



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

TESE DE DOUTORADO

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

Tese apresentada por:

CATIA ELIZA ZUFFO

BELÉM
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

Z94g Zuffo, Catia Eliza
Gestão integrada das águas em Rondônia. / Catia Eliza Zuffo;
Orientador: Francisco de Assis Matos de Abreu – 2010
xiii, 186 f. : il.
Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação
em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2010.

1. Recursos hídricos - Desenvolvimento - Aspectos ambientais-
Rondônia (RO). 2. Águas subterrâneas. 3. Planejamento em recursos
hídricos 4. Gestão em recursos hídricos. 5. Redes sociais. I.
Universidade Federal do Pará. II. Abreu, Francisco de Assis Matos
de, *orient.* III. Título.

CDD 20^a ed.: 333.910098175



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

TESE APRESENTADA POR

CATIA ELIZA ZUFFO

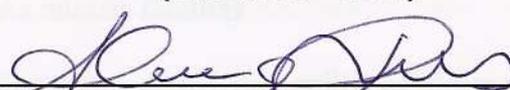
Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutora em
Ciências na Área de GEOLOGIA

Data de Aprovação: **30 /03 /2010**

Banca de Tese:



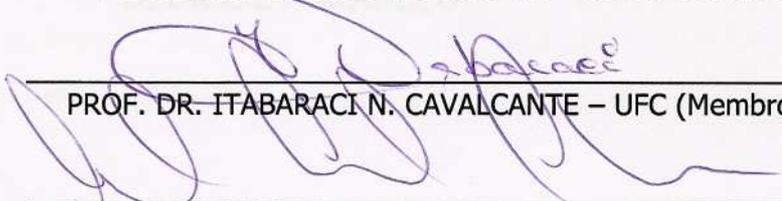
PROF. DR. FRANCISCO DE ASSIS MATOS DE ABREU
(Orientador - UFPA)



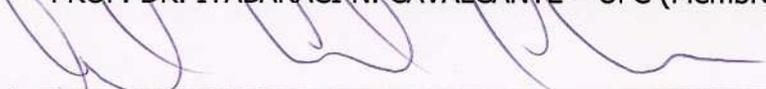
PROF.ª DR.ª ALINE M. DE LIMA – SEMA-PA (Membro)



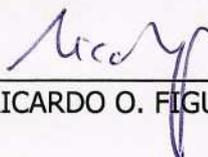
PROF. DR. ANTONIO CEZAR LEAL – UNESP (Membro)



PROF. DR. ITABARACI N. CAVALCANTE – UFC (Membro)



PROF. DR. MARCELO C. LISBOA COHEN – UFPA (Membro)



PROF. DR. RICARDO O. FIGUEIREDO – EMBRAPA (Membro)

Belém

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

Às minhas famílias

de sangue, de fé e de partilha de ideais e,
de modo particular, a meus pais, Demétrio e Cecília,
a meus amigos Cezar, Lia e Thaty -

DEDICO E AGRADEÇO!

AGRADECIMENTOS

DIVINO PAI ETERNO, agradeço-te pela minha vida, por minha fé e por cuidares de todas as minhas necessidades. Mesmo não vendo realizados alguns dos meus sonhos, em mim reside a certeza de que estás trabalhando comigo em cada um deles; muito obrigada por tudo. Amém!

Agradeço, de modo particular, às minhas maiores intercessoras, Mãezinha do Céu, Maria! e a sempre presente – mesmo fisicamente distante, mamãe Cecília, esta sempre acompanhada ou apoiada pelo paizão Demétrio.

Na pessoa da mana Jane e de seus familiares, agradeço o incentivo e as diversas formas de apoio de todos os demais parentes e amigos espalhados por diversos estados deste imenso Brasil; de modo particular, ao mano João, à Jacke, à Maria Morais, à Socorro, à Izabel, aos Srs. Zé e Raimundo e à Grasi – esta que fez um diferencial na elaboração dos mapas.

Aos então acadêmicos de Geografia da UNIR, hoje professores, que mais de perto conviveram comigo em diferentes momentos desta caminhada, em especial ao Osmair, ao Tavares, à Maria Helena, ao Gilvani, ao João Carlos, à Vera Lúcia e às de convívio mais recente, Elizabete e Cleuzenir.

Através da Zilda Klemz, da Julieta Cabral e do Nilton Daniel, agradeço o empenho de todos os participantes e colaboradores do ACQUA VIVA REDE UNIR, sejam pessoas ou instituições.

Ao Departamento de Geografia da UNIR, pelos vinte e quatro meses de liberação das atividades acadêmicas para dedicar-me a este curso de doutoramento.

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

À coordenação do curso do PPGG/UFPA e à CAPES, pela liberação de doze meses de bolsa de estudos e, às secretárias Gladys e Cleida, pelos costumeiros préstimos.

Aos professores do PPGG/UFPA, pelos conhecimentos partilhados, especialmente ao Prof. Itabaraci, ministrante da disciplina Hidrogeologia, e aos colegas, pela harmoniosa convivência.

Aos membros da banca de qualificação, pelas sugestões construtivas.

Ao Prof. Vaquera (in memoriam), pelo início da caminhada na compreensão dos cálculos estatísticos e, ao Prof. Gerson Flôres, que me auxiliou na conclusão desta etapa.

Aos revisores e demais colaboradores, em especial Bene, Vanda, Fábio e Laís Torres – o que “escapou” certamente foi fruto do meu cansaço.

Às instituições e às pessoas que colaboraram em eventos, cedendo informações ou outras formas de apoio.

Ao Prof. Matos, mais que um orientador - foi a mão estendida em um difícil recomeço, sempre de bom astral e mandando “a bola para frente”. Serei eternamente grata pela sua força.

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

(...) Doce Senhora de Nazaré, a ti consagro, agora, as minhas aspirações, meus projetos, meus sonhos, minha missão, minhas realizações, tudo que tenho e tudo o que sou. Consagro, também, todos os dias restantes de minha vida terrena, pedindo por eles tua intercessão e tua bênção materna, para que sejam dias serenos, cheios de paz e de muitas graças. (...)

Parte da oração de consagração à N. S^a. de Nazaré
Basílica Santuário de N. S^a. de Nazaré – Belém – PA

(março de 2006 – início do curso de doutoramento)

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
EPÍGRAFE.....	iv
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	4
1 – INTRODUÇÃO.....	7
1. Introdução.....	8
1.1 Localização e Contextualização da Área da Pesquisa.....	9
1.2 Problemática e Objetivos.....	18
1.3 Metodologias.....	20
1.4 Apresentação dos Capítulos.....	22
2 - RELAÇÕES ENTRE O BANCO DE DADOS DO SIAGAS E A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA.....	24
Catia Eliza Zuffo Itabaraci Nazareno Cavalcante Gerson Flôres Nascimento & Francisco de Assis Matos de Abreu <i>Submetido:</i> Pesquisas em Geociências – UFRGS	
Resumo.....	26
Abstract.....	26
1. Introdução.....	27
<i>1.1 Os Sistemas Hidrogeológicos de Rondônia.....</i>	<i>28</i>
2. Materiais e Métodos.....	31
3. Resultados e Discussões.....	32
4. Conclusões e Considerações.....	48
Agradecimentos.....	49
Referências.....	49

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

3 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA.....	52
Catia Eliza Zuffo Francisco de Assis Matos de Abreu Itabaraci Nazareno Cavalcante Gerson Flôres Nascimento <i>Submetido:</i> Revista do Instituto Geológico (SP)	
Resumo	54
Abstract.....	54
1 INTRODUÇÃO.....	55
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
3.1 Aptidão das águas subterrâneas para consumo humano.....	71
3.2 Aptidão das águas subterrâneas para a dessedentação de animais.....	71
3.3 Aptidão das águas subterrâneas para irrigação.....	73
4 CONCLUSÕES.....	73
5 AGRADECIMENTOS.....	74
6 REFERÊNCIAS.....	74
4 – CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA.....	78
Catia Eliza Zuffo Gerson Flôres Nascimento Francisco de Assis Matos de Abreu & Itabaraci Nazareno Cavalcante <i>Submetido:</i> Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ	
Resumo.....	80
Abstract.....	80
1 Introdução.....	81
2 Materiais e Métodos.....	85
3 Resultados e Discussões.....	88
3.1 Propriedades Físicas.....	89
3.2 Propriedades Químicas.....	93
3.3 Propriedades Bacteriológicas.....	98
3.4 Potabilidade.....	98

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

3.5 Índice de Qualidade de Água (IQA).....	99
4 Conclusões.....	100
5 Agradecimentos.....	102
6 Referências.....	102
5 - PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão.....	106
Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu <i>Aceito:</i> Livro do Mestrado em Geografia – UNIR	
INTRODUÇÃO.....	108
PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	109
ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO -RO.....	111
Meio Físico da Bacia do Igarapé Tapado.....	113
Meio Biótico.....	118
Meio Sócio Econômico e Cultural.....	119
Zonas Propostas para a Bacia do Igarapé Tapado.....	124
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
AGRADECIMENTOS.....	128
REFERÊNCIAS.....	128
6 - GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.....	130
Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu <i>Submetido:</i> FORMAÇÃO - Revista da Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP Presidente Prudente	
Resumo.....	132
Resumen.....	132
Abstract.....	132
1. INTRODUÇÃO.....	133
2. POLÍTICAS PÚBLICAS E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	133

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

3. POLÍTICA E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM RONDÔNIA.....	139
4. COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM RONDÔNIA: AÇÕES E PROPOSTAS.....	144
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	155
6. AGRADECIMENTOS.....	155
7. REFERÊNCIAS.....	155
7 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR.....	159
Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu <i>Submetido:</i> REMEA - Revista do Mestrado em Educação Ambiental da FURG	
Resumo.....	161
Abstract.....	161
Introdução.....	162
Educação Ambiental e Mobilização Social para a Gestão Participativa das Águas.....	163
A Formação do Acqua Viva Rede UNIR.....	168
A Atuação do Acqua Viva Rede UNIR.....	174
Considerações Finais.....	180
Agradecimentos.....	181
Referências.....	181
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	183
8.1 Conclusões e Recomendações.....	184
8.2 Referências	185

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

1 – INTRODUÇÃO

Figura 1 – Divisão Municipal do Estado de Rondônia.....	11
---	----

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

Figura 2 – Bacias Hidrográficas de Rondônia.....	13
Figura 3 – Distribuição Pluviométrica no Estado de Rondônia.....	15
Figura 4 – Geologia do Estado de Rondônia.....	17
Figura 5 – As Águas Subterrâneas no Estado de Rondônia.....	19

3 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem das águas subterrâneas no estado de Rondônia, segundo o ZSEE (1998).....	60
--	----

4 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem das águas superficiais no estado de Rondônia, segundo o ZSEE (1998).....	86
Figura 2 - Valores médios de OD, DBO ₅ e DBQ na campanha 2.....	94
Figura 3 - Índice de qualidade de água das localidades 1 a 16.....	100

5 - PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão

Figura 1 – Mapa Plani-Altimétrico, de situação e levantamentos de campo na Bacia Hidrográfica do Igarapé Tapado – RO.....	112
Figura 2 – Mapa de uso da terra e zoneamento da Bacia Hidrográfica do Igarapé Tapado – RO.....	125

6 - GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Figura 1 – Divisão Hidrográfica do Estado de Rondônia.....	143
Figura 2 – Proposta para formação de Comitês de Bacias Hidrográficas no Estado de Rondônia.....	150

7 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR

Figura 1 – Centros de Difusão do Acqua Viva Rede Unir – Pelas Águas de Rondônia.....	171
Figura 2 – Exposição de mudas para recomposição das Matas Ciliares em Porto Velho – RO.....	176

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

Figura 3 – Debate durante o curso DIFrh.....	176
Figura 4 – Vista parcial da apresentação do trabalho sobre o Zoneamento Ambiental da Bacia do Igarapé Tapado – RESEX Rio Ouro Preto – Guajará-Mirim-RO.....	176
Figura 5 – Abertura do Encontro Público Estadual – PNRH, Semana C&T e IV Encontro Estadual do Acqua Viva Rede UNIR, em Porto Velho – RO.....	176
Figura 6 – Encontro das Bacias Hidrográficas dos Rios Alto e Médio Machado e Alto Roosevelt – RO, na Câmara Municipal de Pimenta Bueno.....	179
Figura 7 – Encontro das Bacias Hidrográficas dos Rios Jarú, Baixo Machado e Jamari – RO, no colégio Capitão Silvio de Farias em Jarú.....	179
Figura 8 – Encontro das Bacias Hidrográficas dos Rios Branco e Colorado, em auditório da Secretaria Municipal de Educação de Alta Floresta do Oeste.....	179
Figura 9 – Representantes de Serigüeiras, São Miguel e São Francisco eleitos como Diretoria para a instalação do CBH-Rio São Miguel-RO, e a coord. do Acqua, na Escola Osvaldo Piana em Serigüeiras.....	179

GRÁFICOS

2 - RELAÇÕES ENTRE O BANCO DE DADOS DO SIAGAS E A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA

Gráfico 1. Box plot dos dados de profundidade (m) dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	36
Gráfico 2. Box plot dos dados de nível estático (m) dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	38
Gráfico 3. Box plot dos dados de vazão de estabilidade (m ³ /h) dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	41
Gráfico 4. Média de Profundidade (m) dos poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	43
Gráfico 5. Média do nível estático (m) dos poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	44
Gráfico 6. Média da vazão de estabilidade (m ³ /h) dos poços dos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	46

QUADROS

3 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA

Quadro 1 - Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Abunã.....	57
Quadro 2 - Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Madeira.....	58
Quadro 3 - Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Jamari.....	58
Quadro 4 - Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Machado.....	59

4 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA

Quadro 1 - Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Mamoré.....	82
Quadro 2 - Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Madeira.....	83
Quadro 3 - Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Jamari.....	84
Quadro 4 - Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Machado.....	84
Quadro 5 - Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Guaporé.....	85
Quadro 6 - Relação das localidades amostradas nas campanhas 1, 2 e 3.....	88
Quadro 7 - Relação das localidades acrescentadas para amostragem nas campanhas 2 e 3.....	88
Quadro 8 - Variação da temperatura da água em bacias hidrográficas de Rondônia.....	90
Quadro 9 - Valores médios de pH em bacias hidrográficas de Rondônia.....	92
Quadro 10 - Propriedades com distribuição normal por bacia hidrográfica.....	96
Quadro 11 - Limites para potabilidade de água para consumo humano.....	99

5 - PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão

Quadro 1 - Caracterização das zonas identificadas na bacia do Igarapé Tapado – RO.....	126
--	-----

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

6 - GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Quadro 1. Proposta para formação de Comitês de Bacias Hidrográficas no Estado de Rondônia: áreas de atuação e características principais.....	151
---	-----

7 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR

Quadro 1 - Caracterização dos Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR.....	173
Quadro 2 – Principais Ações na Pesquisa e Extensão do Grupo Acqua Viva – UNIR e do Acqua Viva Rede UNIR – 2000 a 2009.....	178

TABELAS

2 - RELAÇÕES ENTRE O BANCO DE DADOS DO SIAGAS E A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA

Tabela 1. Poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.....	33
Tabela 2. Poços cadastrados por aquífero no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.....	34
Tabela 3. Poços cadastrados por tipo de aquífero no SIAGAS em Rondônia de 1997 a 2006.....	34
Tabela 4. Estatística dos dados de profundidade (m) dos poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1997 a 2006.....	35
Tabela 5. Estatística dos dados de nível estático (m) de poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.....	37
Tabela 6. Descrição estatística dos dados de vazão (m ³ /h) dos poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.....	39
Tabela 7. Cenário de oferta (2006) e demanda (2015) de água (m ³ /h) no perímetro urbano dos municípios de Guajará-Mirim, Porto Velho, Ariquemes, Ji-Paraná e Vilhena em Rondônia.....	40
Tabela 8. Estatística dos dados de profundidade (m) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	42
Tabela 9. Estatística dos dados de nível estático (m) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	44
Tabela 10. Estatística dos dados de vazão de estabilidade (m ³ /h) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	46
Tabela 11. Situação operacional dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	47

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA

Tabela 12. Uso da água dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.....	48
---	----

3 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA

Tabela 1: Distribuição de pontos de amostragem com determinações físicas.....	61
Tabela 2: Distribuição de pontos de amostragem com determinações químicas.....	62
Tabela 3: Distribuição de pontos de amostragem com exames bacteriológicos.....	62
Tabela 4: Valores médios de propriedades físicas.....	63
Tabela 5: Parâmetros médios bacteriológicos nas bacias estudadas.....	65
Tabela 6: Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias estudadas.....	68
Tabela 7: Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias dos rios Madeira, Jamari e Machado.....	69
Tabela 8: Valores de nitrato (mg/l) em amostras de água de poços na bacia hidrográfica do rio Madeira de 2002 até 2007.....	70
Tabela 9: Limites para potabilidade das águas subterrâneas.....	71
Tabela 10: Limites de STD nas águas subterrâneas para uso em pecuária.....	72
Tabela 11: Limites de STD nas águas subterrâneas para consumo animal.....	72
Tabela 12: Limites de parâmetros nas águas subterrâneas para irrigação.....	73

4 - CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA

Tabela 1 Quantidade de amostras coletadas.....	89
Tabela 2 Temperatura da água nas bacias hidrográficas estudadas.....	90
Tabela 3 Valores médios de propriedades físicas nas bacias hidrográficas estudadas.....	93
Tabela 4 Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias estudadas.....	97
Tabela 5 Valores médios de propriedades bacteriológica nas bacias hidrográficas estudadas.....	98
Tabela 6 Valores médios de IQA das campanhas por bacia hidrográfica.....	100

RESUMO

A situação das águas em Rondônia, os desafios para sua gestão e, notadamente, para a mobilização social em sua defesa é o foco principal desta tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, da Universidade Federal do Pará, PPGG/UFPA.

Em sintonia com a Linha de Pesquisa em “Gestão de Recursos Hídricos”, do PPGG, os principais **objetivos** da pesquisa buscaram: acompanhar, registrar e analisar o processo de implementação da política e do sistema de gerenciamento de recursos hídricos de Rondônia; contribuir para o avanço desse processo por meio da realização de estudos sobre hidrogeologia, qualidade das águas subterrâneas e superficiais; pôr em prática alguns dos principais pressupostos de gestão das águas no Brasil, na atualidade, quais sejam o planejamento por bacia hidrográfica e a educação ambiental.

A pesquisa foi realizada tendo como base a seguinte **hipótese**: a gestão integrada das águas em Rondônia, a exemplo de outros estados da Amazônia, ainda está em situação deficiente ou inexistente em razão de problemas estruturais no arranjo administrativo das unidades federativas; da não implantação de instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos; da cultura da abundância e do desperdício; e, ainda, da execução de ações antrópicas sem o necessário respaldo de pesquisa e de análise consistente de dados e informações sobre as águas, nas suas variadas formas de ocorrência.

Entre os caminhos para superar a situação atual estão: a aplicação dos instrumentos de gestão por bacias hidrográficas, a formulação dos planos de bacias e a valorização da mobilização social, chegando-se à constituição de colegiados, tais como os comitês de bacias hidrográficas, importantes *fori* para debates com vistas a se viabilizar as condições para que seja possível um desenvolvimento regional sustentável, o que evidencia que a gestão integrada das águas depende de conhecimento técnico-científico, estrutura administrativa, legislação compatível e mobilização da sociedade para delas bem cuidar.

A **metodologia** empregada compreendeu estudos e ações enfocando o meio físico, aspecto socioeconômico do uso da terra, das águas subterrâneas e superficiais, juntamente com a

experiência de aplicação de planejamento por bacia hidrográfica - unidade de gestão dos recursos hídricos - e de educação ambiental como instrumento de mobilização social, através do Acqua Viva Rede UNIR – pelas Águas de Rondônia, buscando-se contribuir para a gestão integrada das águas Rondonienses.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu a ponderação sobre o **estado atual de conhecimento** de temas distintos, porém complementares entre si. O formato escolhido para apresentar os estudos, as ações e os resultados da tese foi o da preparação e submissão de artigos a veículos reconhecidos de difusão técnico-científica, conforme o seguinte arranjo:

Nos artigos 1 e 2, abordam-se aspectos ligados às águas subterrâneas:

- 1) A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA E SUAS RELAÇÕES COM O BANCO DE DADOS DO SIAGAS (Zuffo et al. submetido à revista on-line *Pesquisas em Geociências* da UFRGS);
- 2) CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA (Zuffo et al. submetido à revista on-line do *Instituto Geológico - SP*);

Nos artigos 3 e 4 são apresentados aspectos ligados às águas superficiais:

- 3) CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA (Zuffo et al. submetido à revista on-line *Anuário do Instituto de Geociências* da UFRJ);
- 4) PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - artigo científico aceito para publicação em livro do Programa de *Mestrado em Geografia* da UNIR).

A gestão das águas e a educação ambiental são o foco dos artigos 5 e 6:

- 5) GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - submetido à *Formação* - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP Presidente Prudente).
- 6) EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - Submetido à *Remea* - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental da FURG).

Dessa forma, esses artigos compõem um todo integrado, sendo que cada um deles, individualmente, é apresentado de forma completa, compreendendo materiais e métodos que foram utilizados, bem como os resultados, discussões e referências bibliográficas.

Assim, os resultados constantes nesses artigos trazem subsídios, com o intuito de melhorar a gestão das águas em Rondônia e de promover o desenvolvimento em bases efetivamente sustentáveis.

ABSTRACT

The situation of waters in Rondônia, the challenges for their management and, notably, for the social mobilization in their defense are the main focus of this thesis which was presented to the Geology and Geochemistry Post Graduation Program, of the Federal University of Pará, PPGG/UFGPA.

In tune with the Research Line in “Hydric Resources Management”, from PPGG, the main objectives of the research were meant to: follow, register and analyze the process the policies implementation process and the system of management of hydric resources of Rondônia; contribute for the advance of this process through the accomplishment of studies on hydrogeology, underground and superficial water quality; put into practice some of the main pressupositions in water management in Brazil, at present time, which are the planning for hydrographic basin and the environmental education.

The research was carried through based on the following hypothesis: the integrated water management in Rondônia, just like other states in the Amazon, is in a deficient or nonexisting situation idue to structural problems in the federative units administrative arrangement; the lack of management tools foreseen by Hydric Resource National Policies; the abundance and wastefulness culture; and, still, the execution of anthropic actions without the necessary research endorsement or consistent Waters data analysis, in their varied occurrence forms.

Among the ways to go through the current situation are: management tool application by hydrographic basins, basin plan formulation and social mobilization valuation, getting to the constitution of collegiates, such as the hydrographic basin committees, important *fori* for debates in order to provide conditions to support sustainable regional development, what make it evident that integrated waters management depends on technical-scientific knowledge, administrative structure, compatible legislation and society mobilization to take good care of them.

The employed methodology embodied studies and action focusing the physical environment, socioeconomic aspect of land use, underground and superficial waters, allied to the hidrographic basin planning application experience – hydric resource management unit - and

environmental education as an instrument of social mobilization, through the Alive Acqua Viva Rede UNIR - for Waters of Rondônia, searching to contribute for the integrated management of Rondonian waters.

The development of this work allowed the balance on the current state of knowledge on distinct subjects, even though they are complementary among themselves. The format chosen to present the thesis studies, actions and results was the preparation and submission of articles to recognized technical-scientific diffusion means, according to the following arrangement:

In articles 1 and 2, aspects linked to underground waters are approached:

- 1) RONDÔNIA'S HYDROGEOLOGIC NATURE AND ITS RELATIONS WITH SIAGAS DATA BASE (Zuffo et al. submitted to the on-line magazine *Pesquisas em Geociências* from UFRGS);
- 2) UNDERGROUND WATERS QUALITY CHARACTERIZATION IN RONDÔNIA (Zuffo et al. submitted to the on-line magazine of the *Institute Geológico - SP*);

In articles 3 and 4 aspects linked to superficial waters are presented:

- 3) SUPERFICIAL WATERS QUALITY CHARACTERIZATION IN RONDÔNIA (Zuffo et al. submitted to the on-line magazine *Yearbook of the Institute of Geociências* of UFRJ);
- 4) PLANNING AND ENVIRONMENTAL ZONING OF THE TAPADO IGARAPÉ BASIN - RONDÔNIA: a contribution to its management (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - scientific article accepted for publication in a book of the Master's Degree Program in Geography at UNIR).

Waters management and environmental education are the focus of articles 5 and 6:

- 5) SHARED WATERS MANAGEMENT RONDÔNIA: action and proposals for the formation of the Hydrographic Basin Committees (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - submitted to *Formação* – Electronic, magazine of the Post-Graduation Program in Geography of the FCT-UNESP Presidente Prudente).
- 6) ENVIRONMENTAL EDUCATION AND WATERS MANAGEMENT IN RONDÔNIA: performance of ACQUA VIVA REDE UNIR (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - Submitted the *Remea* - Electronic magazine of the Master's degree in Environmental Education of FURG).

So, these articles compose an integrated whole, each one of them, individually, is presented in a complete form, comprising materials and methods which were used, as well as the results, discussions and bibliographical references.

