloroetano	ND	10,0	µg/L	
1.7	1,2 dicloroetano (cis + trans)	-	50,0	µg/L	
1.8	1,2 Diclorobenzeno	-	10,0	µg/L	
1.9	1,4 Diclorobenzeno	-	30,0	µg/L	
1.10	1,1 dicloroetano	ND	30,0	µg/L	
1.11	Diclorometano	2,016	20,0	µg/L	
1.12	Endrin	ND	0,6	µg/L	
1.13	Lindano (γ-BHC)	ND	2,0	µg/L	
1.14	Metolacolor	ND	10,0	µg/L	
1.15	Monoclorobenzeno	ND	120,0	µg/L	
1.16	Triclorobenzenos (1,2,4-TCB + 1,3,5-TCB + 1,2,3 TCB)	ND	20,0	µg/L	
1.17	Tricloroetano	ND	20,0	µg/L	
1.18	Tetracloroetano	ND	40,0	µg/L	
1.18	2,4,6 Triclorofenol	ND	200,0	µg/L	
2. Carbamatos e glifosato					
2.1	Aldicarb + Aldicarbessulfona + Aldicarbessulfóxido	-	10,0	µg/L	
2.2	Carbendazim + benomil	-	120,0	µg/L	
2.3	Carbofurano	-	7,0	µg/L	
2.4	Glifosato + AMPA	-	500,0	µg/L	
2.5	Mancozebe	-	180,0	µg/L	
2.6	Molinato	ND	6,0	µg/L	

ITEM	PARÂMETROS	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (VMP) Portaria 2914/MS	UNIDADE
3. Nitrogenados, Sulfurados e Fosforados				
3.1	Atrazina	ND	2,0	µg/L
3.2	Clorpirifós + Clorpirifós-oxon	-	30,0	µg/L
3.3	Endossulfan (alfa + beta+ sulfato)	ND	20,0	µg/L
3.4	Metamidofós	-	12,0	µg/L
3.5	Parationa metilica	ND	9,0	µg/L
3.6	Pendimetalina	ND	20,0	µg/L
3.7	Permetrina	ND	20,0	µg/L
3.8	Profenofós	-	60,0	µg/L
3.9	Simazina	ND	2,0	µg/L
3.10	Trifluralina	ND	20,0	µg/L
3.11	Tebuconazol	-	180,0	µg/L
3.12	Terbufós	-	1,2	µg/L
4 . PAH's				
4.1	Benzo (a) pireno	ND	0,7	µg/L
5. BTEX				
5.1	Benzeno	ND	5,0	µg/L
5.2	Etilbenzeno	ND	200,0	µg/L
5.3	Tolueno	0,436	170,0	µg/L
5.4	Xilenos	ND	300,0	µg/L
6. Monômeros				
6.1	Cloreto de vinila	-	2,0	µg/L
6.2	Estireno	ND	20,0	µg/L
7. Trihalometanos				
7.1	Trihalometanos totais	2,069	100	µg/L
8. Outras Classes				
8.1	Acrilamida	-	0,5	µg/L
8.2	2,4 D + 2,4,5 T	-	30,0	µg/L
8.3	Di (2-etilhexil) ftalato	-	8,0	µg/L
8.4	Pentaclorofenol	-	9,0	µg/L
8.5	Tetracloroto de carbono	ND	4,0	µg/L
Legenda: (ND) Não detectado (-) Não Realizado				
Notas: 1) Os métodos determinados para os parâmetros de referência seguem as recomendações do "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER" da APHA/AWWA e os resultados devem ser interpretados como representando parte da composição da amostra no momento da análise. 2) Para uma água ser considerada potável, deverá satisfazer as exigências da Portaria Nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que define os Padrões de Potabilidade de Água. 3) Ensaios realizados pelos Métodos de Cromatografia Gasosa com detector de massa (GC-MS) e HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência). 4) A coleta das amostras é realizada de acordo com Instrução de Trabalho (IT07.0101)				
Responsável Pela Análise:		Responsável Técnico:		Local e Data:
Farmacêutica- Bioquímica CRF 2283		Farmacêutica/Bioquímica CRF 1365		GOIÂNIA, 01/07/2013