Thus, the constant results in these articles bring subsidies meant to improve the Waters management in Rondônia and to promote development in effectively sustainable bases

CAPÍTULO – 1

INTRODUÇÃO

1. Introdução

O desenvolvimento sustentável constitui a utopia a ser construída coletivamente, mediante mudança cultural que garanta maior cuidado, entre outros, com as florestas, com a população e, principalmente, no caso deste estudo, com as águas. Nas águas estão as marcas das ações humanas, influenciando em sua disponibilidade, em quantidade e qualidade, como por exemplo: poços contaminados, rios degradados e águas poluídas, indicadores muito claros de problemas decorrentes da insustentabilidade do modelo de desenvolvimento baseado no lucro e na apropriação da natureza a qualquer preço e custo.

Essa mudança cultural deverá estar embasada na Educação Ambiental, que constitui um dos pilares da atuação profissional e acadêmica da autora desta tese, junto à Universidade Federal de Rondônia - UNIR. Nesse sentido, com formação inicial em Geografia, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava – FAFIG, atual Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO, bem como as especializações realizadas em Análise Ambiental pela Universidade Federal do Paraná – UFPR e Gestão Hídrica Integrada pela Universidade Federal do Pará – UFPA e, de modo particular, os cursos de mestrado em Geociências e Meio Ambiente, na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Campus de Rio Claro, e doutorado em Geologia e Geoquímica, no Instituto de Geociências da UFPA, possibilitaram compreender a necessidade de conhecimentos aprofundados sobre a Natureza, sua dinâmica e processos, para que se possa respeitá-la e conviver em harmonia, produzindo e consumindo com responsabilidade social e ambiental.

Assim, no intuito de contribuir para os estudos sobre a situação das águas em Rondônia, para o enfrentamento dos desafios da sua gestão e, notadamente, para a mobilização social em sua defesa é que se propôs esta pesquisa, em nível de doutorado, junto ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica - PPGG, Sub-Área Hidrogeologia – Linha de Pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos no Instituto de Geociências da UFPA.

Ao longo da pesquisa de doutoramento, procurou-se aprofundar e gerar conhecimentos sobre as águas em Rondônia, a exemplo das questões ligadas à hidrogeologia e qualidade das águas – subterrâneas e superficiais.

Ao mesmo tempo, compartilhava-se esse conhecimento em diversas atividades do Programa Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia, constituindo um amplo processo de mobilização social de Cidadania pelas Águas.

Essa mobilização foi o indutor da pesquisa de doutoramento, pois sempre considerou-se que as atividades de pesquisa deveriam estar sintonizadas com as atividades de ensino e, principalmente, de extensão universitária.

Dessa forma, os conhecimentos gerados e sistematizados na pesquisa de doutoramento foram sendo progressivamente incorporados nas demais atividades, ao mesmo tempo em que se recebiam importantes questionamentos e contribuições de alunos dos cursos de graduação, extensão e dos membros dos Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR, como demonstrado nos capítulos 6 e 7 desta tese (através de artigos sobre gestão por bacias hidrográficas e educação ambiental, com enfoque em recursos hídricos).

Nessas ações, tinha-se como foco contribuir para a gestão integrada das águas em Rondônia, processo em andamento ao longo dos últimos anos, em sintonia com a implantação do novo modelo de gerenciamento de recursos hídricos do Brasil, baseado no sistema participativo, descentralizado e integrado; ressaltando-se que, há especificidades que tornam a gestão das águas em Rondônia um processo diferenciado.

1.1 Localização e Contextualização da Área da Pesquisa

O Estado de Rondônia está inserido na frente desenvolvimentista da Região Amazônica, o que significa estar no contexto do “Arco de Fogo” de destruição da floresta, de avanço do sistema produtivo agropecuário, resultando em problemas sociais e ambientais como a destruição de áreas florestadas, contaminação de poços e assoreamento de rios.

Rondônia também está no centro do debate sobre sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico e social no país e no mundo, notadamente, no momento em que se acirram os ânimos em torno do aquecimento global, como aconteceu recentemente em Conhepague.

Assim, foi necessária uma melhor compreensão da localização e das características do Estado de Rondônia que, direta ou indiretamente, influem na gestão das águas e na proteção do meio ambiente, no contexto de sua sustentabilidade. Dessa forma, apresenta-se a seguir, além da

sua localização, uma síntese de aspectos gerais do quadro natural do estado de Rondônia, com mapas temáticos, no sentido de subsidiar o entendimento do contexto em que está inserida esta pesquisa.

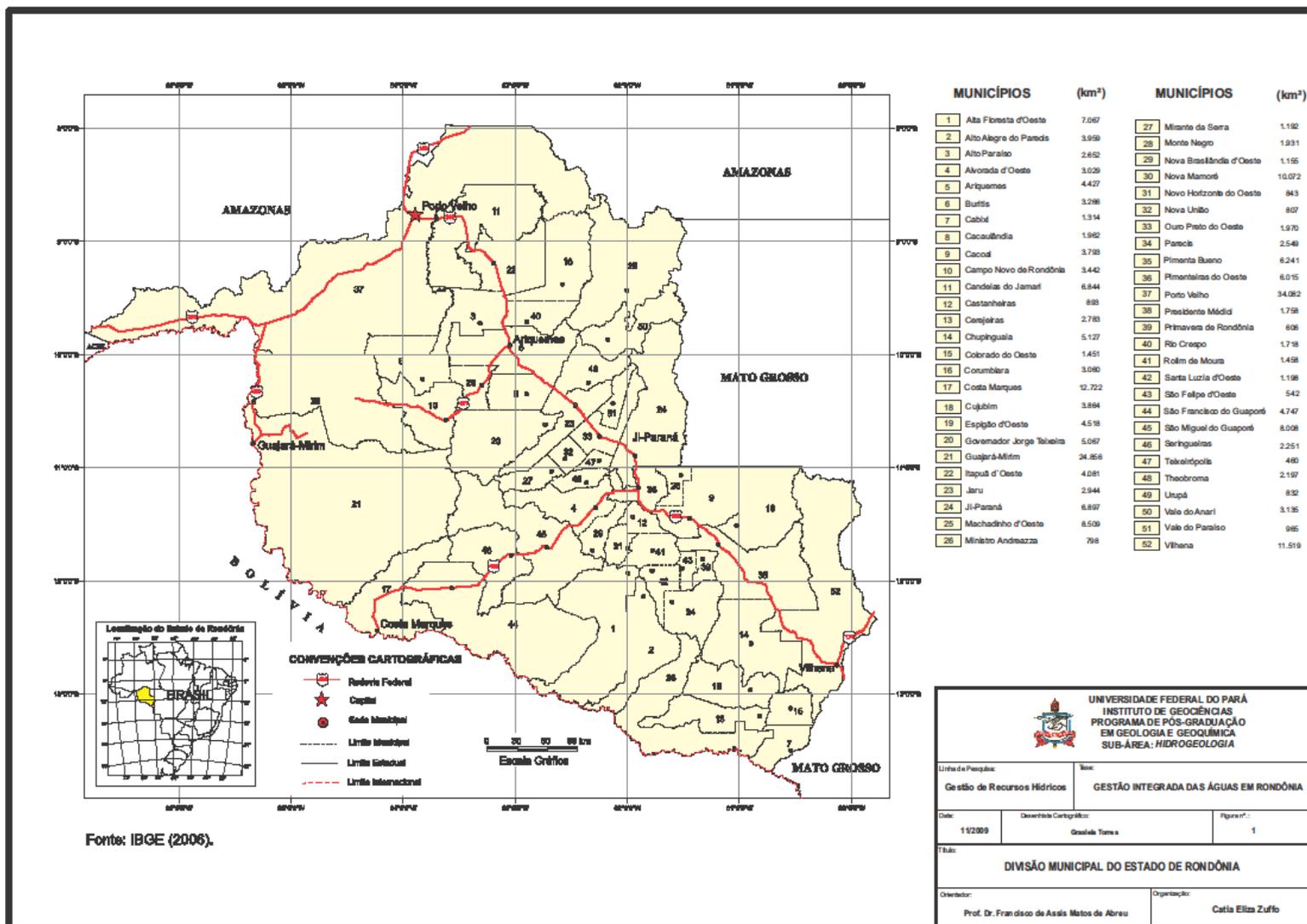
Na Figura 1, visualiza-se a posição geográfica do Estado e a respectiva divisão municipal.

Rondônia está inserido na região Norte do Brasil, no contexto da Amazônia ocidental brasileira. Limita-se ao norte com o estado do Amazonas, ao sul com a República da Bolívia, a leste com o estado de Mato Grosso, a oeste com a República da Bolívia e o estado do Acre. Sua área é de 238.512,80 km² (SEDAM, 2002), situando-se entre as coordenadas 07° 58' e 13° 43' de latitude Sul e 59° 50' e 66° 48' e a Oeste de Greenwich.

A principal via de acesso terrestre é a rodovia BR 364, a qual constitui um eixo de indução à ocupação do território e à formação dos municípios e corta o Estado na direção NW-SE. Atualmente, Rondônia possui 52 municípios (Figura 1), destacando-se: Porto Velho, capital do Estado; Ji-Paraná, como o grande polo da região central, Vilhena, portal de entrada do Estado e sede regional do chamado *cone sul*, Ariquemes, polo do vale do Jamari; Costa Marques, conhecida cidade do vale do Guaporé e Guajará-Mirim, tradicional cidade do vale do Mamoré.

Uma das principais características da localização de Rondônia, facilmente associada no imaginário da população, é a presença das florestas e das águas, ou melhor, muitas florestas e muitas águas.

A hidrografia do estado tem como característica principal compor, tanto a Bacia Hidrográfica do rio Amazonas como a Região Hidrográfica Amazônica – termo utilizado pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. A bacia do rio Amazonas é a mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, com área total de 6.110.000 km², estendendo-se desde as nascentes nos Andes Peruanos até sua foz no Oceano Atlântico, sendo 63% desse total inseridos no território brasileiro (ANA, 2010) e abrangendo também parte do território dos seguintes países da América do Sul: Colômbia, Bolívia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela.



A Agência Nacional de Águas - ANA (2010) expõe que a Região Hidrográfica Amazônica:

é constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte (Resolução CNRH n° 32, de 15 de outubro de 2003), perfazendo um total de 3.870.000 km².

O Solimões/Amazonas é o rio principal da bacia, com uma extensão superior a 6.000 km, apresentando a maior descarga de água doce lançada nos oceanos.

A vazão média de longo período estimada do rio Amazonas é da ordem de 108.982 m³/s (68 % do total do País). A porção brasileira apresenta uma área da ordem de 3.843.402 km², compartilhada por sete estados (100% do Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia e Roraima, 76,2% do Pará e 67,8% do Mato Grosso (MMA, 2006).

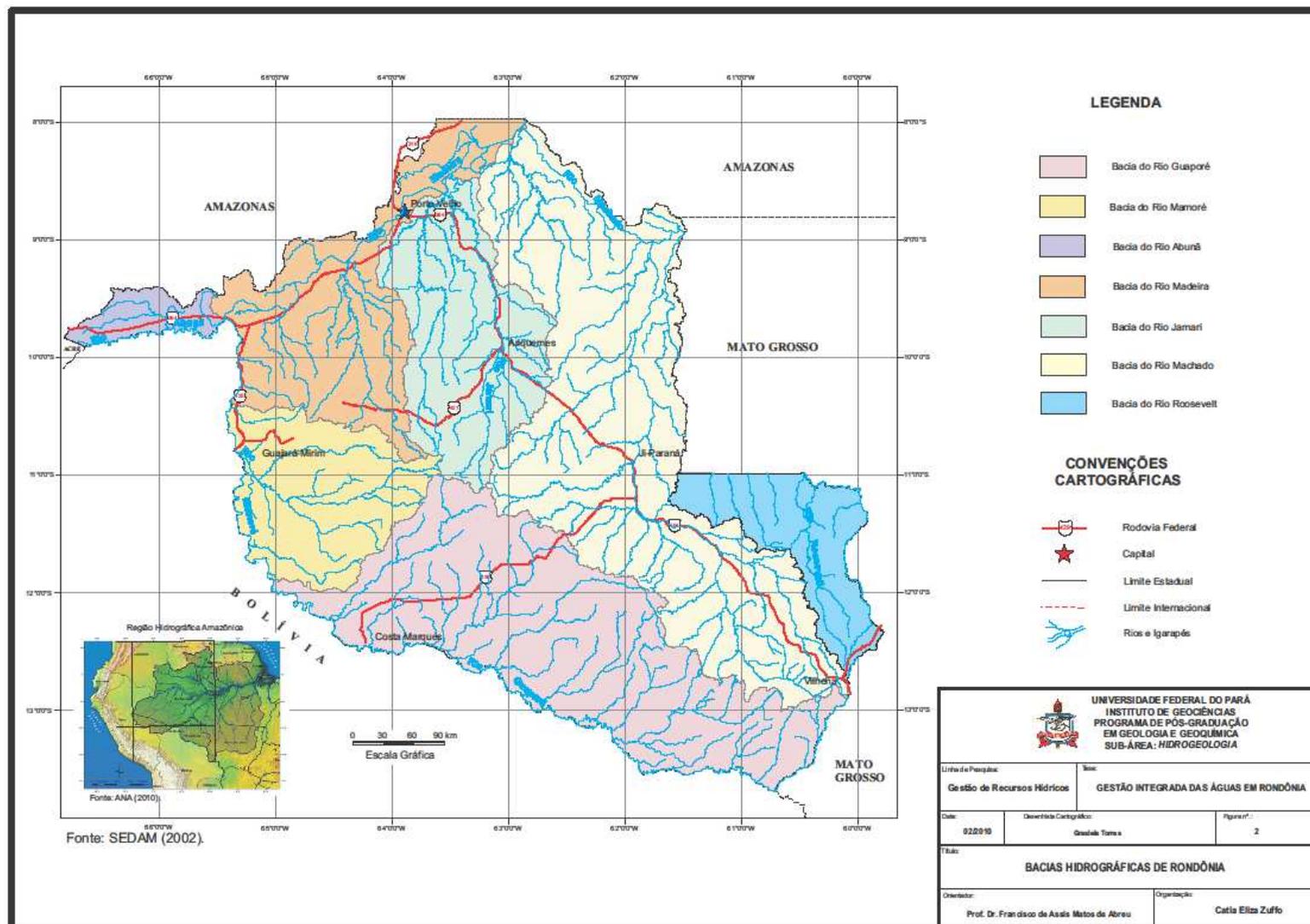
Nesse contexto, em relação aos recursos hídricos, a ANA (2010) apresenta as seguintes informações

As maiores demandas pelo uso da água na região ocorrem nas sub-bacias dos rios Madeira, Tapajós e Negro, e correspondem ao uso para irrigação (39% da demanda total). A demanda urbana representa 17% da demanda da região (11 m³/s).

Um dos principais afluentes do Rio Amazonas pela margem direita é o Rio Madeira, para onde fluem todos os cursos de água do estado de Rondônia, como pode ser visualizado na Figura 2.

Zuffo & Silva (2002) apresentam de forma detalhada, o caminho das águas superficiais, destacando que em limite internacional com o território rondoniense, o rio Guaporé deságua no rio Mamoré e este, mais adiante, junta-se com o rio Beni – ambos oriundos dos planaltos andinos e formam o rio Madeira.

Os principais afluentes do rio Madeira, ainda dentro dos limites geográficos rondoniense são: pela margem direita, o rio Abunã e pela margem esquerda, os rios Jamari e Machado, os quais, juntamente com o Guaporé e Mamoré (SEDAM, 2002), levaram à denominação das principais bacias estaduais, apresentadas na Figura 2, e de forma mais detalhada no artigo sobre Gestão por Bacias Hidrográficas – onde também são mencionados alguns dos principais municípios com influência regional, formas de ocupação que, em muitos casos, geraram um significativo avanço do desmatamento, com destaques na produção agropecuária e que, de certo modo, levaram à criação e adensamento de novos municípios nas áreas mais antropizadas – notadamente ao longo da BR 364 e, mais recentemente, das demais rodovias.

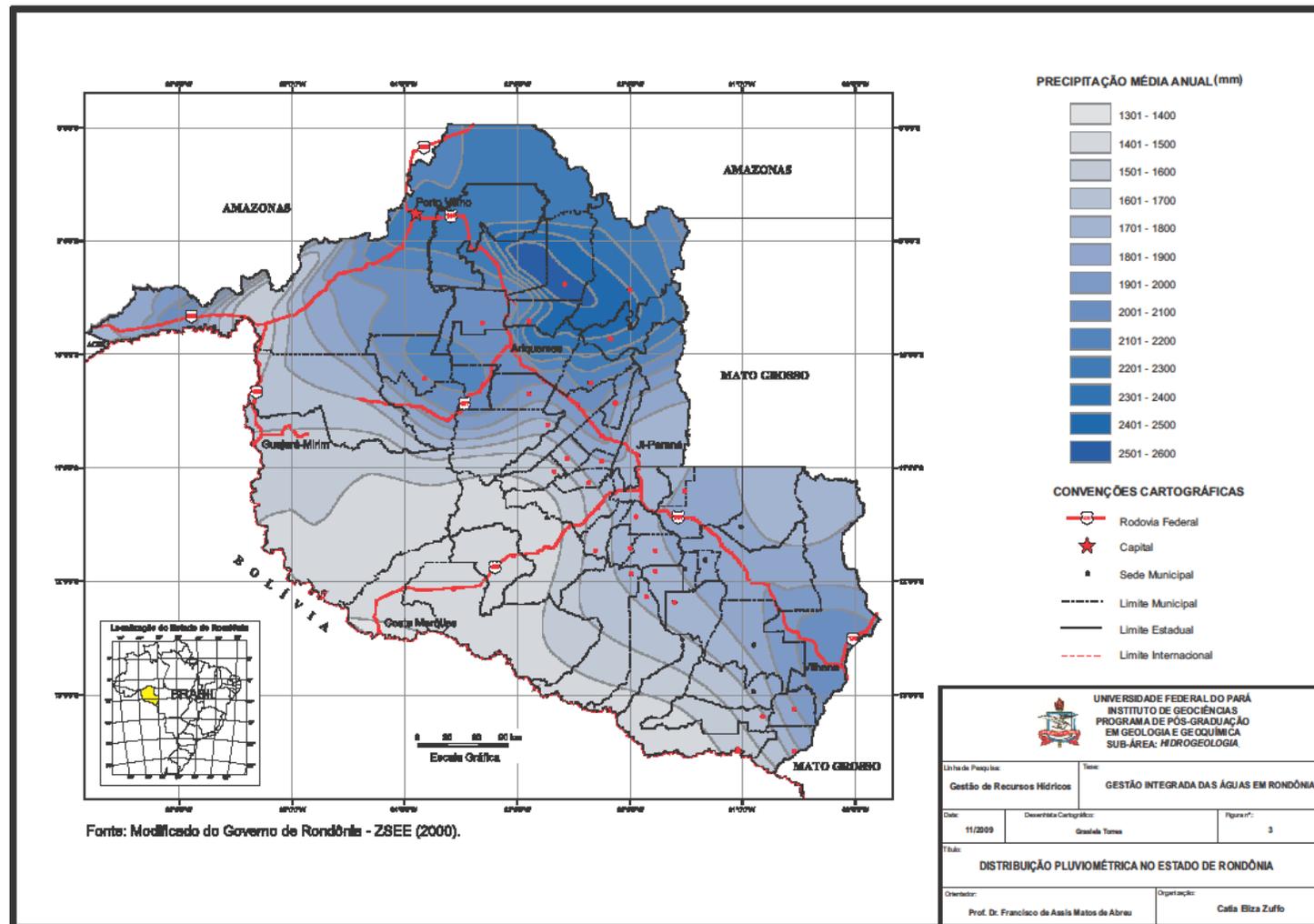


Vale salientar que, no artigo supra mencionado, também são apresentados detalhes em que a área denominada, na Figura 2, de bacia do rio Madeira, representa seis sub-bacias compostas de pequenos afluentes e da calha fluvial do próprio rio Madeira, bem como da bacia do rio Roosevelt, representada por três sub-bacias do seu alto curso (SEDAM, 2002), que, ao juntarem-se com outros rios dos estados de Mato Grosso e Amazonas, fora da delimitação estadual de Rondônia, formam o rio Aripuanã, principal tributário do rio Madeira, em Território Brasileiro.

As águas superficiais de Rondônia estão em estreita sintonia com o que acontece no clima, tanto em termos de precipitações quanto pelo degelo andino que influencia as vazões dos formadores do rio Madeira, o que torna relevante apresentar a distribuição pluviométrica no Estado, com precipitação média anual variando, através de 13 subdivisões propostas pelo ZSEE (2000), variando de 1301 mm, no vale do Guaporé, a 2600 mm, no município de Cujubim e entorno ao norte do Estado (Figura 3).

A SEDAM (2006) classifica o clima do Estado de Rondônia como Tropical Quente e Úmido “com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna” e média anual da temperatura do ar entre 24 e 26°C, sendo que o máximo pluviométrico acontece de dezembro a março e “um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês”, principalmente entre os meses de junho, julho e agosto, com reflexos na sazonalidade do escoamento superficial, pois a cheia dos rios ocorre “predominantemente entre fevereiro e abril, e a vazante entre setembro e novembro”, conforme Zuffo & Silva (2002).

A precipitação pluviométrica também está em estreita interação com as águas subterrâneas, tendo em vista que a água meteórica (especialmente de chuva) é sem dúvida a mais importante origem das águas subterrâneas, as quais constitui aproximadamente “97% dos estoques de água doce que ocorrem no estado líquido nos continentes” (REBOUÇAS, 2006), decorrentes da infiltração de parte das águas atmosféricas que caem sobre as terras emersas, preenchendo poros, fraturas, fissuras e outras formas de vazios das rochas, constituindo seu mecanismo de recarga.



Cabral et al (2001), ao tratarem da interação das águas superficiais com as águas subterrâneas, salientam que uma das formas de interação acontece durante as chuvas, pois uma parte do volume precipitado escoar pela superfície e outra parte penetra no solo através da infiltração.

Rios e lagos podem alimentar ou serem alimentados pela água dos aquíferos. Quando o rio ou lago recarrega o lençol subterrâneo, diz-se que o rio é influente. Quando o rio recebe recarga originada do lençol subterrâneo dizemos que o rio é efluente.

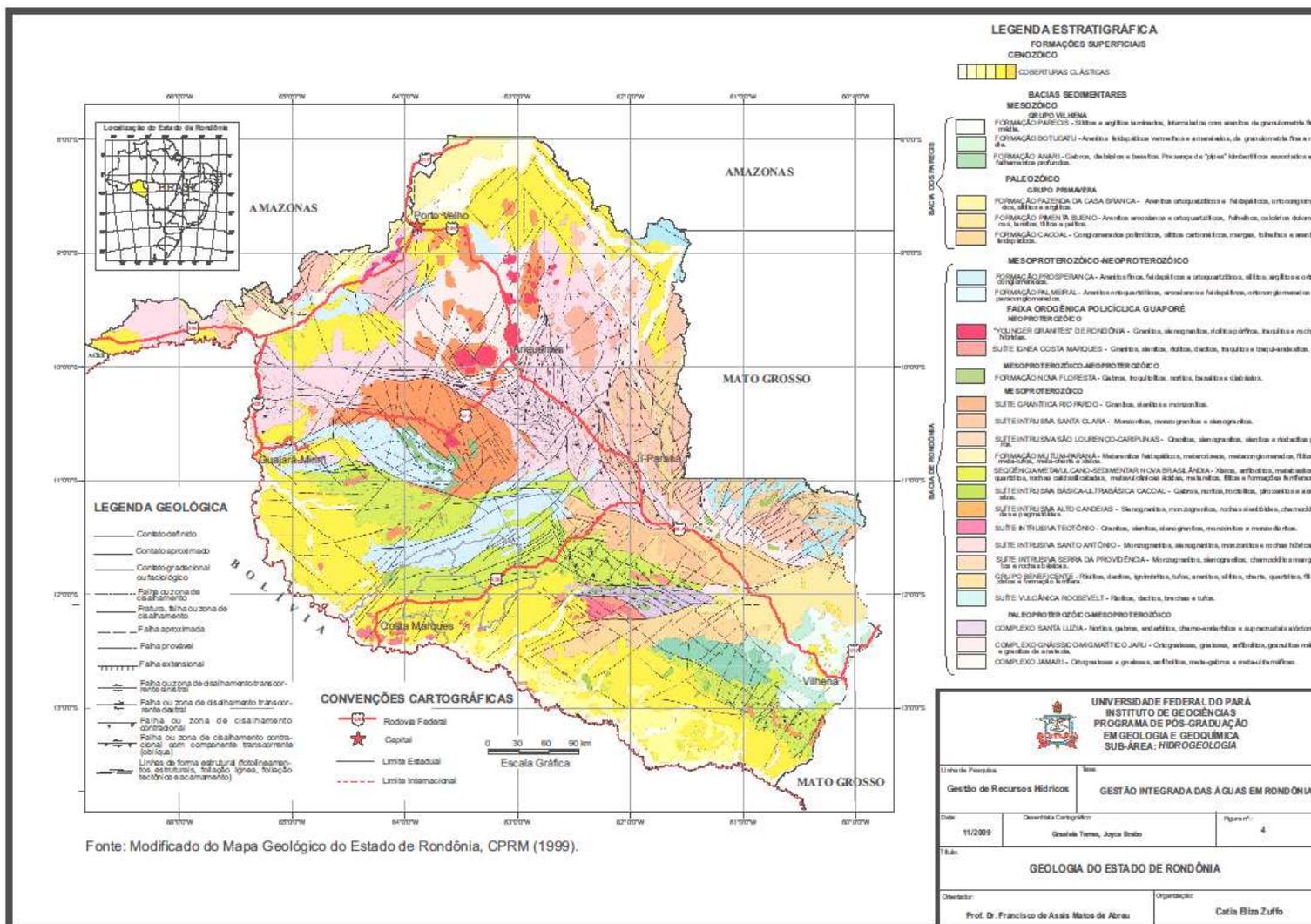
Destaca-se que a hidrografia foi um dos fundamentos para a seleção dos municípios onde foram implantados gradativamente os núcleos do Acqua Viva Rede UNIR, apresentados detalhadamente no artigo sobre a educação ambiental com enfoque em recursos hídricos.

Nos trabalhos educativos, teve-se como uma das principais preocupações abordar as características das águas superficiais de Rondônia, notadamente sobre sua qualidade. Assim, na pesquisa de doutoramento foi direcionada uma abordagem específica sobre o tema, a qual compõe o artigo sobre a questão da qualidade da água superficial em Rondônia.

Para a abordagem das águas subterrâneas, objeto de artigos específicos nesta tese (Relações entre o banco de dados do SIAGAS e a natureza dos Sistemas Hidrogeológicos de Rondônia e Caracterização da Qualidade de Águas Subterrâneas em Rondônia), é fundamental destacar alguns aspectos básicos da geologia do Estado de Rondônia.

Como pode ser observado na Figura 4, a legenda estratigráfica apresenta 6 subdivisões de formações superficiais do Cenozóico e duas bacias sedimentares. As coberturas clásticas do Cenozóico destacam-se no Baixo Rio Machado e, especialmente, ao longo do vale dos rios Guaporé, Mamoré e Madeira. Estes últimos, estudados por Souza Filho *et al* (1999), divididos em três compartimentos distintos em função das evidências de atividades neotectônicas nesse sistema fluvial.

A bacia sedimentar dos Parecis apresenta 6 subdivisões entre o Paleozóico e o Mesozóico e a bacia de Rondônia, 20 subdivisões, a qual constitui o embasamento antigo que está relacionado à ocorrência de jazidas, especialmente de minerais metálicos. Em relação aos recursos minerais, “destacam-se os depósitos de ouro, estanho, ferro e manganês que constituem 85% do total dos recursos do Estado de Rondônia” (SCANDOLARA, 2002).



As informações contidas nas figuras anteriores propiciam uma melhor compreensão das águas subterrâneas no Estado de Rondônia (Figura 5), cujas características gerais dos sete tipos de aquíferos são abordadas em artigo do capítulo 2 (Relações entre o banco de dados do SIAGAS e a natureza dos Sistemas Hidrogeológicos de Rondônia). Destaca-se que a Formação Parecis, no sudeste do Estado, devido à sua produtividade e abrangência, é o principal aquífero rondoniense.

1.2 Problemática e Objetivos

A pesquisa foi realizada a partir da hipótese de que a gestão integrada das águas em Rondônia, a exemplo de outros estados da Amazônia, ainda está em situação deficiente ou inexistente em razão de problemas estruturais, da não implantação de instrumentos de gestão e, sobretudo, da cultura da abundância e do desperdício, ainda que muitas vezes as ações antrópicas sejam executadas sem o necessário respaldo em pesquisas, análises de dados ou pela falta de informações sobre as águas no Estado de Rondônia.

Entre os caminhos para superar a situação atual, estão a aplicação dos instrumentos de gestão por bacias hidrográficas, a formulação dos planos de bacias e a valorização da mobilização social, chegando à constituição de colegiados como os comitês de bacias hidrográficas, importantes *fori* para debate e viabilização do desenvolvimento regional sustentável. Portanto, a hipótese desta pesquisa evidencia que a gestão integrada das águas em Rondônia depende de conhecimento técnico e científico, estrutura administrativa, legislação compatível e mobilização da sociedade para o cuidado das águas.

Sendo assim, em sintonia com a Linha de Pesquisa em “Gestão de Recursos Hídricos”, do PPGG da UFPA, foram estabelecidos como principais objetivos desta pesquisa de doutoramento:

- a) acompanhar, registrar e analisar o processo de implementação da política e sistema de gerenciamento de recursos hídricos de Rondônia;
- b) contribuir para o avanço desse processo por meio da realização de estudos temáticos ligados à hidrogeologia, qualidade das águas subterrâneas e superficiais;
- c) pôr em prática alguns dos principais instrumentos de gestão das águas, quais sejam o planejamento por bacia hidrográfica e a educação ambiental, com o foco em bacias hidrográficas e geociências.

1.3 Metodologias

Quanto à metodologia empregada, no decorrer da pesquisa, realizaram-se estudos e ações para contribuir com a efetiva gestão integrada das águas no Estado.

Assim, o desenvolvimento desta tese foi realizado através de estudos técnicos, sobre o meio físico, sobre dados socioeconômicos e sobre o uso da terra, das águas subterrâneas e superficiais, juntamente com a experiência de aplicação de planejamento por bacia hidrográfica - unidade de gestão dos recursos hídricos - e de educação ambiental, como instrumento de mobilização social através do Acqua Viva Rede UNIR – pelas Águas de Rondônia, buscando-se contribuir para a gestão integrada das águas Rondonienses.

Para a preparação do texto integrador, foram seguidas as orientações que constam nos tópicos do item 7 – formas de apresentação da tese, parte do documento denominado Regras atualizadas de acordo com o regimento do PPGG-UFPA, aprovado em 2008, que indica a possibilidade de apresentar o trabalho por agregação de artigos científicos.

No artigo denominado “Relações entre o Banco de Dados do SIAGAS e a Natureza dos Sistemas Hidrogeológicos de Rondônia”, que corresponde ao capítulo 2, efetuou-se a análise estatística do banco de dados de 605 poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas em Rondônia - SIAGAS, entre 1977 e 2006.

As informações do Banco de Dados foram organizadas em planilha eletrônica (*Excel*) e, com a utilização do *software Statistica*, obteve-se informações descritivas. Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, utilizou-se o teste *W de Shapiro-Wilk* (LANDIM, 2003) e também foi utilizada a análise por gráficos *box plot* (BUSSAB & MORETTIN, 2002; NAGHETTINI & PINTO 2007).

Os dados de 384 resultados de análises físico-químicas e/ou bacteriológicas de poços constantes nos arquivos do 2º ZSEE/RO, apresentados por localidades, foram tratados e reorganizados por bacia hidrográfica com a utilização de planilha eletrônica “Excel” e do *software Statistica*, no artigo apresentado no capítulo 3 – “Caracterização da Qualidade de Águas Subterrâneas em Rondônia”.

Com as análises, foram obtidas informações descritivas (FONSECA, 1985; GOMES, 1990), e, para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de *Kolmogorov-Smirnov*, modificado por Lilliefors (1967).

Os dados de 64 resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas de rios, constantes nos arquivos do 2º ZSEE/RO, apresentados por rio ou igarapé e município, foram tratados e reorganizados por bacia hidrográfica, através do uso de planilha eletrônica “Excel” e do software *Statistica*, conforme detalhado no artigo que consta no capítulo 4 – “Caracterização da Qualidade de Águas Superficiais em Rondônia”.

Foram obtidas informações descritivas com as análises e, para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de *Shapiro-Wilk* (SHAPIRO & WILK, 1965; LANDIM, 2003).

No capítulo 5 – o artigo denominado “Planejamento e Zoneamento Ambiental da Bacia do Igarapé Tapado – Rondônia: uma contribuição à sua gestão” incluiu tanto a revisão bibliográfica sobre os temas e áreas da pesquisa quanto trabalhos de campo, abertura de picadas expeditas; coleta de amostras de água, vegetação, solos e rochas, com perfurações a trado, as quais foram analisadas em laboratórios especializados; a implantação de uma estação fluviométrica; o levantamento de material arqueológico; o levantamento socioeconômico e a realização de entrevistas à população local.

A caracterização da bacia foi realizada, considerando-se o meio físico, biótico, socioeconômico e cultural. O diagnóstico constituiu a base para a identificação e delimitação de zonas semelhantes ou com vocações singulares em relação aos aspectos físicos, biológicos, socioeconômicos e de ocupação do espaço, assinalando os ambientes mais vulneráveis e as áreas sob maior pressão. Esses dados e informações foram analisados e sistematizados em gráficos, tabelas, quadros, mapas temáticos e textos, que compuseram o relatório técnico da pesquisa.

“Gestão Participativa das Águas em Rondônia: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas” é o título do artigo que corresponde ao capítulo 6, com discussão teórica baseada em diversos autores, entre os quais se destacam, por suas postulações sobre políticas públicas, Pagnoccheschi (2000); pela explanação a respeito da administração das águas no Brasil, conforme é abordado por Setti (2000), além de Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2000). Permeia-se sobre a Legislação Federal e Estadual de gerenciamento de recursos hídricos e apresentam-se propostas para a formação de Comitês de Bacias Hidrográficas em Rondônia, tendo como base a política hídrica, a divisão hidrográfica do Estado (SEDAM, 2002),

estudos técnicos realizados através desta pesquisa de doutoramento e a atuação do Programa Acqua Viva Rede UNIR.

No capítulo 7 – o artigo intitulado “Educação Ambiental e Gestão das Águas em Rondônia: a Atuação do Acqua Viva Rede UNIR” baseia-se em referenciais teórico-metodológicos (DIAS, 1994; SATO, 1995 e TORO e WERNECK, 1997); apresenta o processo de formação do Acqua Viva Rede UNIR e as atividades desenvolvidas de forma regionalizada, com participação de diversos atores, evidenciando-se o trabalho educativo com temas baseados nas geociências, as parcerias institucionais e os resultados obtidos.

Salienta-se que cada artigo foi elaborado em consonância com as instruções de cada Revista. Devido à diversidade de formatação, para a composição desta tese, houve somente as seguintes adaptações: de papel A4 para carta, margens justificadas para os textos e referências, espaçamento (1, uniformizadas em resumos, abstracts, agradecimentos e referências); no corpo do texto espaçamento 1,5 e tamanho da fonte utilizada, 10 nos espaçamentos 1 e nos demais 12, com exceções de algumas figuras, tabelas e quadros.

1.4 Apresentação dos Capítulos

Na introdução, (capítulo 1) apresentam-se vários dos elementos recomendados para o texto integrador. Nos artigos submetidos a veículos reconhecidos de difusão técnico-científica, conforme o arranjo apresentado a seguir, são indicados: autores, meio de publicação - especificação quanto ao encaminhamento/recebimento ou aceite, resumo, abstract, bem como materiais e métodos empregados, resultados obtidos, considerações/conclusões e referências bibliográficas, organizados em módulos, constituindo-se estudos aplicados em:

- a) águas subterrâneas – Capítulos 2 e 3;
- b) águas superficiais e planejamento de bacias hidrográficas – Capítulos 4 e 5;
- c) gerenciamento de recursos hídricos e educação ambiental – Capítulos 6 e 7.

O aprofundamento e análise dos dados resultaram na elaboração dos artigos que compõem os capítulos 2, 3, 4, 5, 6 e 7, conforme especificações abaixo:

- Capítulo 2 - A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA E SUAS RELAÇÕES COM O BANCO DE DADOS DO SIAGAS (Zuffo et al. submetido à revista on-line PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS da UFRGS);

- Capítulo 3 – CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA (Zuffo et al. submetido à revista on-line do INSTITUTO GEOLÓGICO/SP);

- Capítulo 4 – CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA (Zuffo et al. submetido à revista on-line ANUÁRIO DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS da UFRJ);

- Capítulo 5 – PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - artigo científico aceito para publicação em livro do Programa de Mestrado em Geografia da UNIR);

- Capítulo 6 - GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - submetido à FORMAÇÃO - Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP Presidente Prudente);

- Capítulo 7 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do Acqua Viva Rede UNIR (Catia Eliza Zuffo & Francisco de Assis Matos de Abreu - Submetido à REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental da FURG).

Nas considerações finais, (capítulo 8) apresentam-se as conclusões e recomendações gerais obtidas pela integração dos artigos, bem como as referências citadas ao longo do texto integrador.

CAPÍTULO – 2

RELAÇÕES ENTRE O BANCO DE DADOS DO SIAGAS E A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA

Catia Eliza Zuffo
Itabaraci Nazareno Cavalcante
Gerson Flôres Nascimento
Francisco de Assis Matos de Abreu

Submetido: Pesquisas em Geociências - UFRGS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pesquisas em Geociências

Porto Alegre, 10 de fevereiro de 2010.

Para
Catia Eliza Zuffo e colaboradores

Prezados colegas

Venho comunicar o recebimento do manuscrito abaixo listado, submetido para publicação em *Pesquisas em Geociências*, órgão de divulgação científica editado pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Após conferência no que se refere ao enquadramento nos propósitos da revista e ao atendimento das regras editoriais, será enviado aos autores o número de protocolo de entrada e o nome do editor designado para acompanhamento, para início do processo de avaliação por revisores.

Agradeço a seleção de *Pesquisas em Geociências* para a publicação de sua contribuição.

Título: Relações entre o banco de dados do SIAGAS e a natureza dos sistemas hidrogeológicos de Rondônia.

Autores: Catia Eliza Zuffo, Itabaraci Nazareno Cavalcante, Gerson Flôres Nascimento & Francisco de Assis Matos de Abreu.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Paulo Alves de Souza
Editor Chefe

Pesquisas em Geociências
Instituto de Geociências – Departamento de Paleontologia e Estratigrafia
Av. Bento Gonçalves, nº 9500 - Bloco 1 - Prédio 43127, Sala 209
CEP 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.
Tel.: +55.51.3308.7386
Email: paulo.alves.souza@ufrgs.br

RELAÇÕES ENTRE O BANCO DE DADOS DO SIAGAS E A NATUREZA DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS DE RONDÔNIA

Catia Eliza ZUFFO^{*1}, Itabaraci Nazareno CAVALCANTE², Gerson Flôres NASCIMENTO³ & Francisco de Assis Matos de ABREU⁴

*1. Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará – UFPA. Caixa. Postal 1647, CEP 76801-974, Porto Velho/RO, Brasil. E-Mail: catiazuffo@gmail.com

2. Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici - Departamento de Geologia Blocos 912/913. CEP 60450-000 Fortaleza/CE, Brasil. E-Mail: ita@fortalnet.com.br

3. Núcleo de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Campus José Ribeiro Filho, NCT, BR 364 Km 9,5 sentido Acre, CEP 78900-500, Porto Velho/RO, Brasil. E-Mail: geronfn@unir.br

4. Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém - PA – Brasil. Caixa Postal 1611, Campus Universitário do Guamá, CEP 66075-900, Belém/PA, Brasil. E-mail: famatos@ufpa.br

Resumo

A análise estatística do banco de dados de 605 poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas em Rondônia - SIAGAS, entre 1977 a 2006, permitiu apresentar uma caracterização dos sistemas hidrogeológicos para o Estado. As informações sistematizadas são úteis para a tomada de decisão na gestão de recursos hídricos nos setores residencial, comercial e industrial. Os dados básicos para a operação dessas informações foram organizados em planilha eletrônica (*Excel*), pelo ano de início de operação dos poços, por aquífero e por tipo de aquífero e, com a utilização do *software Statistica* obteve-se informações descritivas. Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, utilizou-se o teste *W de Shapiro-Wilk*. A avaliação desse conjunto de informações também demonstra que existe a necessidade de implantação de uma metodologia adequada para a oferta das águas subterrâneas, que seja capaz de atender as demandas por cidades no Estado, dentro de um sistema integrado de gerenciamento dos recursos hídricos em Rondônia.

Palavras-Chave: Sistemas Hidrogeológicos, Águas Subterrâneas, Rondônia.

RELATIONS BETWEEN THE DATABASE SIAGAS AND THE NATURE OF RONDONIA'S HYDROGEOLOGIC SYSTEMS

Abstract

The statistical analysis of 605 wells registered in Rondonia's groundwater information database-SIAGAS, from 1977 to 2006, allowed to present a characterization of the hydrogeological systems for the State. The systematical information is useful for making decision in water resources management in the residential, commercial and industrial sectors. The basic data for the operation of this information have been organized in a spreadsheet (*Excel*), by the beginning year of operation of the wells, by aquifer and type of aquifer. The software *Statistica* was used to obtain descriptive information from data. Shapiro-Wilk W-test was employed to test the fitting of data to a normal distribution of the wells. The evaluation of this set of data also shows that there is a necessity of implement an appropriate methodology for the supply of groundwater, fulfilling the demands of the cities of the State, within an integrated water resource management system.

Keywords: Hydrogeologic Systems, Groundwater, Rondônia.

1. Introdução

As águas do subsolo que representam a parcela da hidrosfera que ocorre na subsuperfície da Terra, a partir da década de 1960, são denominadas de “águas subterrâneas”, em função da “análise mais abrangente das suas condições de uso e proteção”, segundo Rebouças (2002: 119). Do total de água doce disponível na Terra, aproximadamente 97% são águas subterrâneas (MANOEL FILHO, 1997a).

Dentre as origens das águas subterrâneas, a meteórica (especialmente de chuva e neve) é sem dúvida a mais importante, pois a infiltração de parte das águas atmosféricas que caem sobre as terras emersas, preenchendo poros, fraturas, fissuras e outras formas de vazios das rochas é o seu mecanismo de recarga (REBOUÇAS, 2006). Para Manoel Filho (1997b), quase toda a água disponível na Terra tem sua origem no ciclo hidrológico.

Assim, as condições para ocorrências de águas subterrâneas em determinada região variam em função de interações, principalmente entre fatores climáticos, bastante dinâmicos no tempo e no espaço, e aspectos geológicos, que podem ser bem complexos.

Para Rebouças, Feitosa e Demétrio (2006: 81), “o termo aquífero designa uma camada ou corpo rochoso que apresenta, relativamente, os maiores valores de porosidade específica e permeabilidade na área em questão”, sendo que a porosidade específica refere-se às propriedades de estocagem, enquanto que a permeabilidade ou condutividade hidráulica diz respeito ao fluxo ou transporte.

O Serviço Geológico do Brasil utiliza o conceito de sistemas hidrogeológicos para correlacionar os aquíferos com os domínios geológicos (GOIÂNIA, 2008). Nesse caso, as formações geológicas que constituem aquíferos deixam de ter uma conotação de “unidade” para representarem um “sistema”, na concepção de que elas possam interagir com o meio ambiente.

Os aquíferos não são produtores de águas subterrâneas, são reservatórios de água infiltrada nas camadas geológicas, podendo-se extrair deles no máximo o volume que foi penetrado; por isso, “as águas não são subterrâneas, estão subterrâneas” (CAVALLARI, 2006).

As informações dos sistemas hidrogeológicos podem ser organizadas em grupos, conforme descrição de Dantas & Peixinho (2006), com o propósito de atender demandas de dados por parte de usuários do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS.

1.1 Os sistemas hidrogeológicos de Rondônia

Segundo Morais (1998), os sistemas hidrogeológicos de Rondônia foram agrupados em duas categorias: Intergranulares (representados por rochas sedimentares de várias formações e coberturas cenozóicas indiferenciadas, cuja capacidade de armazenamento e circulação da água depende basicamente da porosidade) e; Fraturados (englobando principalmente rochas cristalinas e sedimentares da Formação Pimenta Bueno que, por apresentarem baixíssima porosidade, também se comportam como um aquífero fraturado). Juntas, essas duas categorias englobam sete classes de aquíferos: aquíferos intergranulares contínuos, livres; aquíferos intergranulares descontínuos, livres a semiconfinados; aquíferos locais restritos às zonas fraturadas, livres; aquíferos fraturados descontínuos, livres; aquíferos intergranulares/fraturados, livres ou confinados; aquíferos de baixo potencial hídrico e; zonas praticamente sem água subterrânea.

1.1.1 Aquíferos intergranulares contínuos, livres

Formados por várias unidades geológicas, devido às semelhanças de seus conteúdos litológicos (com permeabilidade média a alta e água de boa qualidade), constituídos predominantemente por arenitos ortoquartzíticos, arenitos arcosianos, conglomerados e, subordinadamente, pelitos, com destaque para a Formação Parecis. Esta, devido à sua produtividade e abrangência que se estende por uma área de aproximadamente 12.500 km², no sudeste do Estado, onde, próximo ao limite com o Estado de Mato Grosso, encontra-se a cidade de Vilhena, cujo abastecimento público é feito por poços tubulares, com até 120 m de profundidade que podem fornecer vazões de até 200 m³/h.

1.1.2 Aquíferos intergranulares descontínuos, livres a semiconfinados

Compostos por sedimentos mal selecionados, com granulometria que abrangem os litotipos argila, silte, areia, cascalho e lateritos, inconsolidados a semiconsolidados, abrangem todos os sedimentos terciários e quaternários, de origem fluvial ou lacustre, aluvionares e coluvionares. O caráter de semiconfinamento é proveniente de uma camada argilosa ou silto-argilosa que geralmente capeia estes aquíferos, cuja produtividade é bastante variável. Apresentam águas com boa qualidade natural, as quais por vezes, devido à presença de lateritos, pode apresentar excesso de ferro ferroso. A captação por meio de poços tubulares pode chegar a profundidade de 50 m.

Pequena porção da cidade de Guajará-Mirim e grande parte da cidade de Porto Velho são abastecidas por esses aquíferos, sendo que sua alimentação é proveniente da infiltração de água das chuvas e em áreas aluviais, diretamente dos rios.

1.1.3 Aquíferos locais restritos às zonas fraturadas, livres

Por meio da água de chuva ou por meio da cobertura elúvio-coluvial, são as formas como acontece a alimentação desses aquíferos que apresentam permeabilidade média a baixa e ocorre em rochas cristalinas das diversas suítes intrusivas graníticas, charnoquíticas e gabróicas ocorrentes no Estado, bem como em basaltos da Formação Anari. A água é de boa qualidade e pode ser captada através de poços tubulares com até 100 m, porém, o autor salienta que é restrito às zonas de relevo mais suave, como é o caso da cidade de Ariquemes.

1.1.4 Aquíferos fraturados descontínuos, livres

Compostos pelos litotipos gnaisses, granulitos, charnoquitos e anfibolitos, apresentam permeabilidade média a baixa, com água de boa qualidade. Podem ser aproveitados por poços tubulares de até 100 m.

1.1.5 Aquíferos intergranulares/fraturados, livres ou confinados

A cidade de Ji-Paraná localiza-se sobre este sistema que apresenta permeabilidade média a baixa, água de boa qualidade, com aproveitamento por poços tubulares de até 150 m, correspondendo às rochas das formações Cacoal e Pimenta Bueno, cujos litotipos mais característicos são folhelhos, arenito arcossianos e calcário.

1.1.6 Aquíferos de baixo potencial hídrico

É pouco expressiva a ocorrência de água subterrânea nas zonas fraturadas dos gnaisses e quartzitos, devido à presença de material argiloso, muito impermeável, ocasionando geralmente poços improdutivos ou até secos.

1.1.7 Zonas praticamente sem água subterrânea

Apresentam um relevo acidentado que dificulta a infiltração, correspondendo às ocorrências da Sequência Metavulcano-Sedimentar Roosevelt e da Formação Mutum-Paraná. A

possibilidade de água subterrânea se restringe aos leitos quartzíticos que ocorrem nas duas unidades, assim mesmo não são indicados para exploração, pelo baixo volume de água disponível.

Do total de água doce existente na Terra, como já mencionado, mais de 97% encontram-se no subsolo, portanto, menos de 3% da água potável disponível no planeta são águas superficiais (FEITOSA & MANOEL FILHO, 1997).

O desenvolvimento socioeconômico e a saúde humana dos povos estão associados à gestão das águas subterrâneas. Essas evidências podem ser observadas nos trabalhos realizados por Veríssimo (1999) e Cajazeiras (2007), respectivamente.

Em função do baixo custo e da facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, embora mais vulnerável à contaminação, é mais freqüentemente utilizada no Brasil (FOSTER & HIRATA, 1993).

Muito embora exista uma quantidade de água subterrânea dezenas de vezes maiores do que a quantidade de água superficial, no Brasil, até o ano 2000, 15,6 % dos domicílios utilizavam exclusivamente água subterrânea; 77,8 % usavam rede de abastecimento de água; 6,6 % usavam outras formas de abastecimento; sendo que, entre os domicílios que possuíam rede de abastecimento de água, uma parte significativa usava água subterrânea (IBGE, 2002). Na grande São Paulo, por exemplo, existem 6 000 poços cadastrados no Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e a estimativa é de que em todo o Estado existam 30 195 poços (SILVA, 2009).

A preocupação com a contaminação ou poluição das águas tem sido objeto de pesquisa por vários pesquisadores em diversos campos da ciência. Existem várias formas de contaminação das águas subterrâneas, como por exemplo, pelo vazamento de derivados de petróleo em postos de combustíveis (CORSEUIL & MARINS, 1997; MARIANO, 2006; MELO JUNIOR & COSTI, 2009), ou pela ação de microorganismos (MIGLIORINI et al., 2006; CAMARGO & PAULOSSO, 2009).

As águas subterrâneas desempenham importante papel no desenvolvimento socioeconômico do Brasil, por isso, especial atenção deve ser associada ao modo de armazenamento, proteção da qualidade, potencial quantitativo, controle de oferta e proximidade da fonte hídrica ao local da demanda; o que implica a necessidade de adoção de estratégias de proteção, conservação e gestão das águas subterrâneas.

O exposto motivou a realização deste trabalho, cujo objetivo foi organizar informações para utilização em tomada de decisão associada à gestão de recursos hídricos nos setores residencial, comercial e industrial de Rondônia.

2. Materiais e Métodos

Neste trabalho, foi utilizada a base de dados do Sistema de Informações Sobre Águas Subterrâneas – SIAGAS (CPRM, 2009), referente ao Estado de Rondônia, cedida pelo Serviço Geológico do Brasil, antiga Companhia de Pesquisa de Recurso Mineral, residência de Porto Velho (CPRM-REPO), em janeiro de 2007, e que corresponde aos dados de 605 poços, do período de 1977 a 2006.

Os dados foram organizados pelos municípios de Ariquemes, Guajará-Mirim, Ji-Paraná, Porto Velho, Vilhena, tendo em vista a localização estratégica para o desenvolvimento do Estado e a densidade demográfica. Além dos critérios citados, esses municípios situam-se em regiões de diferentes tipos de aquíferos. As demais localidades foram colocadas sob o rótulo de “outros municípios”. Os dados dos poços referentes à profundidade, nível estático e vazão de estabilidade também foram organizados por aquíferos.

Após coleta e análise das amostras, os dados dos poços foram organizados, pelo ano de início de operação, por aquífero e por tipo de aquífero, em planilha eletrônica (*Excel*) e, com a utilização do *software Statistica 7.0* foi obtida informação descritiva sobre valores de mínimo, máximo, média, moda, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança (FONSECA, 1985; GOMES, 1990; BUSSAB & MORETTIN, 2002; NAGHETTINI & PINTO 2007).

Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal com 5% de significância, ou seja, se a experiência fosse repetida 100 vezes, admitiu-se que a diferença observada poderia ser falsa em cada 5 ocasiões, sendo utilizado o teste *W de Shapiro-Wilk* (LANDIM, 2003); tendo em vista que, a grande maioria das estatísticas foi construída sob a hipótese de normalidade, por essa razão, é indispensável a aplicação de um teste para verificar a normalidade de um conjunto de dados (THODE JR, 2002). Também foi utilizada a análise do gráfico *box plot* (BUSSAB & MORETTIN, 2002; NAGHETTINI & PINTO 2007).

3. Resultados e Discussões

A tabela 1 contém a distribuição da quantidade dos poços amostrados, por ano de início de operação, nas localidades de Guajará-Mirim (GM), Porto Velho (PV), Ariquemes (Arq), Ji-Paraná (JiPa), Vilhena (Vil), outros municípios (OM) e o Estado de Rondônia (RO). Sendo que a sigla PSDIO indica os dados dos poços que foram utilizados sem data inicial de operação.

A distribuição da quantidade de poços por aquífero, nas localidades de Guajará-Mirim (GM), Porto Velho (PV), Ji-Paraná (JiPa), Vilhena (Vil), outros municípios (OM) e Rondônia (RO) é mostrada na Tabela 2. Sendo que a maior concentração de poços foi identificada no aquífero Solimões e, Porto Velho (PV) foi a cidade que apresentou maior número de poços.

Rebouças apud Rebouças (1992) considera que, exceto no polígono das secas, os recursos exploráveis dos aquíferos podem atender cerca de 70 a 80% dos núcleos urbanos, utilizando-se de dois a cinco poços; essa quantidade de poços está bem abaixo da quantidade de poços utilizada nas cidades de Guajará-Mirim, Porto Velho, Ariquemes, Ji-Paraná e Vilhena.

Tabela 1. Poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.

ANO	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
1977			4				4
1978		1		1			2
1979		6					6
1980		1					1
1981					1		1
1982					1		1
1983		2			3		5
1984		3					3
1985		2					2
1986		3	2		1	8	14
1987		2		5		7	14
1988		9		1		1	11
1989		6				2	8
1990		7	1		2	1	11
1991		6					6
1992		7					7
1993		15				3	18
1994		3	1		1	1	6
1995		6	1	2	1	17	27
1996	1	1			1	9	12
1997		4					4
1998	1	7	1		2	2	13
1999		8			3	6	17
2000		9	5		24	5	43
2001		2	5	4	14	13	38
2002		25	7	8	25	43	108
2003		1	7	2	24	13	47
2004				6	4	3	13
2005	6	7		2	1	8	24
2006		4		2	4	8	18
PSDIO	8	62	4	0	10	37	121
TOTAL	16	209	38	33	122	187	605

PSDIO = Poços sem data inicial de operação, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Organização: os autores.

Tabela 2. Poços cadastrados por aquífero no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.

AQUÍFERO	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
Aluvionar	1	0	8	1	0	0	10
Coluvionar	0	0	1	0	0	1	2
Jaciparaná	0	16	0	0	0	0	16
Pimenta Bueno	0	0	0	0	0	7	7
Parecis	0	0	0	0	9	0	9
Solimões	6	71	2	14	14	18	125
Xingu	1	0	2	8	0	43	54
PSCA	8	122	25	10	99	118	382
TOTAL	16	209	38	33	122	187	605

PSCA = Poços sem classificação por aquífero, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

Fonte: modificada de SIAGAS – cedida pela CPRM/REPO. Organização: os autores.

A quantidade de poços cadastrada por tipo de aquífero é mostrada na Tabela 3, onde se identificou que a quantidade de poços sem classificação por aquíferos, aqui denominado PSCA, representa a maior quantidade de poços cadastrada no SIAGAS em Rondônia.

Tabela 3. Poços cadastrados por tipo de aquífero no SIAGAS em Rondônia de 1997 a 2006.

TIPO	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
Fissural	1	0	2	8	0	50	61
Poroso	7	87	11	15	23	19	162
PSCA	8	122	25	10	99	118	382
TOTAL	16	209	38	33	122	187	605

PSCA = Poços sem classificação por aquífero, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

Fonte: modificada de SIAGAS – cedida pela CPRM/REPO. Organização: os autores.

Pelos dados da Tabela 4, considerando a profundidade em metros, na cidade de Vilhena, foi registrada a segunda maior média de profundidade dos poços e, por conseguinte, levando-se em conta as localidades estudadas, as profundidades dos poços em Vilhena possuem menor variação do que nas outras localidades, tendo em vista que essa cidade possui o menor coeficiente de variação. A maior profundidade encontrada nos poços de Rondônia foi de 388 metros.

Após aplicação do teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, foi possível identificar que nas cidades de Guajará-Mirim (GM), Ariquemes (Arq) e Ji-Paraná (JiPa), os dados referentes à profundidade dos poços apresentaram distribuição normal com 5% de significância.

Tabela 4. Estatística dos dados de profundidade (m) dos poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1997 a 2006.

MEDIDAS	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
N	16	209	38	33	122	187	605
Média	35.3	51.0	46.6	73.9	79.0	85.9	68.0
IC-95%	27.1	48.2	40.3	63.3	74.3	78.8	65.0
IC+95%	43.6	53.8	52.8	84.6	83.7	93.0	71.0
Mediana	34.6	48.0	44.0	68.0	78.0	80.0	60.0
Moda	Múltiplas	42.0	Múltiplas	60.0	72.0	100.0	42.0
Mínimo	15.2	11.0	17.0	13.3	21.0	13.0	11.0
Máximo	62.0	150.0	88.0	150.0	144.0	388.0	388.0
D. Padrão	15.47	20.34	19.05	30.09	26.14	49.04	37.13
C. Variação	43.82	39.88	40.88	40.72	33.09	57.09	54.60
Assimetria	0.267	1.702	0.525	0.726	-0.127	2.703	2.695
Curtose	-1.307	6.017	-0.572	1.125	-0.677	11.552	15.423
Valor p	0.1731	0.0000	0.1020	0.0759	0.0480	0.0000	0.0000

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

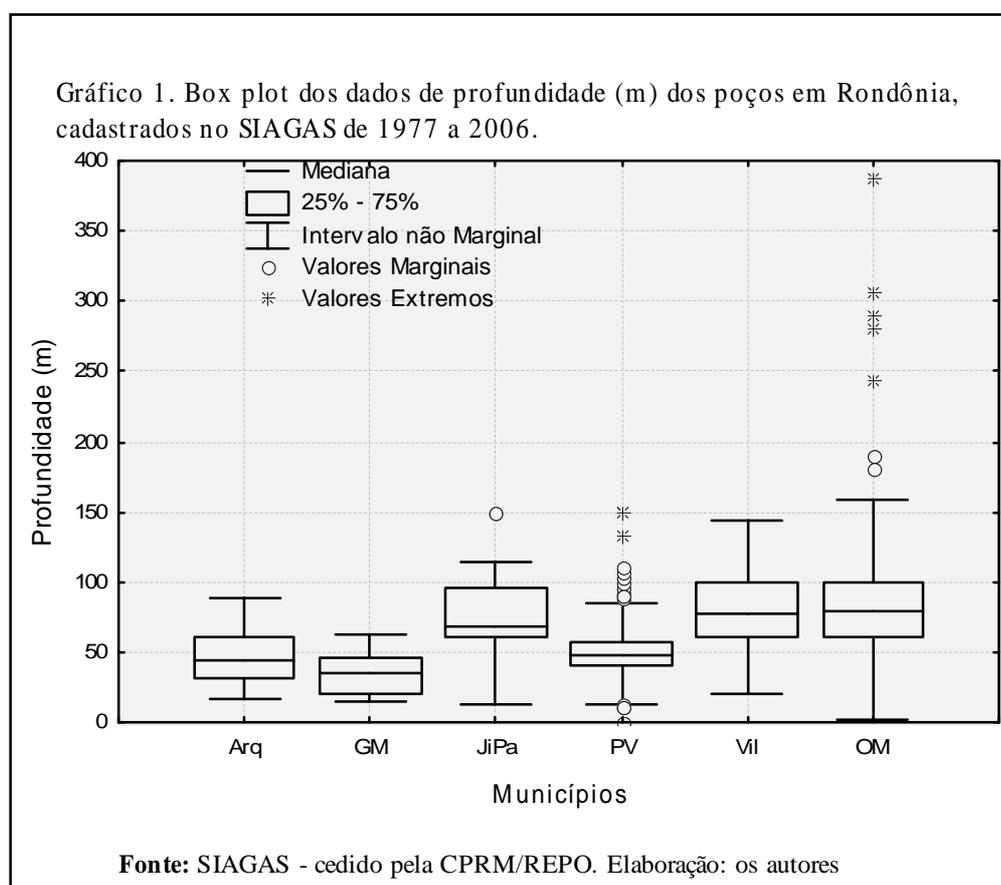
Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

De acordo com o Gráfico 1, os dados referentes às profundidades dos poços de Ariquemes e Guajará-Mirim não apresentaram assimetria e os de Vilhena apresentaram uma ligeira assimetria à direita, mas os dados de nenhuma dessas cidades apresentaram valores marginais e nem valores extremos.

Os dados de profundidade dos poços de Ji-Paraná (Gráfico 1) apresentaram uma distribuição assimétrica à direita. O valor marginal superior pode ser explicado pela existência de indústrias na localidade, tendo em vista que a Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD, na época da pesquisa, tinha uma demanda industrial reprimida em Rondônia.

A partir do Gráfico 1, foi possível concluir que os dados de profundidade dos poços de Porto Velho apresentaram uma distribuição levemente assimétrica à direita. Os valores marginais e os valores extremos têm a mesma explicação dada aos valores de Ji-Paraná.

Os dados de profundidades dos outros municípios apresentaram assimetria à direita. Os valores marginais e os valores extremos podem ser explicados pela presença de indústria e pela forma de aglutinação dos municípios, pois existem municípios cujas localizações geográficas dentro do Estado são diametralmente opostas, nesse caso a topografia tem forte influência.



A maior cota do nível estático de 101m foi encontrada em Porto Velho (Tabela 5), sendo também registrada nessa mesma localidade a maior dispersão em torno do valor médio do nível estático, medida pelo coeficiente de variação. Considerando a dispersão em torno do valor médio do nível estático, de acordo com os dados da Tabela 5, as cidades de Guajará-Mirim e Porto

Velho apresentaram os dois extremos (menor e maior variação, respectivamente) de nível estático.

Com a aplicação do teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, foi possível identificar que, somente nas cidades de Guajará-Mirim (GM) e Ji-Paraná (JiPa), os dados referentes ao nível estático dos poços (Tabela 5) apresentaram distribuição normal com 5% de significância.

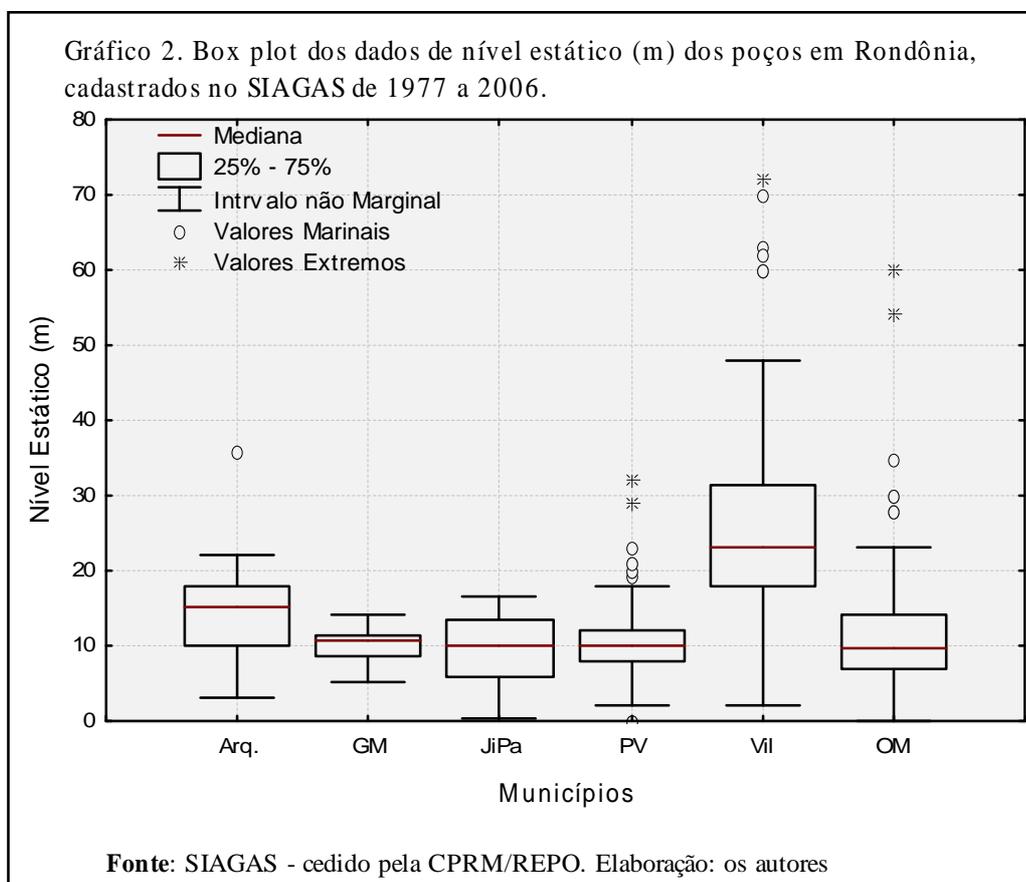
Tabela 5. Estatística dos dados de nível estático (m) de poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.

MEDIDAS	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
N	8	105	34	31	108	121	407
Média	10.1	11.2	14.4	9.6	25.6	12.6	15.6
IC-95%	7.8	9.2	12.4	7.9	23.0	10.4	14.3
IC+95%	12.3	13.2	16.4	11.2	28.3	14.7	16.8
Mediana	10.8	10.0	15.3	10.0	23.0	9.8	12.0
Moda	11.0	8.0	Múltiplas	10.0	20.0	8.0	8.0
Mínimo	5.0	0.0	3.0	0.5	2.0	0.0	0.0
Máximo	14.0	101.0	36.0	16.6	72.0	100.0	101.0
D. Padrão	2.73	10.30	5.73	4.59	13.91	11.91	12.75
C. Variação	27.03	91.96	39.79	47.81	54.34	94.52	81.73
Assimetria	-0.651	6.584	1.396	-0.333	1.283	4.331	2.833
Curtose	0.844	56.039	5.035	-0.951	2.012	26.224	12.108
Valor p	0.8329	0.0000	0.0019	0.1909	0.0000	0.0000	0.0000

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

De acordo com a disposição das informações do Gráfico 2, é possível observar uma assimetria à esquerda na concentração dos dados de nível estático de Guajará-Mirim (GM), caracterizando a não normalidade dos dados. Muito embora pelo teste de *W de Shapiro-Wilk* a conclusão tenha sido pela normalidade dos dados, essa distorção de conclusão está associada à quantidade de dados que foram testados (N = 8). A normalidade dos dados de Ji-Paraná também pode ser confirmada pela análise de *box plot*.



Na Tabela 6, é possível observar que a maior vazão registrada nos poços pesquisados em Rondônia foi de 132 000 m³/h no município de Vilhena (Vil), sendo que nesse município foi registrada uma vazão média de 2210.7 m³/h dos poços. Considerando a dispersão em torno dos valores médios de vazão dos poços estudados, os dados de vazão dos poços das cidades de Guajará-Mirim e Vilhena apresentaram os graus de homogeneidade extremos (maior e menor coeficiente de variação, respectivamente).

Os dados de vazão dos poços pesquisados foram submetidos ao teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, o que permitiu concluir que os dados dos poços de nenhuma localidade apresentaram distribuição normal com 5% de significância (ver Tabela 6).

Em 2006, o Estado tinha uma população de 1 562 417 habitantes (IBGE, 2009) e, levando em conta a vazão total dos poços pesquisados (303 332.4 m³/h), concluiu-se que o volume, na época da pesquisa, foi de 4 659.4 litros/habitante/dia. Como a recomendação dos

projetos técnicos para consumo médio de água (residencial) é de 150 litros/habitante/dia (OLIVEIRA & LUCAS FILHO, 2004) então, a produção de água dos poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia era de aproximadamente 31 vezes acima da recomendação técnica; o que caracterizou um excedente de 4 509.4 litros/habitante/dia.

Tabela 6. Descrição estatística dos dados de vazão (m^3/h) dos poços cadastrados no SIAGAS em Rondônia de 1977 a 2006.

MEDIDAS	GM	PV	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
N	14	109	33	31	109	146	442
Média	5.4	13.9	13.2	487.8	2210.7	309.8	686.3
IC-95%	2.7	11.4	5.4	-500.1	-384.9	92.4	41.1
IC+95%	8.0	16.4	20.9	1475.8	4806.2	527.1	1331.4
Mediana	5.0	9.0	6.0	4.0	40.0	5.6	7.3
Moda	Múltiplas	Múltiplas	1.0	4.0	Múltiplas	10.0	5.0
Mínimo	0.7	0.4	0.2	0.5	1.0	0.5	0.2
Máximo	20.1	60.0	113.0	15000.0	132000.0	12000.0	132000.0
D. Padrão	4.63	13.01	21.91	2693.35	13671.09	1329.02	6901.44
C. Variação	116.63	106.84	60.25	18.11	16.17	23.31	9.94
Assimetria	2.706	1.456	3.443	5.568	8.555	6.060	16.734
Curtose	8.754	2.113	13.708	31.000	78.273	44.558	305.827
Valor p	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

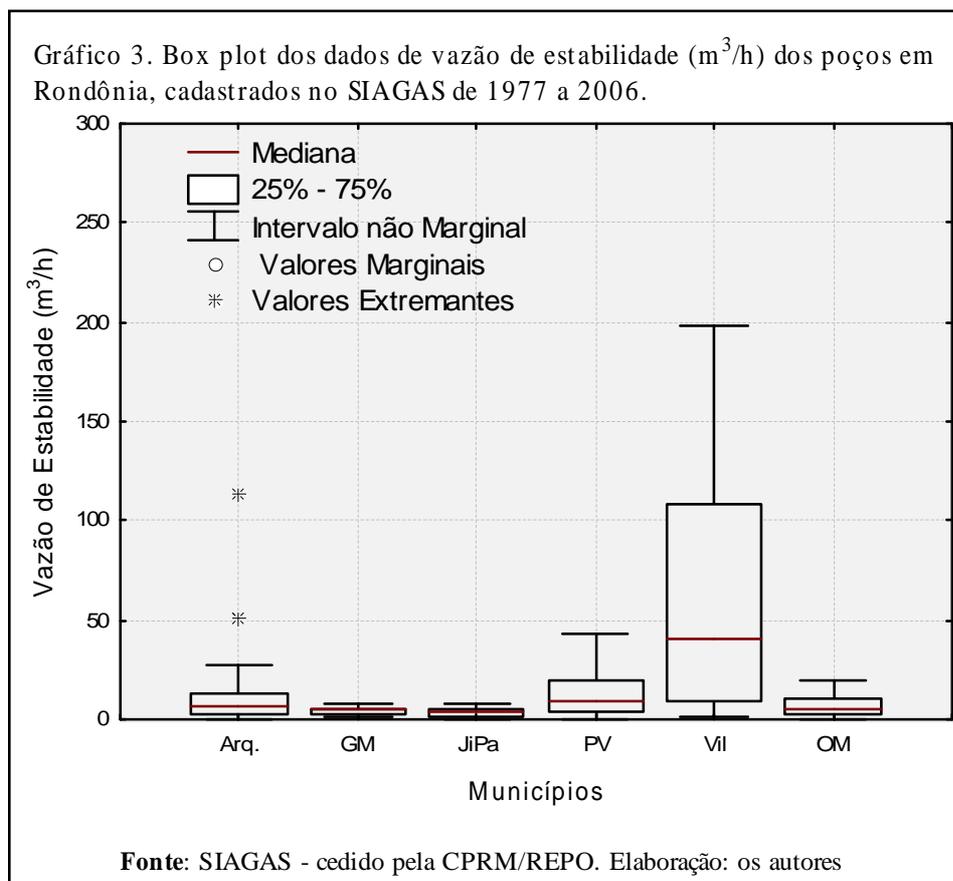
Considerando os municípios com maior adensamento populacional na época da pesquisa (Guajará-Mirim, Porto Velho, Ariquemes, Ji-Paraná e Vilhena) e suas respectivas vazões demandadas para o ano de 2015, conforme dados da ANA (2009) apresentados na Tabela 7, ficou evidenciado que apenas as cidades de Ji-Paraná e Vilhena poderão atender suas demandas com as vazões existentes em 2006. No Estado de Rondônia, em 2006, havia uma oferta de água com vazão de estabilidade de $303\,332,390m^3/h$ e a demanda estimada para 2015, de acordo com a ANA (2009), era de $14\,140,800\,m^3/h$; o que permite afirmar que o Estado de Rondônia terá água para atender suas demandas no período estimado, o mesmo não ocorrendo quando se observa a oferta de água estratificada por cidades.

Tabela 7. Cenário de oferta (2006) e demanda (2015) de água (m³/h) no perímetro urbano dos municípios de Guajará-Mirim, Porto Velho, Ariquemes, Ji-Paraná e Vilhena em Rondônia.

MUNICÍPIOS	OFERTA EM 2006 (m ³ /h)	DEMANDA EM 2015 (m ³ /h)
Guajará-Mirim	75.0	471,6
Porto Velho	1513.0	5385,6
Ariquemes	434.0	835,2
Ji-Paraná	15123.1	1105,2
Vilhena	240963.6	910,8

Fonte: Produção - modificada do SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO; Demanda – adaptada da ANA (2009). Elaboração: os autores.

A presença de valores marginais e valores extremantes, associados às assimetrias apresentadas no Gráfico 3, permitiu concluir que os dados de vazão de estabilidade de todas as localidades estudadas não se ajustaram a uma distribuição normal. Essa conclusão também foi confirmada pelo teste *W de Shapiro-Wilk*.



Entre os poços pesquisados, considerando a máxima profundidade, o mais profundo atingiu a marca de 306 metros no aquífero Pimenta Bueno (PB) e a menor marca registrada foi de 13 metros no aquífero Aluvionar (Aluv); conforme os dados de profundidade mostrados na Tabela 8. O aquífero Parecis (Par) apresentou menor dispersão de profundidade entre os poços, medida pelo coeficiente de variação que foi de aproximadamente 13%, enquanto que a maior dispersão de profundidade ficou em torno de 68% no aquífero Pimenta Bueno (PB).

Após aplicação do teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, foi possível identificar que, nos aquíferos Aluvionar (Aluv) e Parecis (Par), os dados referentes à profundidade dos poços apresentaram distribuição normal com 5% de significância (Tabela 8).

Na Tabela 8, são mostradas as estatísticas dos dados de profundidade dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin).

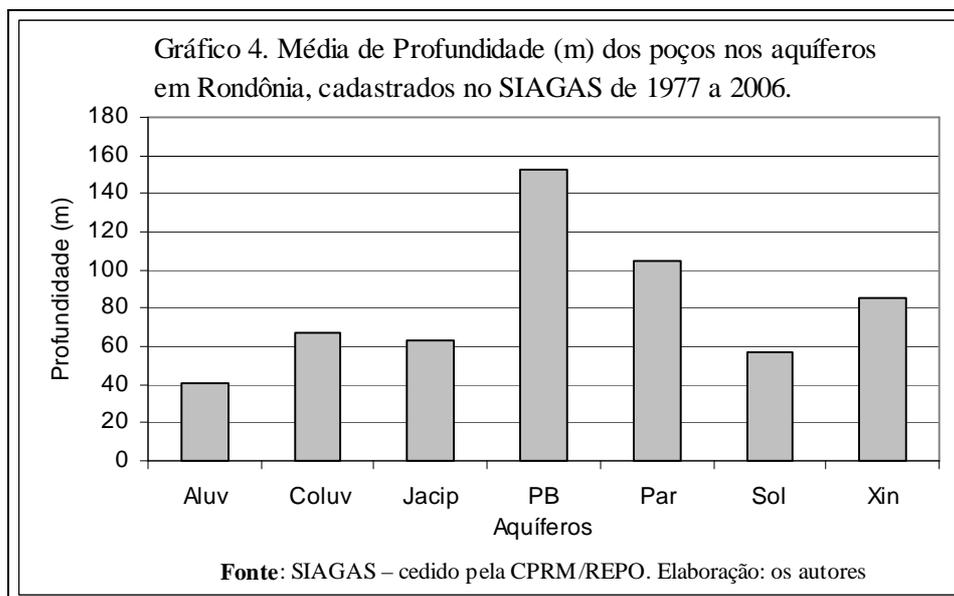
Tabela 8. Estatística dos dados de profundidade (m) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.

MEDIDAS	Aluv	Coluv	Jacip	PB	Par	Sol	Xin
N	10	2	16	7	9	125	54
Média	41.00	67.50	63.06	152.57	104.56	56.79	84.93
IC-95%	27.94	-154.86	49.78	57.01	93.77	53.63	79.10
IC+95%	54.06	289.86	76.35	248.14	115.34	59.95	90.75
Mediana	34.50	67.50	48.00	95.00	105.00	53.00	83.00
Moda	32	Múltipla	42	Múltipla	Múltipla	Múltipla	100.00
Mínimo	13.00	50.00	42.00	57.00	85.00	15.00	51.00
Máximo	73.00	85.00	110.00	306.00	132.00	108.00	150.00
D. Padrão	18.26	24.75	24.93	103.33	14.03	17.86	21.34
C. Variação	44.55	36.66	39.53	67.73	13.42	31.45	25.12
Assimetria	0.32	scna	0.76	0.96	0.49	0.69	0.38
Curtose	-0.58	scna	-1.10	-1.11	1.06	0.19	0.02
Valor p	0.6550	scna	0.0027	0.0471	0.5625	0.0005	0.0066

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, scna = sem condição numérica para análise.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

O Gráfico 4 mostra a variação da média de profundidade dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin).



Sobre os poços pesquisados, de acordo com os dados de máximo nível estático, a maior marca registrada foi de 60 metros no aquífero Solimões (Sol) e a menor registrada foi de aproximadamente 9 metros no aquífero Pimenta Bueno (PB); de acordo com os dados de nível estático mostrados na Tabela 9, o aquífero Pimenta Bueno (PB) apresentou menor dispersão do nível estático entre os poços, medida pelo coeficiente de variação que foi de aproximadamente 24%, enquanto que a maior dispersão do nível estático foi próximo de 91% no aquífero Coluvionar (Coluv).

Com a aplicação do teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, foi possível identificar que nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Parecis (Par) e Xingu (Xin), os dados referentes ao nível estático dos poços apresentaram distribuição normal com 5% de significância (Tabela 9).

Na Tabela 9, são mostradas as estatísticas dos dados de nível estático dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin).

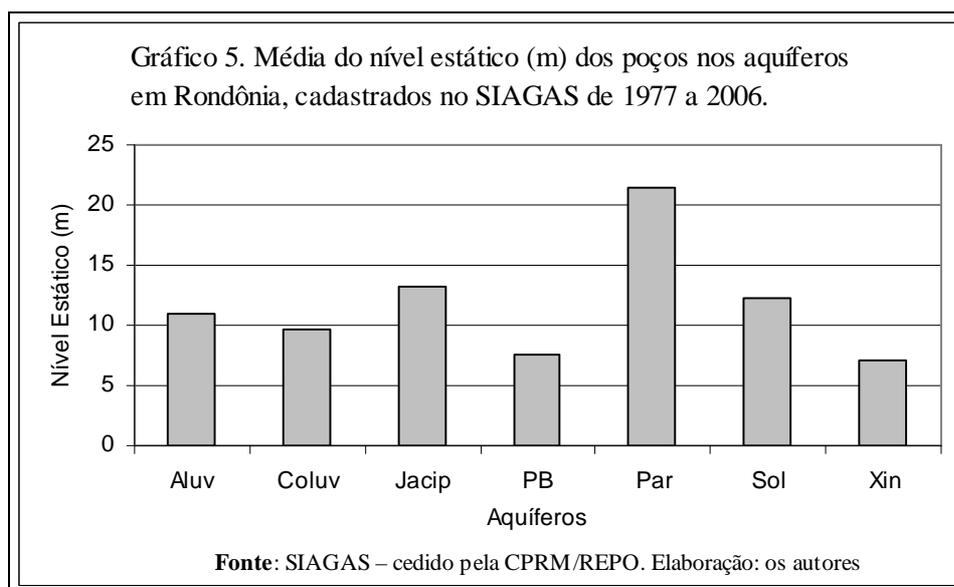
Tabela 9. Estatística dos dados de nível estático (m) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.

MEDIDAS	Aluv	Coluv	Jacip	PB	Par	Sol	Xin
N	10	2	8	2	9	114	48
Média	10.95	9.75	13.21	7.58	21.52	12.19	7.15
IC-95%	7.97	-69.66	5.93	-8.63	15.83	10.76	5.98
IC+95%	13.94	89.16	20.49	23.78	27.21	13.63	8.32
Mediana	9.90	9.75	11.54	7.58	23.00	10.30	6.73
Moda	9.80	Múltipla	6.3	Múltipla	23.00	Múltipla	Múltipla
Mínimo	3.90	3.50	6.00	6.30	9.10	0	0
Máximo	19.68	16.00	32.00	8.85	31.30	60.00	16.37
D. Padrão	4.17	8.84	8.70	1.80	7.40	7.75	4.04
C. Variação	38.08	90.65	65.88	23.80	34.38	63.57	56.45
Assimetria	0.76	scna	1.65	scna	-0.80	2.50	0.38
Curtose	1.97	scna	3.02	scna	-0.10	12.15	-0.52
Valor p	0.1252	scna	0.0452	scna	0.1923	0.0000	0.3421

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, scna = sem condição numérica para análise.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

A variação da média do nível estático dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin), pesquisados no período de 1977 até 2006, é mostrada no Gráfico 5.



De acordo com os dados de máxima vazão de estabilidade dos poços pesquisados, o que apresentou maior vazão atingiu a marca de 283 m³/h, no aquífero Parecis (Par), e a menor vazão foi de 9 m³/h no aquífero Jaciparaná (Jacip); conforme os dados mostrados na Tabela 9. O aquífero Pimenta Bueno (PB) apresentou menor dispersão da vazão de estabilidade entre os poços, medida pelo coeficiente de variação que foi de aproximadamente 57%, enquanto que a maior dispersão do nível estático foi próximo de 167% no aquífero Xingu (Xin).

A partir da aplicação do teste de normalidade *W de Shapiro-Wilk*, foi possível identificar que apenas nos aquíferos Solimões (Sol) e Xingu (Xin) os dados referentes à vazão de estabilidade dos poços não apresentaram distribuição normal com 5% de significância (Tabela 10).

Na mesma tabela, são mostradas as estatísticas dos dados de vazão de estabilidade dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin).

A oferta de água em Rondônia no ano de 2006, em termos de vazão específica, foi de 7,4 (m³/h)/m e, na hipótese da manutenção dos níveis de água dos poços em 2006 e, levando-se em conta os dados de estimativa da ANA (2009), a vazão específica estimada para atendimento da população urbana do Estado em 2015 foi de 2,898 (m³/h)/m. A vazão específica [em (m³/h)/m] dos aquíferos em Rondônia oscila de 0,2736 (aquíferos de baixo potencial hídrico com ocorrência de água subterrânea pouco expressiva nas fraturas dos gnaisses e quartzitos); até 7,578 (aquíferos intergranulares contínuos e livres com permeabilidade média a alta e água de boa qualidade, sendo o aproveitamento por poços tubulares de até 150m); perfazendo um total de 13, 0536 (m³/h)/m (MORAIS, 1998).

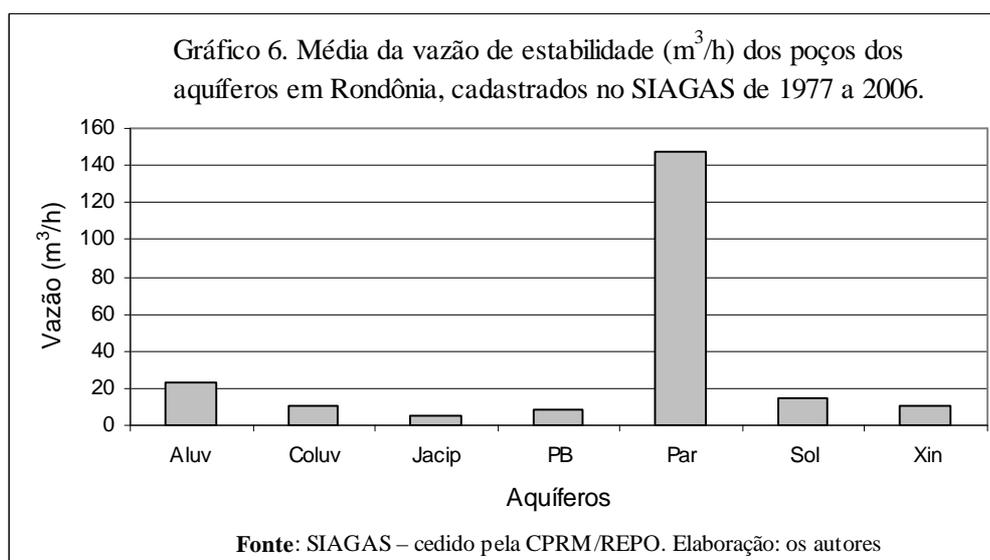
Tabela 10. Estatística dos dados de vazão de estabilidade (m^3/h) de poços nos aquíferos em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.

MEDIDAS	Aluv	Coluv	Jacip	PB	Par	Sol	Xin
N	10	2	6	5	9	115	48
Média	22.75	10.80	5.63	8.20	147.18	14.14	10.30
IC-95%	10.94	-106.10	1.93	2.35	73.52	10.84	5.31
IC+95%	34.56	127.70	9.32	14.05	220.83	17.45	15.29
Mediana	19.03	10.80	6.25	10.00	154.80	6.00	5.85
Moda	Múltipla	Múltipla	9	10	198	5	4
Mínimo	3.72	1.60	1.26	2.00	23.78	0.50	0.24
Máximo	51.42	20.00	9.00	14.00	283.00	110.00	113.00
D. Padrão	16.51	13.01	3.52	4.71	95.83	17.91	17.19
C. Variação	72.58	120.47	62.52	57.46	65.11	126.60	166.79
Assimetria	1.09	Scna	-0.29	-0.26	0.10	2.39	4.86
Curtose	0.20	Scna	-2.46	-1.06	-1.52	7.45	27.87
Valor p	0.0534	sena	0.1560	0.7338	0.4819	0.0000	0.0000

IC-95% = valor mínimo do intervalo confiança, IC+95% = valor máximo do intervalo de confiança, C. Variação = coeficiente de variação, D. Padrão = desvio padrão, scna = sem condição numérica para análise.

Fonte: SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Elaboração: os autores.

A variação da média de vazão de estabilidade dos poços nos aquíferos Aluvionar (Aluv), Coluvionar (Coluv), Jaciparaná (Jacip), Pimenta Bueno (PB), Parecis (Par), Solimões (Sol) e Xingu (Xin), pesquisados no período de 1977 até 2006, é mostrada no Gráfico 6.



De acordo com a situação operacional dos poços (Tabela 11), a maior concentração de poços abandonados foi encontrada nos municípios de Porto Velho (PV) e Vilhena (Vil), o que pode ser explicado pelo tempo e pela forma indevida de uso. A cidade de Vilhena também concentrava, na época da pesquisa, uma das maiores quantidades de poços em atividade e equipados com bomba (PAEquiB), o que se explica pela própria topografia do terreno. Associado ao contexto do crescimento, inclusive comercial e industrial, foi possível concluir que na cidade de Porto Velho (PV) estava o maior número de poços desativados e equipados com bomba (PDEquiCB).

Tabela 11. Situação operacional dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.

SITUAÇÃO	GM	P V	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
Abandonado	0	6	0	0	0	0	6
Fechado	0	2	0	0	0	1	3
PAEquiB	6	11	2	14	18	20	71
PDEquiCB	1	31	5	6	3	32	78
PDNEquiB	1	19	0	0	0	2	22
Precário	0	1	0	1	0	3	5
Seco	0	1	0	0	0	8	9
PSONI	8	138	31	12	101	121	411
TOTAL	16	209	38	33	122	187	605

PAEquiB = Poços em atividades e equipados com bomba, PDEquiCB = Poços desativados e equipados com bomba, PDNEquiB = Poços desativados e não equipados com bomba, PSONI = Poços com situação operacional não informada, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.
Fonte: Modificada do SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Organização: os autores.

Os dados da Tabela 12 permitiram concluir que a cidade de Porto Velho (PV), na época do estudo, possuía maior concentração de poços destinados ao uso doméstico, doméstico/irrigação, industrial, uso urbano e múltiplo, explicada pelo fato desse município ter maior adensamento populacional, possuir uma parcela significativa das áreas produtoras de alimentos em locais não estratégicos e alocar maior concentração de comércio e indústria.

Tabela 12. Uso da água dos poços em Rondônia, cadastrados no SIAGAS de 1977 a 2006.

USO	GM	P V	Arq	JiPa	Vil	OM	RO
Doméstico	0	70	1	0	0	8	79
Do./Irrigação	0	1	0	0	0	0	1
Industrial	1	9	1	4	6	26	47
Urbano	2	59	11	3	10	35	120
Múltiplo	0	4	0	0	0	0	4
Outros	6	7	0	2	0	20	35
Sem Uso	1	3	1	0	0	1	6
PSISTUA	6	56	24	24	106	97	313
TOTAL	16	209	38	33	122	187	605

PSISTUA = Poços sem informação sobre o tipo de uso da água, GM = Guajará-Mirim, PV = Porto Velho, Arq = Ariquemes, JiPa = Ji-Paraná, Vil = Vilhena, OM = Outros Municípios, RO = Rondônia.
Fonte: modificada do SIAGAS – cedido pela CPRM/REPO. Organização: os autores.

4. Conclusões e Considerações

A partir dos dados estudados, foi possível concluir a existência de discrepâncias na oferta de água, tendo em vista que a maioria das cidades com as maiores demandas está geograficamente deslocada dos aquíferos com maior vazão específica.

A oferta de água subterrânea disponível em Rondônia, na época da pesquisa, era capaz de atender demandas em um horizonte superior a dez anos; considerando o volume total de oferta, o que não ocorreu quando se observou a estratificação por cidades.

Neste trabalho, não foi realizada análise bacteriológica e nem físico-química, úteis para identificar a qualidade das águas. Também não se realizou uma catalogação dos casos de doenças de veiculação hídrica, para realização de caracterização dos sistemas hidrogeológicos de Rondônia, em função do tipo de doença e qualidade da água consumida.

Após os resultados obtidos, ficou evidenciada a necessidade de implantação de uma metodologia adequada para a oferta das águas subterrâneas, que seja capaz de atender as demandas das cidades do Estado, dentro de um sistema integrado de gerenciamento dos recursos hídricos em Rondônia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Serviço Geológico do Brasil – Residência de Porto Velho, pela cedência dos dados do SIAGAS, referentes ao Estado de Rondônia; e aos revisores, pelas sugestões que aprimoraram este trabalho, que faz parte da tese de doutoramento “Gestão Integrada das Águas em Rondônia” (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo no PPGG/UFGA.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. 2009. Abastecimento urbano de água. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=24>>. Acesso em: 02 dez. 2009.

Bussab, W.O. & Morettin, P.A. 2002. *Estatística básica*. São Paulo, Saraiva, 526p.

Cajazeiras, C.C.A. 2007. *Qualidade e uso das águas subterrâneas e a relação com doenças de veiculação Hídrica, Região de Crajubar/CE*. Fortaleza, 143p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

Camargo, M.B. & Paulosso, L.V. 2009. Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda – MT. *Seminário Ciências Biológicas e da Saúde*, 30(1): 77-82.

Cavallari, E. 2006. Prefácio. In: Giampá, C. E.Q. & Gonçalves, V.G. (Ed.). *Águas subterrâneas e poços tubulares profundos*. São Paulo, Signus Editora, p. s/n.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2009. Sistema de informações de águas subterrâneas – SIAGAS. Disponível em: <http://siagas.cprm.gov.br/wellshow/indice.asp>. Acesso em: 31 out. 2009.

Corseuil, H.X. & Marins, M.D. 1997. Contaminação de águas subterrâneas por derramamentos de gasolina: o problema é grave. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2(2): 50-54.

Dantas, A. S. L. & Peixinho, F. C. 2006. O sistema de informações de águas subterrâneas (SIAGAS): instrumento de gestão de águas subterrâneas com aplicação da tecnologia social. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006, Curitiba. *Anais...* Curitiba, ABAS. – 1 CD-ROM.

Feitosa, F.A. & Manoel Filho, J. (Coord.). 1997. *Hidrogeologia: Conceitos e aplicações*. Fortaleza, CPRM, LABHID-UFPE, 397p.

Fonseca, J.S. 1985. *Estatística aplicada*. São Paulo, Editora Atlas, 320p.

Foster, S. & Hirata, R. C. A. 1993. *Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas*. São Paulo, Instituto Geológico, 55p. (Boletim 10).

GOIÂNIA. Prefeitura Municipal de Goiânia. 2008. *Projeto Transferência de Tecnologia: Mapeamento dos Vazios Urbanos, Carta de Risco e Zoneamento Ecológico-Econômico. Módulo 2 – Geologia, Geomorfologia, Hidrogeologia e Solos*. Goiânia, SEPLAM-FMDU-ITCO, 41p.

Gomes, F.P. 1990. *Curso de estatística experimental*. São Paulo, Nobel, 467p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000*. Rio de Janeiro, IBGE, 1 CD-ROM.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. *População residente do Brasil, segundo as grandes regiões e unidades da federação - 2003-2006*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2006/tabela05.pdf>. Acesso em 31 out. 2009.

Landim, P.M.B. 2003. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo, Editora UNESP, 253p.

Manoel Filho, J. 1997a. Água subterrânea: Histórico e importância. In: Feitosa, F.A. & Manoel Filho, J. (Coord.). *Hidrogeologia: Conceitos e aplicações*. Fortaleza, CPRM, LABHID-UFPE, p. 3-12.

Manoel Filho, J. 1997b. Ocorrência das águas subterrâneas. In: Feitosa, F.A. & Manoel Filho, J. (Coord.). *Hidrogeologia: Conceitos e aplicações*. Fortaleza, CPRM, LABHID-UFPE, p. 13-33.

Mariano, A.P. 2006. *Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel*. Rio Claro, 162p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

Melo, Junior, H.R. & Costi, A.C. Z. 2009. *Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por hidrocarbonetos provenientes de posto de abastecimento de combustível na vila tupi, Porto Velho (RO)*. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/avali_contami.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2009.

Migliorini, R.B.; Lima, Z.M. & Zeilhofer, L.V.A.C. 2006. Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitérios. Região de Cuiabá – MT. *Águas Subterrâneas*, 20(1): 15-28.

Morais, P.R.C. 1998. *Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia*. Porto Velho, CPRM - Serviço Geológico do Brasil - Residência de Porto Velho, 32p.

Naghetini, M. & Pinto, E.J.A. 2007. *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte, CPRM, 552p.

Oliveira, J.I. & Lucas Filho, M. 2004. Consumo per capita de água na cidade de Natal segundo a estratificação socioeconômica. In: SEMINÁRIO HISPANO-BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA, IV, João Pessoa. Anais...João Pessoa. 1 CD-ROM.

Rebouças, A.C. 1992. Impactos ambientais nas águas subterrâneas. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 7., 1992, Belo Horizonte. Anais...* Belo Horizonte, ABAS, p. 11-17.

Rebouças, A.C. Águas subterrâneas. 2006. *In: Giampá, C. E.Q. & Gonçalves, V.G. (Ed.). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos.* São Paulo, Signus Editora, p. 1-41.

Rebouças, A.C. 2002. Águas subterrâneas. *In: Rebouças, A.C.; Braga, B. & Tundisi, J.G. (Organizadores). Águas doces no Brasil: capital ecológico; uso e conservação.* São Paulo, Escrituras Editora, p. 119-151.

Rebouças, A.C.; Feitosa, F.A.C.; Demétrio, J.G.A. Elementos de Hidrologia Subterrâneas. *In: Giampá, C. E.Q. & Gonçalves, V.G. (Ed.). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos.* São Paulo, Signus Editora, p. 71-97.

Silva, G.A. 2009. Água é ruim em 50% dos poços da Grande SP. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/imprensa/Site/pdf/Clipping/Clipping177-2009.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2009.

Thode Jr., H.C. 2002. *Testing for Normality.* New York, Marcel Dekker, 482p.

Veríssimo, L.S. 1999. *A importância das águas subterrâneas para o desenvolvimento socioeconômico do eixo CRAJUBAR, Cariri Ocidental – Estado do Ceará.* Fortaleza, 127p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

CAPÍTULO – 3

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA

Catia Eliza Zuffo
Francisco de Assis Matos de Abreu
Itabaraci Nazareno Cavalcante
Gerson Flôres Nascimento

Submetido: Revista do Instituto Geológico - SP

De: Silvio Hiruma <sthiruma@gmail.com>
Para: catiazuffo@gmail.com

Data: 12 de fevereiro de 2010 13:59
Assunto: Submissão de artigo - Revista do Instituto Geológico

Ilma Sra
Catia Eliza Zuffo
Grupo Acqua Viva - UNIR (RO)

Artigo: Caracterização da qualidade de águas subterrâneas em Rondônia

Prezada Senhora,

Acusamos o recebimento do trabalho acima, submetido para publicação na Revista do Instituto Geológico. Após apreciação dos consultores, notificaremos V. Sa. sobre o parecer e a programação editorial.

Atenciosamente,

Silvio Takashi Hiruma
Editor-Assistente
Revista do IG

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM RONDÔNIA

Catia Eliza ZUFFO¹, Francisco de Assis Matos de ABREU², Itabaraci Nazareno CAVALCANTE³ & Gerson Flôres NASCIMENTO⁴

1. Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará – UFPA. Caixa. Postal 1647, CEP 76801-974, Porto Velho/RO, Brasil. E-mail: catiazuffo@gmail.com

2. Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém/PA – Brasil. Caixa Postal 1611, Campus Universitário do Guamá, CEP 66075-900, Belém/PA, Brasil. E-mail: famatos@ufpa.br

3. Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici - Departamento de Geologia Blocos 912/913. CEP 60450-000 Fortaleza/CE, Brasil. E-mail: ita@fortalnet.com.br

4. Núcleo de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Campus José Ribeiro Filho, NCT, BR 364 Km 9,5 sentido Acre, CEP 78900-500, Porto Velho/RO, Brasil. E-mail: gerσονfn@unir.br

RESUMO:

Com vista a contribuir e aprimorar o processo de gestão das águas rondonienses em andamento, os dados de 384 resultados de análises físico-químicas e/ou bacteriológicas de poços constantes nos arquivos do 2º ZSEE/RO, apresentados por localidades, foram tratados e reorganizados por bacia hidrográfica com a utilização de planilha eletrônica “Excel” e do software Statistica. Buscou-se a caracterização da qualidade de águas subterrâneas nas principais bacias hidrográficas do Estado de Rondônia, considerando propriedades físicas (cor, pH e turbidez), químicas (cloreto, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato, gás carbônico livre e alcalinidade HCO₃) e bacteriológicas (contagem padrão de bactérias, número mais provável de coliformes totais, número mais provável de coliformes fecais e número mais prováveis de colônias - método membrana filtrante). Com as análises foram obtidas informações descritivas e, para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de Kolmogorov-Smirnov, modificado por Lilliefors. O estudo permitiu concluir que as águas subterrâneas analisadas em geral apresentam resultados que excedem os padrões bacteriológicos de potabilidade, necessitando de tratamento por cloração ou fervura e prévia filtração para consumo humano.

Palavras-chave: Qualidade das Águas, Águas Subterrâneas, Rondônia.

ABSTRACT:

In order to contribute and improving the formation process of Rondônia's water management in progress, the 384 results data from physical-chemical and/or bacteriological of wells, contained in the files or the 2nd ZSEE/RO, submitted by cities and they were reorganized by watershed, with the use of the *Excel* spreadsheet and the *Statistica* software. To characterizing the quality of the groundwater in the main watersheds of Rondônia State, the physical properties (color, PH and turbidity), chemicals (chloride, total iron, oxygen consumption, total hardness, magnesium hardness, total solids, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, free dioxide carbon and HCO₃ alkalinity) and bacteriological (bacteria count standard, the most probable number of total coliforms, the most probable number of filtering membrane colonies). With the analysis, descriptive information was obtained and to test the data settings to a normal distribution the method of Kolmogorov-Smirnov, modified by Lilliefors was used. The study concluded that the groundwater analyzed in general present results that exceed the bacteriological standards of potability, requiring treatment by chlorination or boiling and previous filtration before human consumption.

Key-words: Water quality, Groundwater, Rondônia.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com diversidades em vários aspectos como os ambientais, privilegiado em termos de disponibilidade hídrica total, com aproximadamente 12% das reservas mundiais de água doce. Em estudos mais detalhados, no entanto, observam-se situações extremas que variam da abundância à escassez de água. Outro aspecto visível diz respeito à qualidade da água, o que torna imprescindível, cada vez mais, o envolvimento da sociedade civil, dos usuários e do governo, no cuidado, no planejamento e na gestão dos recursos hídricos (BRASIL, 2005b).

Em atendimento a uma proposição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o governo brasileiro decretou a Década Brasileira da Água, de 2005 a 2015, estimulando a sociedade à compreensão da importância da água como elemento essencial para a vida e para o desenvolvimento.

A água, portanto, é um bem comum que deve ser administrado de modo a garantir seu uso múltiplo e a sustentabilidade das várias formas de vida, maximizando o bem-estar social.

Nessa perspectiva, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei nº. 9.433, de 08-01-1997, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentando o Inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal e dando outras providências, constituindo "uma Lei de Organização Administrativa" para este setor (BRASIL, 1997).

Em meados da década de 1990, o consumo total per capita em países relativamente mais desenvolvidos do que o Brasil, ficava aproximadamente entre 500 a 1000 m³/ano (REBOUÇAS, apud REBOUÇAS, 1997). Nesse período, alguns estados brasileiros tinham disponibilidade de água similar a de alguns desses países desenvolvidos, por exemplo: Pernambuco – Brasil (1320 m³/hab/ano), Alemanha (1160 m³/hab/ano), Bahia – Brasil (3028 m³/hab/ano), França (3030 m³/hab/ano), Piauí – Brasil (9608 m³/hab/ano) e Estados Unidos (9940 m³/hab/ano) (REBOUÇAS, 1997). Mesmo com essas marcas de disponibilidade *per capita* ano de água, os estados do Nordeste do Brasil sempre apresentaram, no conjunto, um quadro de escassez de água, caracterizando, assim, a necessidade de melhor gerenciar os recursos hídricos disponíveis.

A gestão de recursos hídricos subterrâneos a partir da implantação de comitês de bacias tem se mostrado uma ferramenta cada vez mais eficiente (BARBOSA & MATTOS, 2006), principalmente quando se trata dos riscos de poluição dessas águas; onde um dos mais sérios

riscos é o associado aos lixões não-controlados e com despejos industriais nocivos (FOSTER, 1993).

O Estado de Rondônia, localizado na porção sudoeste da Amazônia Legal Brasileira, compreende 52 municípios. Apresenta características peculiares, tais como: ser uma área de transição entre os domínios morfoclimáticos amazônico e do cerrado, com várias subdivisões geomorfológicas; e ter um clima quente, com período mais chuvoso de outubro a abril, refletido principalmente na vegetação, drenagem superficial e recarga dos aquíferos.

A Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM (2002), embasada nos estudos de SCANDOLARA et al (1999), afirma que, em relação ao quadro geológico, o Estado de Rondônia está localizado “a oeste da região conhecida como Província Tapajós, também recebendo a denominação de Subprovíncia Madeira, segundo a proposta de Amaral (1984)”. Sinteticamente, destaca-se a presença de rochas do embasamento formadas desde o Proterozóico (Inferior e Médio), ocorrendo também Granitos Intrusivos (Proterozóico Médio e Superior). Nas coberturas, os terrenos vão do Proterozóico Médio a Superior, Paleozóico, Mesozóico (vulcânica e sedimentar) e destacam-se as Coberturas Cenozóicas no Baixo Rio Machado e ao longo do vale dos rios Guaporé, Mamoré e Madeira.

A Lei que institui a política Rondoniense de Recursos Hídricos, em seu artigo Art. 3º, que tem por objetivos básicos promover o uso racional, múltiplo, e o gerenciamento integrado das águas de domínio do Estado, superficiais e subterrâneas, define as seguintes diretrizes:

I – descentralizar a gestão das águas, mediante o gerenciamento por bacia hidrográfica, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos e das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico, assegurada a participação do poder público, dos usuários e da comunidade; (...) (RONDÔNIA, 2002b).

Não existem muitos trabalhos científicos referentes às águas subterrâneas de Rondônia. Dos trabalhos existentes, alguns são relatórios técnicos do Serviço Geológico do Brasil – Residência de Porto Velho – antiga CPRM/REPO. Outros são artigos, monografias, dissertações ou teses, e desses, a maioria concentra-se nas áreas dos dois maiores municípios do Estado, Ji-Paraná e Porto Velho, a capital.

Nos Quadros de 1 a 4 apresentados a seguir, há uma síntese dos trabalhos localizados, contendo aspectos relacionados à qualidade das águas subterrâneas rondonienses. O mais abrangente estudo identificado no contexto estadual abordando a qualidade das águas subterrâneas de Rondônia foi o relatório técnico de hidrogeologia do 2º ZSEE (RONDÔNIA,

1998). Os dados disponibilizados neste trabalho foram apresentados por cidade/distrito, o que motivou a realização deste estudo aqui apresentado, o qual buscou reorganizá-los por bacia hidrográfica, visando subsidiar o processo de gestão das águas rondonienses em andamento.

No Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002, que regulamenta a Lei Complementar nº. 255, de 25 de janeiro de 2002, são reafirmados os princípios básicos, objetivos e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia, bem como os instrumentos de gestão. Nesse decreto é definido que o órgão gestor estadual é a SEDAM, e também é estabelecida a divisão hidrográfica do Estado de Rondônia. Das sete bacias hidrográficas em que o Estado está dividido: rio Guaporé com 59 339.3805 km², rio Mamoré com 22 790.6631 km², rio Abunã com 4 792.2501 km², rio Madeira com 31 422.1525 km², rio Jamari com 29 102.7078 km², rio Machado com 75 838.3162 km² e rio Roosevelt com 15 638.1922 km² (RONDÔNIA, 2002a); apenas as bacias dos rios Guaporé e Roosevelt não foram incluídas neste trabalho, por falta de amostragem (Figura 1).

QUADRO 1: Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Abunã.

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
CAMPOS et al. (1999a)	Área urbana de Nova Califórnia – distrito de Porto Velho	Cacimbas contaminadas pelas fossas domésticas e outras fontes poluentes, necessitando de cloração ou fervura para consumo.
CAMPOS e DREWS (1999)	Área urbana de Extrema – distrito de Porto Velho	Cacimbas contaminadas pelas fossas domésticas e outras fontes poluentes, necessitando de cloração ou fervura para consumo.

QUADRO 2: Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Madeira.

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
BAHIA (1997)	Zona urbana de Porto Velho	- Nitrato e bactérias do grupo coliforme na maioria das amostras de águas subterrâneas; - Há águas subterrâneas pobres em eletrólitos e outras mais ricas.
CAMPOS et al. (2004)	Bairros São João Bosco e Liberdade – Porto Velho	70 % das amostras de nitrato estão com valores acima de 3 mgN/l – indicativo de efeito antrópico.
MELO JR E COSTI (2004)	Bairro Vila Tupi - Porto Velho	Nas amostras de água coletadas em poços, foram identificados valores entre 53 a 193 mg/l de óleos e graxas e 14 a 95 mg/l de hidrocarbonetos.
MELO Jr. et al. (2006)	Bairro Eletronorte – Porto Velho	80% das amostras apresentam indicativo de alteração antrópica na qualidade das águas subterrâneas.
MELO Jr. (2007)	Área urbana de Porto Velho	Estudos demonstram alterações na qualidade das águas do aquífero Jaciparaná – principal fornecedor de água subterrânea para a população da capital rondoniense.
LIMA (2008)	Zona sul de Porto Velho	Várias amostras de águas subterrâneas apresentaram teores de nitrato acima da cota máxima permitida no Brasil que é de 10 mg/l.
LIMA et al. (2008)	Zona sul de Porto Velho	Águas subterrâneas do aquífero livre estão parcialmente contaminadas com teores de nitrato.
RODRIGUES (2008)	Área urbana de Porto Velho	As águas do lençol freático interligadas aos poços amazonas encontram-se com altos índices de contaminação bacteriológica.
COSTA (2008)	Área da Lixeira de Porto Velho	Os poços apresentam alterações significativas nas análises físico-químicas e bacteriológicas.
SOUZA (2008)	Área urbana de Porto Velho	Águas subterrâneas com valores de pH abaixo do recomendado para consumo humano.

QUADRO 3: Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Jamari.

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
CAMPOS et al. (1999b)	Área urbana de Buritis	Ocorrência de contaminação nas águas subterrâneas. Presença de coliformes totais.
CAMPOS et al. (1999c)	Área urbana de Campo Novo de Rondônia	Cacimbas contaminadas pelas fossas domésticas e outras fontes poluentes, necessitando de cloração ou fervura para consumo.
CAMPOS e REIS (2002)	Área urbana de Ariquemes	Valores de nitrato próximos do limite máximo permitido para águas subterrâneas.

QUADRO 4: Informações sobre a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Machado.

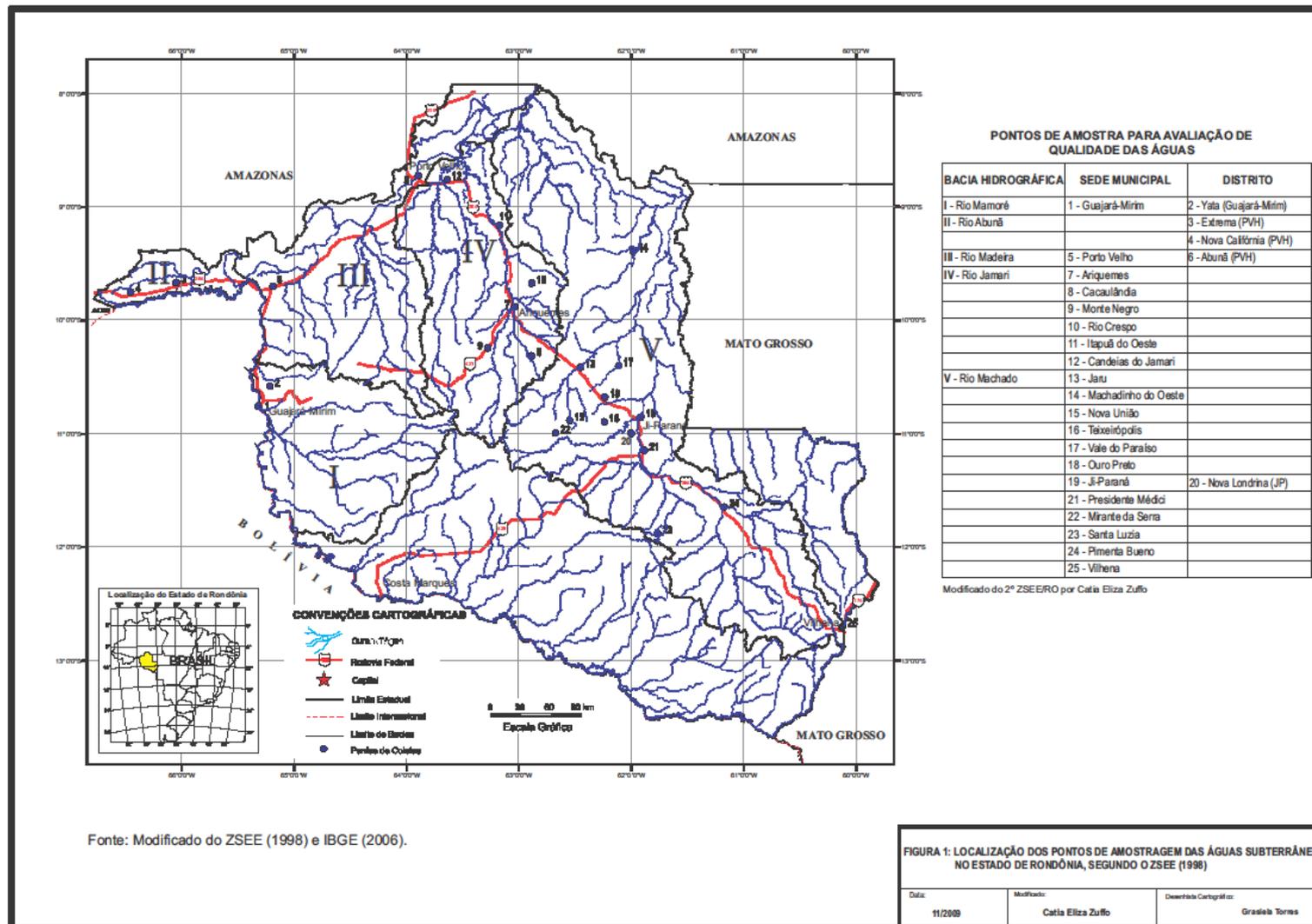
Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
REIS et al. (1998)	Área urbana de Pimenta Bueno	Águas subterrâneas com elevado teor de sais, imprópria para o consumo humano, animal e para irrigação.
SILVA (2001)	Bairro Nova Brasília em Ji-Paraná	Foi detectado, tanto no período das chuvas quanto na estiagem, índices extremamente elevados de coliformes e nitrato na maioria dos poços.
CAMPOS (2004)	Área urbana de Mirante da Serra	Evidências de contaminação por cloretos, nitratos e parâmetros bacteriológicos.
SILVA (2008)	Bairro Nova Brasília em Ji-Paraná	A área pesquisada apresentou-se como um ecossistema de forte vulnerabilidade frente aos processos de contaminação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta e a preservação das amostras de águas subterrâneas, foram feitas da seguinte forma: dividiram-se as amostras em partes iguais e preservaram-se, conforme o parâmetro a determinar, (300 ml, coletados em frasco de polietileno esterilizado, acondicionados em gelo e destinados para análises bacteriológicas e 3000 ml, para as demais determinações) (RONDÔNIA, 1998).

As coletas foram realizadas no período de janeiro/1995 a dezembro/1997, nos poços escavados e tubulares. No entanto, os dados existentes não permitem realizar um estudo evolutivo da composição química d'água subterrânea ao longo dos tempos, porque não se dispõe de resultados analíticos em distintas datas para um mesmo poço.

Como não foi identificada a profundidade dos poços amostrados além da profundidade dos aquíferos explotados, não foi possível estabelecer relações entre a composição química das águas e a geologia. Pelo hábito regional, considera-se que a profundidade média dos poços escavados (poços Amazonas) foi inferior a 20 m e a profundidade das sondagens superior a 20 m.



Para a caracterização da qualidade de águas subterrâneas em cinco das principais bacias hidrográficas do Estado de Rondônia, foram consideradas propriedades físicas (cor, pH e turbidez), bacteriológicas (contagem padrão de bactérias, número mais provável de coliformes totais, número mais provável de coliformes fecais e número mais provável de colônias - método membrana filtrante) e químicas (cloreto, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato (mg/l N), gás carbônico livre e alcalinidade HCO_3). Após coleta e análise laboratorial das amostras, os dados foram organizados em planilha eletrônica, com a utilização do *software Statistica*, foram obtidas informações descritivas sobre valores de mínimo, máximo, média, moda, desvio padrão e coeficiente de variação (FONSECA, 1985; GOMES, 1990).

Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal com 5% de significância, ou seja, se a experiência fosse repetida 100 vezes, admitiu-se que a diferença observada poderia ser falsa em cada 5 ocasiões, sendo utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov com a modificação de LILLIEFORS (1967); tendo em vista que a grande maioria das estatísticas foi construída sob a hipótese de normalidade, razão pela qual é indispensável a aplicação de um teste para verificar a normalidade de um conjunto de dados (THODE JR, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra a distribuição dos 225 pontos de coleta das amostras para as análises físicas que foram realizadas nas bacias estudadas.

TABELA 1: Distribuição de pontos de amostragem com determinações físicas. Fonte: Adaptado de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	Localização dos pontos de amostragem	Nº de Pontos
Mamoré	Guajará-Mirim (3), Nuar de Yata (1)	4
Abunã	Extrema (1), Nova Califórnia (2)	3
Madeira	Porto Velho (131), Distrito de Abunã (1)	132
Jamari	Ariquemes (3), Cacaulândia (3), Candeias do Jamari (9), Itapuã do Oeste (3), Monte Negro (1)	19
Machado	Jaru (1), Ji-Paraná (19), Machadinho D'Oeste (2), Mirante da Serra (1), Distrito de Nova Londrina (1), Nova União (1), Ouro Preto do Oeste (7), Pimenta Bueno (2), Santa Luzia D'Oeste (3), Tarilândia (0), Teixeiraópolis (1), Vale do Paraíso (1), Vilhena (28)	67

As análises químicas foram realizadas a partir da coleta de amostras em 207 pontos distribuídos nas bacias estudadas, conforme dados da Tabela 2.

TABELA 2: Distribuição de pontos de amostragem com determinações químicas. Fonte: Adaptado de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	Localização dos pontos de amostragem	Nº de Pontos
Mamoré	Guajará-Mirim (3), Nuar de Yata (1)	4
Abunã	Extrema (1), Nova Califórnia (2)	3
Madeira	Porto Velho (124), Distrito de Abunã (1)	125
Jamari	Ariquemes (3), Cacaúlândia (3), Candeias do Jamari (9), Itapuã do Oeste (3), Monte Negro (1),	19
Machado	Ji-Paraná (16), Machadinho D'Oeste (2), Mirante da Serra (1), Distrito de Nova Londrina (1), Nova União (1), Ouro Preto do Oeste (7), Pimenta Bueno (1), Santa Luzia D'Oeste (1), Tarilândia (1), Teixeiraópolis (1), Vale do Paraíso (1), Vilhena (23)	56

As determinações bacteriológicas feitas nas águas subterrâneas da área estudada foram realizadas a partir das amostras coletadas em 353 pontos, conforme distribuição da Tabela 3.

TABELA 3: Distribuição de pontos de amostragem com exames bacteriológicos. Fonte: Adaptado de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	Localização dos pontos de amostragem	Nº de Pontos
Mamoré	Guajará-Mirim (3), Nuar de Yata (1)	4
Abunã	Extrema (0), Nova Califórnia (2)	2
Madeira	Porto Velho (235), Distrito de Abunã (1)	236
Jamari	Ariquemes (4), Cacaúlândia (3), Candeias do Jamari (13), Itapuã do Oeste (6), Monte Negro (1)	27
Machado	Ji-Paraná (22), Machadinho D'Oeste (2), Mirante da Serra (1), Distrito de Nova Londrina (1), Nova União (1), Ouro Preto do Oeste (8), Pimenta Bueno (5), Presidente Médici (3), Santa Luzia D'Oeste (3), Tarilândia (1), Teixeiraópolis (1), Vale do Paraíso (1), Vilhena (35)	84

Após a obtenção dos resultados analíticos das amostras de água, foi realizada análise numérica simples, e obtidos alguns parâmetros estatísticos como valor mínimo, valor máximo, valor médio e coeficiente de variação dos distintos parâmetros analisados nos poços amostrados das bacias hidrográficas estudadas. Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de Kolmogorov-Smirnov, modificado por LILLIEFORS (1967).

De um modo geral, foi observado que a maioria das amostras de água analisadas apresenta temperatura relacionada com as temperaturas médias do ambiente no momento da coleta, cujas medidas nos poços estudados oscilaram entre 4°C e 30°C.

A Tabela 4 mostra a distribuição dos valores médios da cor (mg Pt/l), pH e turbidez (UT) obtidos nas bacias estudadas.

TABELA 4: Valores Médios de Propriedades Físicas. Fonte: Modificada de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	Cor (mg Pt/l)	pH	Turbidez (UT)
Mamoré	4.375	4.758	4.000
Abunã	0.833	5.433	9.000
Madeira	15.077	5.609	10.296
Jamari	6.579	5.213	5.992
Machado	6.667	6.011	2.265
Rondônia	11.641	6.099	7.794

No período de estudo, mais de 48% das amostras apresentaram cor igual a 5 ppm de Pt e 10% apresentaram valores > 5 ppm de Pt, tendo sido registrado o maior valor de cor em Porto Velho, na bacia do Madeira (500 mg/l de Pt), ultrapassando os limites de potabilidade fixados em até 15 mg/l de Pt, único caso que ultrapassou o valor médio registrado no Estado de Rondônia, conforme Tabela 4 (BRASIL, 2004).

Deve-se esperar que as águas de poços com valores de cor maior que 15 mg/l tenham sua cor devida à existência de substâncias dissolvidas em solução (orgânicas ou inorgânicas). Essas substâncias podem ser devidas, em muitos casos, à dissolução do Fe⁺⁺ ou de seus complexos metálicos, o que lhes conferem uma coloração característica de águas que percolam solos lateríticos.

Os dados de pH das amostras analisadas apresentam valores que oscilam entre 3.00 em Vilhena e 9.12 em Nova União, ambas na bacia do Machado, sendo que a maioria das águas apresenta valores de pH entre 5.1 e 5.5 (Tabela 4). Considerando os valores médios (Tabela 4) das bacias estudadas, apenas o valor médio da bacia do rio Machado se mantém na faixa de 6 a 9.5 recomendada para consumo humano (BRASIL, 2004).

No estudo de contaminação de um lençol freático na cidade de Ji-Paraná, SILVA (2008) constatou que em todos os pontos e em todas as 12 profundidades amostradas, o Δ pH, (diferença

entre o pH em KCl e o pH em H₂O) registrado foi negativo, exceto em duas camadas; tal resultado permitiu concluir que o Δ pH indicou que o íon nitrato, por ser também de carga negativa, não estava sendo adsorvido nessas camadas de solo, facilitando sua permanência em solução na água infiltrada. Na análise físico-química da água para abastecimento público da cidade de Porto Velho, SOUZA (2008) confirmou que a maioria dos teores de pH ficaram com valores menores do que 6, abaixo dos valores recomendados que variam de 6.5 a 9 (BRASIL, 2004).

Os valores menores de pH (que estariam associados aos solos da região, que são ácidos), devem-se às elevadas concentrações de CO₂ dissolvido na água, resultantes dos processos de decomposição da matéria orgânica que libera CO₂.

Todos os valores médios de pH das bacias estudadas ficaram abaixo do valor médio encontrado para o Estado de Rondônia (Tabela 4). Os valores médios de pH encontrados nesta pesquisa se assemelham aos valores médios encontrados em MORAIS (1998) nas bacias hidrográficas dos rios Madeira (com 13 amostras e valor médio de pH igual a 5,46), Jamari (com 2 amostras e valor médio de pH igual a 6,83) e Machado (com 12 amostras e valor médio de pH igual a 5,13).

Os resultados de turbidez das análises das águas de poços das bacias rio Mamoré e rio Machado apresentaram valores menores que 5 UT, que são aceitáveis para consumo humano, pois os limites recomendados são de no máximo 5 UT (BRASIL, 2004).

Os valores médios de turbidez das bacias do Abunã e do Madeira ficaram acima do valor médio do Estado de Rondônia, enquanto os valores médios das bacias do Mamoré e Machado ficaram abaixo do valor médio de Rondônia (Tabela 4).

A aplicação do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, com a modificação de LILLIEFORS, mostrou que somente as variáveis Cor na bacia Mamoré ($p < 0.1$), pH nas bacias Machado ($p < 1.0$), Madeira ($p < 0.1$), Mamoré ($p < 1.0$) e turbidez na bacia do Jamari (0.15) tiveram distribuição normal com 5% de significância.

Com relação aos parâmetros bacteriológicos, em função da complexidade e do custo, foram analisados somente organismos indicadores da ocorrência de contaminação fecal. Esses organismos, quando presentes na água, evidenciam o risco da presença de organismos

patogênicos. Os coliformes são indicadores específicos da presença potencial de organismos patogênicos de origem fecal na água.

A presença de coliformes totais (CT) nas águas pode estar associada às características do terreno, uma vez que a textura do solo, a espessura e a permeabilidade da zona não saturada influem na capacidade de purificação do meio.

Observou-se, nos poços amostrados, a presença de coliformes totais, com teores que variam de 1 a 2.4×10^3 NMP/100 ml, sendo que 22 % deles apresentam valores maiores ou iguais a 2.4×10^3 NMP/100 ml. Em geral, as águas são inaceitáveis para consumo humano, precisando de fervura e cloração.

O valor médio de contagem padrão de bactérias em Rondônia (324.96 Colônias/ml) ficou abaixo dos valores médios de todas as bacias estudadas (Tabela 5). Quanto ao número mais provável de coliformes totais, a bacia do rio Madeira foi a única que ficou com valor médio (488.73 NMP/ml) abaixo do valor médio de Rondônia (502.43 NMP/ml). O número mais provável de coliformes fecais teve maior valor médio na bacia do Madeira (204.73 NMP/ml). Com relação ao número mais provável de colônias membranas filtrantes na bacia do Mamoré, foi encontrado o maior valor médio (70.30 NMP/ml) da área estudada.

A Tabela 5 contém os valores médios amostrados de CPB (Contagem Padrão de Bactérias - Colônias/ml), CT (Número mais provável de Coliformes Totais - NMP/ml), CF (Número mais provável de Coliformes Fecais - NMP/ml) e CMF (Número mais provável de Colônias - Membrana Filtrante - NCMF/ml), nas bacias hidrográficas estudadas.

TABELA 5: Parâmetros médios bacteriológicos nas bacias estudadas. Fonte: Modificada de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	CPB	CT	CF	CMF
Mamoré	500.50	608.23		70.30
Abunã	501.00	855.00		35.00
Madeira	313.51	488.73	204.73	63.20
Jamari	374.29	631.467	2.00	9.38
Machado	342.53	524.59	1.43	44.90
<i>Rondônia</i>	324.96	502.43	124.75	54.33

Pelo teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, com a modificação de LILLIEFORS, foi possível identificar que somente as variáveis CPB (Contagem Padrão de Bactérias) na bacia

do Mamoré ($p < 0.2$) e CMF (Colônias Membrana Filtrante) na bacia do Mamoré ($p < 0.1$) tiveram distribuição normal com 5% de significância.

No contexto das propriedades químicas dos dados analisados, a medida do oxigênio consumido permitiu avaliar a disponibilidade de oxigênio para oxidar a matéria orgânica dissolvida ou em solução, considerando-se que o material redutor existente na água fosse, predominantemente, matéria orgânica.

Nas amostras analisadas, os valores de oxigênio consumido oscilaram entre 0 mg/l de O_2 (em Itapuã do Oeste na bacia do Jamari e, nos municípios de Ji-Paraná, Machadinho D'Oeste, Pimenta Bueno e Vilhena, na bacia do Machado) e 21 mg/l de O_2 em Porto Velho na bacia do Madeira. Os maiores valores evidenciaram maior quantidade de matéria orgânica. O valor médio de oxigênio consumido encontrado para o Estado de Rondônia foi de 2.57 mg/l de O_2 , maior do que os valores médios de todas as bacias estudadas (Tabela 6).

Os sólidos totais dissolvidos apresentaram valores mais elevados em Ji-Paraná, na bacia do Machado, e, em Porto Velho, na bacia do Madeira. Os valores mais baixos estão associados a terrenos cristalinos. Os valores mais frequentes ficaram compreendidos entre 101 e 250 mg/l. O valor mais elevado ficou em 1215 mg/l, encontrado na bacia do Madeira.

Os valores de alcalinidade HCO_3 expressaram a contribuição dos íons bicarbonato em solução existente nessas águas. A alcalinidade da água reflete sua capacidade de neutralizar ácidos. Nas amostras analisadas, os valores oscilaram entre 0 (Pimenta Bueno) e 180 mg/l de $CaCO_3$ (Machadinho D'Oeste), na bacia do Machado.

Nas águas analisadas, foram encontrados valores de dureza total que variaram entre 0 e 100 mg/l de $CaCO_3$. Os valores de dureza em Ca^{++} variaram entre 0 e 37.2 mg/l de $CaCO_3$ e os valores de dureza em Mg^{++} oscilaram entre 0 e 82 mg/l de $CaCO_3$.

A dureza da água é causada pela presença de cátions metálicos divalentes, principalmente Ca^{++} e Mg^{++} . As águas subterrâneas da área estudada são consideradas brandas ou moderadamente duras (águas com dureza até 60 mg/l de $CaCO_3$ são consideradas brandas e de 61 a 120 mg/l de $CaCO_3$ moderadamente duras). Na análise físico-química da água para abastecimento público em Porto Velho, SOUZA (2008) registrou teores de dureza total que estavam em conformidade com os valores máximos permitidos de potabilidade (BRASIL, 2004).

Considerando o grau de dispersão proposto por GOMES (1990), dos teores das variáveis, medidos pelo coeficiente de variação (CV), foi possível identificar, de acordo com os

dados da Tabela 6, a seguir, que o nitrogênio nitrato e o gás carbônico livre (na bacia do Mamoré), juntamente com o cloreto, os sólidos totais, o nitrogênio nitrato, o gás carbônico livre e a Alcalinidade HCO_3 (na bacia do Abunã) apresentaram baixa dispersão. Nos demais casos dos dados da Tabela 6, a dispersão foi muito alta.

Nesta pesquisa, o teor médio de nitrato na bacia hidrográfica do Madeira foi de 1.53 mg/l (Tabela 6). MELO JUNIOR et al. (2006) identificaram que 80% das amostras estudadas em uma zona urbana de Porto Velho apresentaram teores de nitrato acima de 3.0 mg/l. No trabalho de LIMA (2008), realizado com amostras de 90 poços utilizados pela população da zona sul no perímetro urbano da cidade Porto Velho, localizada na bacia hidrográfica do rio Madeira, 21 poços apresentaram teores de nitrato superior ao valor máximo permitido que é de 10 mg/l (BRASIL, 2004).

Após a aplicação do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, com a modificação de LILLIEFORS foi possível identificar que somente o variável Cloreto na bacia Mamoré ($p < 0.15$), Sulfato na bacia Mamoré ($p < 0.20$) e Alcalinidade HCO_3 na bacia do Jamari ($p < 0.10$) tiveram distribuição normal com 5% de significância.

A Tabela 6 mostra uma descrição estatística simples das variáveis V1 = Cloreto (mg/l Cl), V2 = Ferro total (mg/l Fe), V3 = Sulfato (mg/l SO_4), V4 = Oxigênio consumido (mg/l O_2), V5 = Dureza total (mg/l CaCO_3), V6 = Dureza em cálcio (mg/l CaCO_3), V7 = Dureza em magnésio (mg/l CaCO_3), V8 = Sólidos totais (mg/l), V9 = Nitrogênio nitrito (mg/l N), V10 = Nitrogênio nitrato (mg/l N), V11 = Gás carbônico livre (mg/l CO_2) e V12 = Alcalinidade HCO_3 (mg/l CaCO_3), nas bacias estudadas.

Considerando a dispersão dos dados, medida pelo coeficiente de variação nos resultados estatísticos das análises químicas para as bacias hidrográficas dos rios Madeira e Machado, identificou-se, a partir da análise e comparação dos resultados de MORAIS (1998), algumas semelhanças com os dados estatísticos obtidos neste trabalho, nos atributos de sólidos totais e alcalinidade, na bacia hidrográfica do rio Madeira (13 amostras) e; de cloreto, dureza em cálcio e alcalinidade, na bacia hidrográfica do rio Machado (12 amostras). No caso da bacia hidrográfica rio do Jamari (2 amostras), os valores de dispersão encontrados em MORAIS (1998), conforme Tabela 7, ficaram abaixo dos valores desta pesquisa, considerando os atributos de cloreto, ferro total, sulfato, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais e alcalinidade.

TABELA 6: Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias estudadas. Fonte: Modificada do ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Bacia	Medida	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	V 10	V 11	V 12
Mamoré	Máx	39.98	0.41	3.26	2.90	0.00	0.00	0.00	220.00	0.01	1.60	90.10	20.00
	Mín	5.98	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	113.00	0.00	1.45	78.00	8.00
	X	17.74	0.20	1.00	1.85	0.00	0.00	0.00	166.50	0.00	1.53	87.05	12.00
	CV	86.16	140.18	154.65	80.27	scna	scna	scna	45.44	200.00	6.86	6.93	45.13
	Valor p	0.15	scna	0.20	scna	scna	scna	scna	Scna	0.01	Scna	0.01	0.05
Abunã	Máx	4.99	scna	0.00	3.00	30.00	26.65	8.50	28.00	0.01	0.25	90.10	100.00
	Mín	4.90	scna	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	28.00	0.00	0.25	90.00	8.00
	X	4.93	scna	0.00	1.60	10.00	8.88	2.83	28.00	0.00	0.25	90.03	38.67
	CV	1.05	scna	Scna	123.74	173.21	173.21	173.21	0.00	173.21	0.00	0.06	1.05
	Valor p	0.05	Scna	Scna	scna	0.05	0.05	0.05	Scna	0.05	Scna	0.05	0.05
Madeira	Máx	619.75	9.08	48.24	21.00	100.00	37.20	12.15	1215.00	4.90	7.45	99.00	135.00
	Mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
	X	33.64	0.16	1.83	2.29	9.52	2.98	0.47	105.66	0.06	0.80	56.71	28.94
	CV	222.48	582.87	283.54	152.63	207.78	220.57	300.79	140.13	717.87	180.67	63.86	86.49
	Valor p	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Jamari	Máx	169.90	0.81	37.40	7.00	30.00	9.60	1.94	386.00	0.09	4.44	90.10	40.00
	Mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	4.20	6.00
	X	16.36	0.11	7.66	1.65	4.42	1.12	0.27	63.86	0.01	0.98	74.49	21.32
	CV	241.67	234.65	172.75	102.36	208.31	227.54	231.45	133.11	240.43	115.39	43.21	61.09
	Valor p	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01
Machado	Máx	464.81	199.90	27.37	13.00	100.00	20.80	82.00	939.00	1.20	13.11	90.10	180.00
	Mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	3.00
	X	23.62	4.28	1.88	1.82	13.42	3.75	2.56	160.71	0.05	0.73	56.46	45.81
	CV	281.61	673.57	255.44	144.91	175.39	162.07	436.55	100.65	428.88	277.39	66.77	73.6
	Valor p	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rondônia	X	29.65	2.05	2.85	2.57	10.38	3.52	1.51	115.51	0.57	1.34	59.45	32.93
	CV	232.71	867.95	333.14	295.28	202.15	262.90	602.66	127.38	1272.62	558.60	61.11	86.88
	Valor p	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Max = valor máximo, Mín = Valor mínimo, X = Média aritmética, CV = Coeficiente de variação, valor p = nível de significância no teste Kolmogorov-Smirnov com modificação de Lilliefors, scna = sem condição numérica para análise. V1 = Cloreto (mg/l Cl), V2 = Ferro total (mg/l Fe), V3 = Sulfato (mg/l SO₄), V4 = Oxigênio consumido (mg/l O₂), V5 = Dureza total (mg/l CaCO₃), V6 = Dureza em cálcio (mg/l CaCO₃), V7 = Dureza em magnésio (mg/l CaCO₃), V8 = Sólidos totais (mg/l), V9 = Nitrogênio nitrito (mg/l N), V10 = Nitrogênio nitrato (mg/l N), V11 = Gás carbônico livre (mg/l CO₂) e V12 = Alcalinidade HCO₃ (mg/l CaCO₃)

TABELA 7: Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias dos rios Madeira, Jamari e Machado. Fonte: Modificada de MORAIS (1998).

Bacia	Medida	Cloreto	Ferro Total	Sulfato	Dureza Total	Dureza em Cálcio	Dureza em Magnésio	Sólidos Totais	Alcalinidade
Madeira	Máx	16,83	0,52	274,41	280,00	101,00	13,16	588,00	217,50
	Mín	1,02	0,02	0,18	2,40	0,16	0,02	18,00	0,83
	X	5,00	0,12	84,71	82,75	25,99	2,33	132,92	90,86
	CV	101,15	119,57	88,46	101,93	147,24	168,58	138,60	64,81
Jamari	Máx	15,30	0,11	101,00	72,60	12,80	6,82	158,00	65,00
	Mín	4,59	0,06	101,00	63,00	8,96	6,44	144,00	62,50
	X	9,95	0,08	101,00	67,80	10,88	6,63	151,00	63,75
	CV	76,15	43,65	0,00	10,01	24,96	4,05	6,56	2,77
Machado	Máx	101,00	0,87	101,00	103,20	15,31	11,36	200,00	115,00
	Mín	0,75	0,00	0,18	2,20	0,26	0,02	18,00	0,89
	X	12,79	0,11	42,38	34,33	3,90	2,69	82,17	46,52
	CV	219,89	213,65	122,13	104,27	113,66	122,47	65,96	89,72

Máx = valor máximo, Mín = Valor mínimo, X = Média aritmética, CV = Coeficiente de variação.

O processo de contaminação de água dos poços das bacias hidrográficas estudadas é diretamente proporcional ao adensamento populacional. No caso particular da bacia hidrográfica do rio Madeira, com o maior adensamento populacional do Estado, os dados da Tabela 8 mostram, por exemplo, que o valor máximo do teor de nitrato encontrado na pesquisa em 1997 (RONDÔNIA, 1998) foi de 7,45 mg/l e, de acordo com o resultado de algumas pesquisas na mesma bacia hidrográfica, sobre a mesma variável (nitrato) em anos posteriores, os resultados foram cada vez mais crescentes, conforme dados da Tabela 8.

TABELA 8: Valores de nitrato (mg/l) em amostras de água de poços na bacia hidrográfica do rio Madeira de 2002 até 2007.

AUTOR	ANO					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
SOUZA (2008)	0,007	< 0,1	-	0,4	1,8	1,4
COSTA (2008)						13,07
LIMA (2008)						114,72

3.1 Aptidão das águas subterrâneas para consumo humano

A análise restringiu-se aos aspectos mais genéricos da qualidade das águas para consumo humano, apresentando as principais restrições ao uso com base nas características físicas e químicas conhecidas. Utilizou-se como referência o padrão de potabilidade constante na Portaria n°. 518/2004 do Ministério da Saúde e na Tabela 9 são mostrados os limites máximos permissíveis de alguns parâmetros, seguindo o mesmo padrão utilizado para as observações sobre os resultados das águas subterrâneas do Estado de Rondônia (BRASIL, 2004).

TABELA 9: Limites para potabilidade das águas subterrâneas. VMP = valor máximo permitido pela Portaria n°. 518/2004 do Ministério da Saúde. Fonte: Adaptado de ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Parâmetros	VMP	Observações (Estado de Rondônia)
Cor	15 mg Pt/l	Valores excessivos pouco freqüentes
Turbidez	5 UT	Valores elevados em algumas amostras
pH	6.0 a 9.5	Em geral valores muito baixos são freqüentes. Com restrições locais
Sólidos totais dissolvidos	1000 mg/l	Sem restrições
Dureza total	500 mg/l de CaCO ₃	Sem restrições
Cloretos	250 mg/l	Valores elevados em algumas amostras
Sulfatos	250 mg/l	Sem restrições
Nitratos	10 mg/l	Restrições locais. Teores excessivos são comuns em algumas áreas
Ferro Total	0.3 mg/l	Valores elevados em algumas amostras

As principais restrições referem-se aos valores muito baixos de pH e aos teores excessivos de nitratos e ferro total. De forma secundária, encontram-se como fatores restritivos, concentrações acima dos limites de cor, turbidez e cloretos em algumas amostras.

3.2 Aptidão das águas subterrâneas para a dessedentação de animais

Os critérios para estabelecer a qualidade das águas para o consumo por animais não estão tão bem definidos quanto os utilizados para o consumo humano. A complexidade para estabelecer parâmetros de água para consumo animal está associada a variáveis que dependem

não só da espécie, mas também da variedade dos animais, bem como do tipo de alimentação e do clima. Nas Tabelas 10 e 11, constam alguns valores de referências de STD (sólidos totais dissolvidos) para consumo animal.

TABELA 10: Limites de STD nas águas subterrâneas para uso em pecuária. Fonte: LOGAN apud SANTOS (1997)

STD (mg/l)	Qualidade
≤ 2.500	Boa
De 2.500 a 3.500	Satisfatória
De 3.500 a 4.500	Ruim
> 4.500	Insatisfatória

TABELA 11: Limites de STD nas águas subterrâneas para consumo animal. Fonte: Mackee & Wolf apud Santos (1997).

STD (mg/l)	Animal
2.860	Aves
4.220	Porcos
6.435	Cavalos
7.180	Gado (leite)
10.000	Gado (corte)
12.900	Carneiro

As águas subterrâneas do Estado de Rondônia apresentaram valores médios de sólidos dissolvidos mais baixos do que 250 mg/l. Foram registrados os valores anômalos de 1215 mg/l em Porto Velho, na bacia do Rio Madeira, e 939 mg/l em Ji-Paraná, na bacia do rio Machado, que podem ser explicados pelas localizações em cidades de maior concentração populacional e crescente processo de industrialização e, portanto, maior vulnerabilidade à poluição de sólidos dissolvidos.

3.3 Aptidão das águas subterrâneas para irrigação

Considerando os dados analisados neste trabalho e levando em conta os limites estabelecidos para as águas de classe 3 na Resolução nº. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005a), a Tabela 12 mostra os limites de alguns parâmetros de água para irrigação que foram utilizados para observar as águas subterrâneas do Estado de Rondônia.

TABELA 12: Limites de parâmetros nas águas subterrâneas para irrigação. VMP = valor máximo permitido pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA. Fonte: Adaptado ZONEAMENTO SÓCIO-ECONÔMICO-ECOLÓGICO DO ESTADO DE RONDÔNIA, 1998.

Parâmetros	VMP	Valores Médios (Rondônia)
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/l	115.51 mg/l
Cloreto total	250 mg/l Cl	29.65 mg/l Cl
Ferro dissolvido	5.0 mg/l Fe	2.05 mg/l Fe
Nitrato	10.0 mg/l N	1.34 mg/l N
Nitrito	1.0 mg/l N	0.57 mg/l N
Sulfato total	250 mg/l SO ₄	2.85 mg/l SO ₄

Muito embora os valores médios encontrados no Estado de Rondônia não tenham ultrapassado os valores máximos permitidos para as variáveis consideradas na Tabela 12; com exceção do sulfato total nas 5 bacias hidrográficas, os valores máximos de sólidos dissolvidos totais, cloreto total, ferro total e nitrito encontrados nas bacias do Madeira e do Machado ficaram acima do valor máximo permitido; além de nitrato na bacia do rio Machado.

4 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos e os padrões estabelecidos para cor, potencial hidrogeniônico e turbidez a maioria das águas subterrâneas do Estado de Rondônia pode ser considerada de boa qualidade físico-organoléptica.

Os dados de parâmetros bacteriológicos nas bacias estudadas, indicadores de contaminação fecal, estão distribuídos de forma não muito homogênea.

Alguns dados de parâmetros químicos ficaram fora dos limites aceitáveis, indicando, pontualmente, qualidade imprópria de água para o consumo humano.

As bacias do rio Madeira e do rio Machado apresentaram, de um modo geral, maiores alterações no conjunto de informações estudadas, particularmente nos teores de pH, cloreto e nitrato, caracterizando perda de qualidade dos recursos hídricos subterrâneos nessas bacias, tendo em vista que as mesmas possuem os maiores adensamentos populacionais de Rondônia e não foram adotadas medidas satisfatórias para utilização racional dos referidos recursos.

Os valores máximos de nitrato ilustraram de forma significativa o avanço da contaminação na bacia hidrográfica do rio Madeira, evoluindo de 7,42 mg/l, no ano de 1997 (ano de coleta dos dados apresentados no relatório de Hidrogeologia do 2º ZEE/RO – RONDÔNIA, 1998), para 114,72 mg/l (em 2007, resultados de outras pesquisas).

A dispersão de teores das variáveis foi medida pelo coeficiente de variação com base em valores sugeridos para experimentos de campo com culturas agrícolas, conseqüentemente, não deve ser aplicado a recursos hídricos onde as condições experimentais diferem significativamente de outros experimentos de campo. Dessa forma, fica evidenciada a necessidade de se estudar a distribuição dos valores de coeficiente de variação em pesquisas com recursos hídricos na área estudada.

Os parâmetros utilizados para representarem as características físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas das bacias estudadas, além de servirem como um subsídio comparativo a estudos mais recentes podem ser úteis para se estabelecer um índice da qualidade das águas subterrâneas de Rondônia.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SEPLAN/RO, pela autorização para utilização dos dados e informações disponíveis no Relatório de Hidrogeologia do 2º ZSEE/RO (1998) e aos revisores, pelas sugestões que aprimoraram este trabalho que faz parte da tese “Gestão Integrada das Águas em Rondônia” (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo no PPGG/UFPA.

6 REFERÊNCIAS

BAHIA, M.A.S. 1997. Caracterização Biogeoquímica de Águas Subterrâneas da Zona Urbana de Porto Velho. Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Dissertação de Mestrado.

BARBOSA, C.M.S.; MATTOS, A. 2006. Gestão participativa das águas subterrâneas. *In*: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Curitiba, *Anais* (CD-Rom).

BRASIL. 2004. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS nº. 518/2004. Brasília. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: Ago. 2009.

BRASIL. 2005a. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº. 357 de 17 de março de 2005. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: Ago. 2009.

BRASIL. 2005b. Ministério do Meio Ambiente. II Conferência Nacional do Meio Ambiente: Política ambiental integrada e uso sustentável dos recursos naturais. Texto-base. Brasília, MMA.

BRASIL. 1997. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, MMA.

CAMPOS, J.C.V. 2004. Contaminação das águas subterrâneas na cidade de Mirante da Serra (RO). *In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, Cuiabá, *Anais* (CD-Rom).

CAMPOS, J.C.V. & DREWS, M.G.P. (1999). Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do distrito de Extrema município de Porto Velho RO. Relatório Técnico – convênio CPRM/FNS. Porto Velho.

CAMPOS, J.C.V.; DREWS, M.G.P.; SCANDOLARA, J.E. 1999a. Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do distrito de Nova Califórnia município de Porto Velho RO. Relatório Técnico – convênio CPRM/FNS. Porto Velho.

CAMPOS, J.C.V.; DREWS, M.G.P.; SCANDOLARA, J.E. 1999b. Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do município de Buritis Estado de Rondônia. Relatório Técnico – convênio CPRM/FNS. Porto Velho.

CAMPOS, J.C.V.; DREWS, M.G.P.; SCANDOLARA, J.E. 1999c. Avaliação do potencial hidrogeológico da área urbana do município de Campo Novo de Rondônia RO. Relatório Técnico – convênio CPRM/FNS. Porto Velho.

CAMPOS, J.C.V.; REIS, M.R.A. 2002. Subprograma de apoio ao desenvolvimento dos municípios da Amazônia – ADEMA. Município de Ariquemes, Estado de Rondônia. Recursos hídricos. *Série ADEMA*, vol. 3. Porto Velho: CPRM.

CAMPOS, J.C.V., SILVA Fº, E.P. e OLIVEIRA, I.R. 2004. Contaminação do Aquífero Jaciparaná na Cidade de Porto Velho-RO. *In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, Cuiabá, *Anais* (CD-Rom).

COSTA, A.F. 2008. Emprego do método da eletro-resistividade na caracterização da área da lixeira de Porto Velho – RO assentada em meio fraturado. Instituto de Geociências e Ciências

Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, 128p.

FONSECA, J.S. 1985. Estatística aplicada. São Paulo, Editora Atlas.

FOSTER, S. 1993. Poluição das águas subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe com relação ao abastecimento de água potável. Tradução de Ricardo Hirata. São Paulo: Instituto Geológico (Boletim, 10).

GOMES, F.P. 1990. Curso de estatística experimental. 12. ed. São Paulo: Nobel.

LILLIEFORS, H.W. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, Washington, v.62, n.318, p.399-402.

LIMA, M.L.A. 2008. Águas subterrâneas potencialmente impactadas por nitrato (NO₃) na área urbana da cidade de Porto Velho: um estudo da geografia da saúde. Mestrado em Geografia, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Dissertação de Mestrado, 76p.

LIMA, M.L.A.; CHAVES, C.A.P.; MELO JUNIOR, H.R.; SIMÃO, F.B. 2008. Aplicação de métodos geoestatísticos para mapeamento de área de risco em saúde pública no município de Porto Velho-RO. *Vita et Sanitas*, Trindade/GO, v. 2, n. 02.

MELO JUNIOR, H.R. & COSTI, A.C.Z. 2004. Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por hidrocarbonetos provenientes de posto de abastecimento de combustível na Vila Tupi, Porto Velho (RO). In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Cuiabá, *Anais* (CD-Rom).

MELO JUNIOR, H.R. et al. 2006. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em uma zona urbana da Amazônia brasileira: estudo de caso do bairro Eletronorte, Porto Velho (RO). In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Curitiba, *Anais* (CD-Rom).

MELO JUNIOR, H.R. 2007. Amazônia planeta água – paradoxos sobre a gestão das águas subterrâneas na maior bacia hidrográfica do Planeta: estudos de casos em Porto Velho (RO) e Rio Branco (AC). In: X SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, Porto Velho, *Anais*, p.503-505.

MORAIS, P.R.C. 1998. Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia: texto explicativo. Porto Velho: CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Residência de Porto Velho.

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

REIS, M.R.; MORAIS, P.R.C.; ADAMY, A. 1998. Programa de integração mineral em municípios da Amazônia – Primaz, Pimenta Bueno – Estado de Rondônia. Recursos hídricos. *Série PRIMAZ*, vol. 8. Porto Velho: CPRM.

RODRIGUES, E.R.D. 2008. Avaliação Espacial da Qualidade da Água Subterrânea na Área Urbana de Porto Velho – Rondônia / Brasil. Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Dissertação de Mestrado.

RONDÔNIA, 1998. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO. Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia. Relatório de Hidrogeologia. Rondônia: Planaflo.

RONDÔNIA, 2002a. Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002. Porto Velho: SEDAM.

RONDÔNIA, 2002b. Lei Complementar nº. 255 de 25 de janeiro de 2002. Porto Velho: SEDAM.

SANTOS, A.C. 1997. Noções de hidroquímica. *In*: Hidrogeologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE. p. 81-108.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. 2002. Atlas Geoambiental de Rondônia. Organizadores: FERNANDES, L.C.; GUIMARÃES, S.C.P. Porto Velho: SEDAM.

SILVA, A.C. 2001. Potabilidade das águas subterrâneas de Ji-Paraná. Estudo de caso: Bairro Nova Brasília. Mestrado em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro-SP, Dissertação de Mestrado.

SILVA, A.C. 2008. Estudo da contaminação do lençol freático através da integração de técnicas geoquímicas e geofísicas em Ji-Paraná, RO. Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro-SP, Tese de Doutorado.

SOUZA, S.A.S. 2008. Análise físico-química da água para abastecimento público da cidade de Porto Velho. Licenciatura Plena em Química, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Monografia de Conclusão de Curso.

THODE JR., H.C. 2002. Testing for Normality. Marcel Dekker, New York.

CAPÍTULO – 4

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA

Catia Eliza Zuffo
Gerson Flôres Nascimento
Francisco de Assis Matos de Abreu
Itabaraci Nazareno Cavalcante

Submetido: Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ

De: ismar@geologia.ufrj.br
Para: Catia Eliza Zuffo <catiazuffo@gmail.com>

Data: 2 de março de 2010 11:44
Assunto: Re: Submissão de Artigo ao Anuário do Inst Geociências - UFRJ em 28fev10
enviado por: geologia.ufrj.br

Prezada Sra. Catia Zuffo,

Venho através deste acusar o recebimento de seu artigo e informar que o mesmo já foi encaminhado para avaliação de nossos consultores.
Cordialmente,

Ismar de Souza Carvalho
Editor do Anuário Igeo

Citando Catia Eliza Zuffo <catiazuffo@gmail.com>:

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM RONDÔNIA

Catia Eliza Zuffo¹; Gerson Flôres Nascimento²;
Francisco de Assis Matos de Abreu³ & Itabaraci Nazareno Cavalcante⁴

¹ Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará – UFPA. Caixa. Postal 1647, CEP 76801-974, Porto Velho/RO.

² Núcleo de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Campus José Ribeiro Filho, NCT, BR 364 Km 9,5 sentido Acre, CEP 78900-500, Porto Velho/RO.

³ Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém - PA – Brasil. Caixa Postal 1611, Campus Universitário do Guamá, CEP 66075-900, Belém/PA.

⁴ Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará – UFC. Campus Universitário do Pici - Departamento de Geologia Blocos 912/913. CEP 60450-000 Fortaleza/CE.

E-mails: catiazuffo@gmail.com, gersonfn@unir.br, famatos@ufpa.br, ita@fortalnet.com.br

Resumo:

Com vista a contribuir e aprimorar o processo de gestão das águas rondonienses em andamento, os dados de 64 resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas de rios, constantes nos arquivos do 2º ZSEE/RO, apresentados por rio ou igarapé e município, foram tratados e reorganizados por bacia hidrográfica, através do uso de planilha eletrônica “Excel” e do software *Statistica*. Buscou-se a caracterização da qualidade de águas superficiais nas principais bacias hidrográficas do Estado de Rondônia, considerando propriedades físicas (temperatura, cor, pH e turbidez), químicas (oxigênio dissolvido, odor, cloreto, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato, gás carbônico livre e alcalinidade HCO₃) e bacteriológicas (contagem padrão de bactérias, número mais provável de coliformes totais, número mais provável de coliformes fecais e número mais provável de colônias - método membrana filtrante). Com as análises foram obtidas informações descritivas e, para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de Shapiro-Wilk. O estudo permitiu concluir que as águas superficiais analisadas em geral excedem os padrões bacteriológicos de potabilidade, necessitando de tratamento por cloração ou fervura e prévia filtração para consumo humano.

Palavras-Chave: Qualidade das Águas, Águas Superficiais, Rondônia.

Water Surface Characterization Quality in Rondônia State

Abstract:

In order to contribute and improving the formation process of water management of Rondônia State in progress, data from 64 results of physical-chemical and biological rivers contained in the files of the 2nd ZSEE / RO, presented by river or stream and city, were treated and reorganized by watershed, through the use of an Excel spreadsheet and the software *Statistica*. We sought to characterize the quality of surface water in major river basins in Rondônia, considering the physical properties (temperature, color, pH and turbidity), chemical (dissolved oxygen, odor, chloride, total iron, sulfate, oxygen consumption, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, total hardness, calcium hardness, hardness magnesium, total solids, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, carbon free and HCO₃ alkalinity) and biological (standard bacteria count, most probable number of total coliforms, most probable number of fecal coliforms and most probable number of colonies - membrane filter method). With the analysis were obtained descriptive information and to test the fit of data to normal distribution, the method of Shapiro-Wilk was used. The study concluded that the surface waters analyzed in general exceed the bacteriological standards of potability, requiring treatment by chlorination or boiling and filtration prior to human consumption.

Keywords: Water Quality, Surface Water, Rondônia.

1 Introdução

A demanda por água potável é cada vez mais incrementada, pois o aumento do adensamento populacional implica no aumento do volume de produção de alimentos e serviços, o que, por sua vez, implica no aumento do consumo de água. Dizia Freitas e Santos, apud Freitas (1999), que a demanda mundial por água de boa qualidade cresce a uma taxa maior que a da renovabilidade do ciclo hidrológico e tende a se tornar uma das maiores pressões antrópicas sobre os recursos naturais do planeta, no próximo século.

O Brasil tem a maior disponibilidade hídrica da Terra, isto é, 19,9 % do deflúvio médio mundial. A água da Amazônia corresponde aproximadamente 70% da disponibilidade de água doce no Brasil (FREITAS, 2003). Mesmo com esse percentual satisfatório de disponibilidade de água doce, as informações sobre qualidade de água no Brasil não são satisfatórias em várias bacias hidrográficas pois, de acordo com os dados do Ministério do Meio Ambiente, somente nove unidades da federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons, cinco possuem sistemas bons ou regulares e treze apresentam sistemas fracos ou incipientes (BRASIL, 2005).

Esta classificação agrupou os estados de acordo com quatro aspectos: porcentagem das bacias hidrográficas monitoradas, tipos de parâmetros analisados (pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido e determinação de vazão), frequência de amostragem e forma de disponibilização da informação pelos estados (BRASIL, 2002).

A preocupação jurídica com a gestão de recursos hídricos no Brasil é secular, conforme descrição cronológica de Masson (2005). Em Rondônia, essa preocupação teve início com o advento da constituição estadual, em 1989 (RONDÔNIA, 1989).

Localizado na porção sudoeste da Amazônia Legal Brasileira, o Estado de Rondônia é constituído por 52 municípios, que fazem parte de uma área de transição entre os domínios morfoclimáticos amazônico e do cerrado, tendo um clima quente, com período mais chuvoso de outubro a abril, que se reflete na vegetação, recarga dos aquíferos e drenagem superficial.

A política Rondoniense de Recursos Hídricos foi instituída através da Lei Complementar nº. 255, de 25 de janeiro de 2002, tendo por objetivo básico promover o uso racional, múltiplo e o gerenciamento integrado das águas de domínio do Estado, superficiais e subterrâneas (RONDÔNIA, 2002b).

Os trabalhos científicos existentes, referentes às águas superficiais de Rondônia, em sua grande maioria, concentram-se nas áreas das bacias hidrográficas dos rios Madeira, Jamari e Ji-Paraná. Sobre as propriedades químicas nas águas superficiais, o trabalho de Pessenda (1986) aparece como um dos pioneiros, por ter pesquisado os rios Madeira, Jamari e Ji-Paraná.

Nos Quadros de 1 a 5 apresentados a seguir, há uma síntese dos trabalhos encontrados, contendo aspectos relacionados à qualidade das águas superficiais rondonienses – muitos dos quais têm por base a Resolução CONAMA nº . 20/86 – vigente na época dos estudos.

O mais abrangente trabalho identificado no contexto estadual, abordando a qualidade das águas superficiais de Rondônia, foi o relatório técnico de Hidrologia do 2º ZSEE (RONDÔNIA, 1998). Os dados disponibilizados neste trabalho foram apresentados por rio/município, o que motivou a realização do estudo aqui apresentado, o qual buscou reorganizá-los por bacia hidrográfica, visando a caracterização das águas superficiais e, por conseguinte, a contribuição ao processo de gestão das águas rondonienses em andamento.

Os princípios básicos, objetivos e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia e os instrumentos de gestão são reafirmados no Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002, que regulamenta a Lei Complementar nº. 255. Nesse decreto é definido que o órgão gestor estadual é a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM e são apresentadas as sete bacias hidrográficas em que o Estado está dividido: rio Guaporé com 59 339, 3805 km², rio Mamoré com 22 790, 6631 km², rio Abunã com 4 792, 2501 km², rio Madeira com 31 422, 1525 km², rio Jamari com 29 102.7078 km², rio Machado com 75 838, 3162 km² e rio Roosevelt com 15 638, 1922 km² (RONDÔNIA, 2002a; SEDAM, 2002). Ressalva-se que apenas as bacias dos rios Abunã (nº II) e Roosevelt (nº VII), não foram incluídas neste trabalho, por falta de amostragem (Figura 1).

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
Zuffo – coord. (2001)	Bacia do Igarapé Tapado – município de Guajará-Mirim	Nos aspectos físico-químicos e bacteriológicos, o grau de maior alteração foi detectado nos parâmetros bacteriológicos e nos metais pesados analisados, as concentrações de zinco foram as mais preocupantes.

Quadro 1 Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Mamoré (Organização: os autores).

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
Pacios et al. (1998)	Igarapé dos Tanques em Porto Velho	Poluição hídrica considerável face à urbanização de Porto Velho.
Pinto et al. (1999)	Igarapé Bate-Estacas em Porto Velho	Exames laboratoriais confirmaram restrições para utilização das águas do Igarapé Bate-Estacas, a partir do médio curso.
Nascimento et al. (2006)	Bacia do rio Madeira	Níveis de mercúrio encontrados no plâncton do lago Puruzinho indicaram contaminação significativa por mercúrio total.
Lima (2007)	Águas de Rondônia coletadas nas principais estações da captação da CAERD	Águas superficiais não apropriadas para consumo humano sem prévio tratamento convencional em função do elevado teor de turbidez e cor.
Marins e Santos (2007)	Igarapé da área do lixão de Porto Velho	Valores de coliformes no igarapé que drena a área do “lixão” encontram-se acima do recomendado.
Souza (2008)	Igarapé Bate-Estacas em Porto Velho	pH ácido e concentrações de cálcio, magnésio e oxigênio dissolvido abaixo dos padrões estabelecidos.
Bernardi et al. (2009)	Alto rio Madeira e seus tributários.	Identificação da influência do pH, da condutividade e dos sólidos em suspensão na variabilidade total da hidroquímica.
Ferreira et al. (2009)	Bacia hidrográfica do igarapé Belmont em Porto Velho	Águas com altos teores de contaminação por resíduos domésticos urbanos no perímetro da cidade de Porto Velho.
Galvão et al. (2009)	Alto rio Madeira	Concentrações de metais-traço influenciadas por alteração nos usos dos solos que resultaram em alteração da exportação de material sólido aos rios.
Vergotti et al. (2009)	Bacia do rio Madeira	Acúmulo de Hg nos sedimentos tem nível preocupante, dado a possibilidade desse acúmulo ser incorporado por determinadas espécies de peixes da região.

Quadro 2 Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Madeira (Organização: os autores).

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
Zuffo (1997)	Bacia do Igarapé Tapagem – Candeias do Jamari	Águas com considerável grau de homogeneidade quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos que se enquadravam na classe II da Resolução CONAMA nº 20/86.
Campos e Reis (2002)	Principais bacias hidrográficas de Ariquemes	Amostras apresentaram concentrações de Oxigênio Consumido abaixo do limite mínimo e teores de Nitrito com valores acima do estabelecido pela Resolução 20/86 do CONAMA.
Silva (2006)	Microbacia do rio Preto do Candeias	Proposta de avaliação integrada de qualidade de água em distintas classes de uso do solo.
Almeida Sobrinho (2006)	Sub-bacia hidrográfica do baixo rio Candeias	Os resultados indicaram condições satisfatórias para criação de tanques-rede como forma de implementar políticas públicas.
Martins (2009)	Sub-bacia hidrográfica do rio Candeias	Teores elevados de matéria orgânica e concentrações de oxigênio dissolvido com valor abaixo do mínimo indicado pela resolução 357/2005 do CONAMA.
Nascimento et al. (2009)	Reservatório da UHE Samuel	Flutuações temporais dos organismos planctônicos do reservatório da UHE-Samuel X entrada de Hg no ambiente e das influências dos parâmetros físico-químicos na coluna d'água pesquisada.

Quadro 3 Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Jamari (Organização: os autores).

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
Reis et al. (1998)	Principais bacias hidrográficas do município de Pimenta Bueno	Apesar do IQA = 60,57 (Qualidade Boa), vários parâmetros apresentaram valores fora dos padrões permitidos para águas de classe II, segundo Resolução 20/86 do CONAMA.
Pereira (1999)	Igarapé Mapará de Ji-Paraná	Grau de poluição preocupante principalmente devido ao aumento de efluentes domésticos.
Bolson et al. (2002)	Rios Urupá e Ji-Paraná	As concentrações de oxigênio orgânico dissolvido no rio Ji-Paraná apresentaram valores maiores do que as concentrações do rio Urupá, no período da pesquisa.
Gouveia Neto et al. (2002)	Rios Urupá e Ji-Paraná	A condutividade elétrica dos rios em estudo apresenta tendências opostas, sendo maiores para o Urupá e menores para o Ji-Paraná no período seco e na cheia, ocorre o inverso.
Cogo et al. (2005)	Rio Machado	Os sedimentos promoveram um aumento das taxas respiratórias, mais significativos na fração fina.
Gouveia Neto et al. (2005)	Área de fazenda na Bacia do rio Machado	Foi identificada concentração de carbono orgânico dissolvido (COD) com valores maiores na água que sai da pastagem do que na água que sai da floresta.

Quadro 4 Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Machado (Organização: os autores).

Autoria	Área Analisada	Resultado(s)
Silva e Zuffo (2004)	Alto e médio Rio Branco	O mau uso da terra vem causando assoreamento de canais fluviais e a contaminação das águas por agrotóxicos.

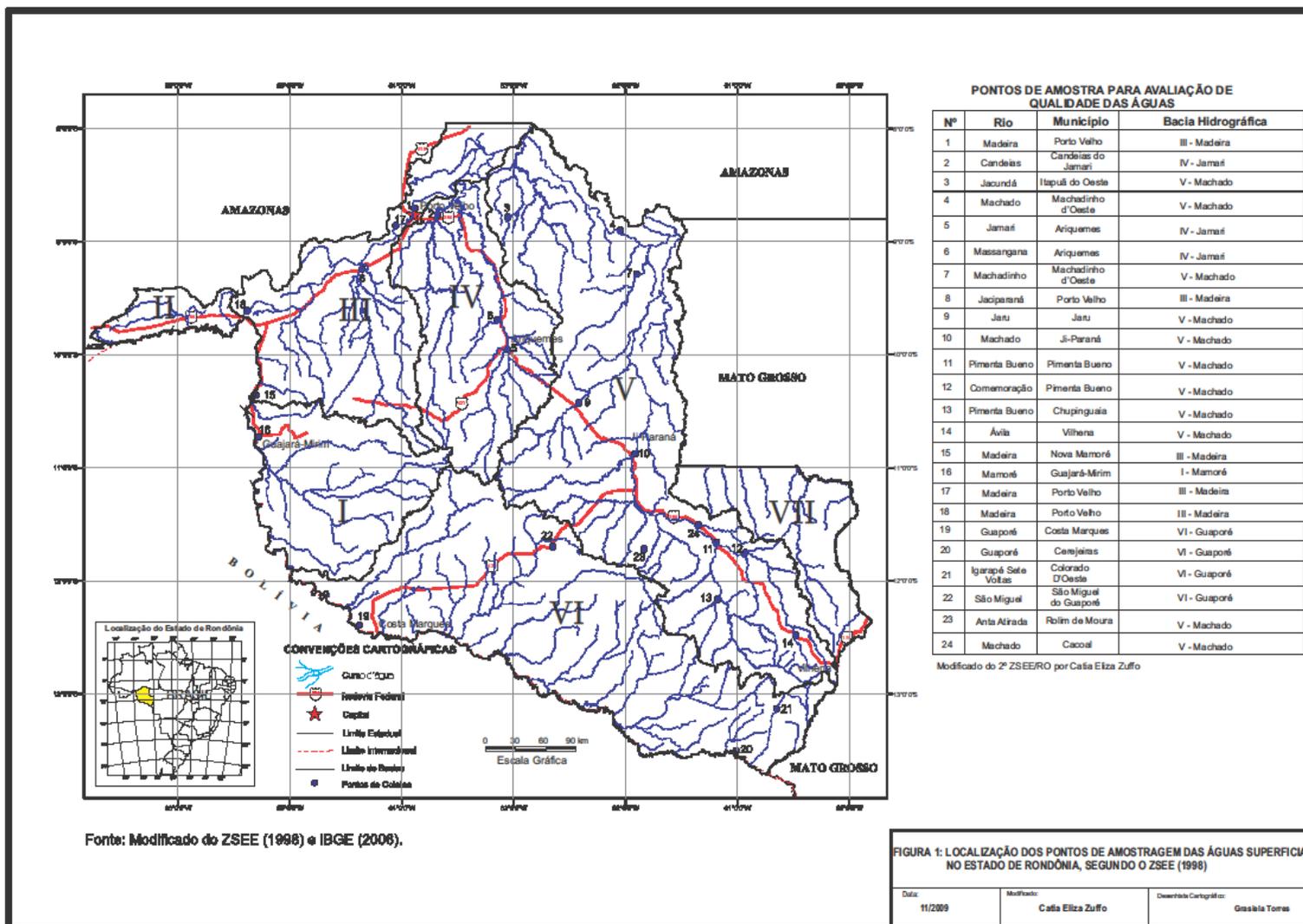
Quadro 5 Informações sobre a qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Guaporé (Organização: os autores).

2 Materiais e Métodos

A localização dos pontos de amostragem foi baseada principalmente nos seguintes critérios: cursos de água cuja bacia hidrográfica esteja compreendida na sua totalidade no Estado de Rondônia; áreas de intensa pressão antrópica; locais com comunicação terrestre que possibilitem o acesso nas diferentes épocas do ano; coincidência, na medida do possível, com locais de postos fluviométricos, onde os deflúvios são mais conhecidos. Em cada local tomaram-se três amostras, em pontos diferentes, separados entre si a uma distância aproximada de 100m.

As amostras foram colhidas em três campanhas (campanha 1, campanha 2 e campanha 3). A campanha 1 foi realizada no período de dezembro de 1996 a janeiro de 1997, em cursos de água com alto deflúvio, sendo coletadas 16 amostras em 16 localidades de amostragem, uma amostra em cada local. Na campanha 2, foram coletadas 24 amostras, sendo 16 nas localidades de coleta da campanha 1 e 8 amostras em 8 novas localidades, tendo sido executada no período de maio a junho de 1997, em cursos de água com médio deflúvio. Em setembro de 1997, foi realizada a campanha 3 em cursos de água com baixo deflúvio, sendo coletadas 24 amostras em 24 localidades, uma amostra em cada local, repetindo-se a coleta nas 16 localidades iniciais (campanha 1) e nas 8 localidades acrescidas a partir da campanha 2.

A coleta e a análise laboratorial das amostras foram realizadas pelo laboratório da Companhia de Água e Esgotos de Rondônia – CAERD. A extração das amostras foi feita com uma profundidade aproximada de 0,5 m e em geral no interior dos cursos de água, com utilização de balsa, um pouco afastado da margem, em água sem estancar. No momento da coleta, foi determinada a temperatura da água e do ar, e a estabilização foi realizada com ácido sulfúrico e com ácido clorídrico. A refrigeração foi feita com gelo em caixas de isopor e as amostras foram levadas ao laboratório para o início das análises antes de 24 horas do momento da extração.



Para a caracterização da qualidade de águas superficiais em 5 das principais bacias hidrográficas do Estado de Rondônia foram consideradas propriedades físicas (cor, pH e turbidez), bacteriológicas (número mais provável de coliformes totais e número mais provável de coliformes fecais) e químicas (cloreto, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais, nitrogênio nitrito, nitrogênio nitrato, gás carbônico livre e alcalinidade HCO_3).

Após coleta e análise laboratorial das amostras, os dados foram organizados em planilha eletrônica, considerando o valor médio das três amostras coletadas em cada localidade, para cada uma das três fases. Com a utilização do software *Statistica*, foram obtidas informações descritivas sobre valores de mínimo, máximo, média, moda, desvio padrão, intervalo de confiança e coeficiente de variação (BUSSAB & MORETTIN, 2002; FONSECA, 1985; GOMES, 1990; NAGHETTINI & PINTO, 2007) e, para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965; LANDIM, 2003).

Considerando a existência de trabalhos que descrevem detalhadamente as características e a importância de cada parâmetro analisado quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos, em relação à qualidade de águas, a exemplo de OLIVEIRA (1987), AGUDO (1988), PORTO et al (1991), inclusive algumas publicações de Rondônia, como REIS et al (1998), RONDÔNIA (1998), ZUFFO (1999), CAMPOS & REIS (2002), optou-se, neste trabalho, por apresentar e analisar somente os resultados obtidos, a partir do recorte espacial – bacia hidrográfica, aplicado a esta pesquisa.

Os valores encontrados para as propriedades físicas, químicas e bacteriológicas das águas foram comparados com os parâmetros estabelecidos na Resolução nº. 357/2005, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2005b) e, para os valores de dureza total, foi utilizada a Portaria nº. 518/2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005a). De acordo com a classificação dos corpos de água, capítulo II da Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, para efeitos de comparação, as águas das bacias hidrográficas estudadas foram classificadas como de classe 3, que são águas destinadas para: “abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; e dessedentação de animais”.

3 Resultados e Discussões

Foram coletadas 64 amostras em 24 localidades, apresentadas nos quadros 6 e 7 que seguem.

O Quadro 6 mostra a relação das 16 localidades onde foram coletadas amostras em três fases, sendo uma amostra por localidade em cada fase; totalizando 48 amostras nas fases 1, 2 e 3.

Bacia	Detalhes de localização	Ponto N°
Mamoré	Cidade de Guajará-Mirim, jusante da cachoeira de Guajará Açu	16
Madeira	Local da balsa de passagem do rio para estrada de Manaus.	1
	Ponte da estrada BR-364.	8
	Jusante da cachoeira do ribeirão, junto a Estrada BR-425	15
Jamari	Ponte da estrada BR-364	2
	Cruzamento da estrada 452 que vai para Santa Maria.	3
	Ponte da estrada BR-421 que vai para Montenegro e Campo Novo de Rondônia	5
	Cruzamento da estrada 459 que vai para Alto Paraíso e garimpo Bom Futuro.	6
	Cruzamento da estrada 205 que sai de Machadinho na direção Oeste.	7
Machado	Localidade de Tabajara.	4
	Ponte da estrada BR-364.	9
	Ponte da estrada BR-364.	10
	Ponte da estrada 010 que vai para Rolim de Moura.	11
	Cruzamento da estrada 482 que vai para a mina de calcário.	12
	Final da estrada 496 que vai para usina de álcool.	13
	Ponte da estrada BR-364.	14

Quadro 6 Relação das localidades amostradas nas campanhas 1, 2 e 3 (Fonte: adaptado de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

Por questões associadas à representatividade das bacias hidrográficas em estudo, foram acrescentadas, a partir da segunda campanha, oito localidades para amostragem, onde foram coletadas 16 amostras, oito na segunda campanha e oito na terceira campanha. O Quadro 7 mostra a relação das 8 localidades acrescentadas.

Bacia	Detalhes de localização	Ponto N°
Madeira	Jusante à Cachoeira Teotônio	17
	Jusante à confluência do rio Abunã	18
Machado	Jusante do cruzamento da estrada 383 que vai de Rolim de Moura para Santa Luzia D'Oeste	23
	Montante da cidade de Cacoal	24
Guaporé	No Forte Príncipe da Beira	19
	Na cidade de Pimenteiras	20
	Na área da captação d'água para abastecimento de Colorado do Oeste	21
	Jusante do cruzamento da Estrada 429	22

Quadro 7 Relação das localidades acrescentadas para amostragem nas campanhas 2 e 3 (Fonte: adaptado de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

De acordo com os dados dos quadros 6 e 7, obteve-se o número de amostras por bacia hidrográfica, conforme Tabela 1.

Bacia Hidrográfica	Número de Pontos
Mamoré	3
Madeira	13
Jamari	9
Machado	31
Guaporé	8
Total	64

Tabela 1 Quantidade de amostras coletadas (Fonte: adaptada de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

Após a obtenção dos resultados analíticos das amostras de águas superficiais, foi realizada a análise numérica simples e foram obtidos alguns parâmetros estatísticos como valor mínimo, valor máximo, valor médio e desvio padrão dos distintos parâmetros analisados, nos pontos amostrados das bacias hidrográficas estudadas. Para testar o ajuste dos dados à distribuição normal, foi utilizado o método de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965; LANDIM, 2003).

3.1 Propriedades Físicas

3.1.1 Temperatura - Dentre as bacias hidrográficas estudadas, foi observado que a maior variação de temperatura ocorreu na bacia hidrográfica do Machado, sendo a mínima de 21° C (nos pontos 12 e 14) e a máxima de 33° C (no ponto 24). Mesmo com variação de 12°C dentro da bacia, é importante observar que, no local de menor temperatura, nos pontos 12 e 14, os valores de máxima temperatura foram de 25°C e 24°C, respectivamente; no ponto de ocorrência de maior temperatura da bacia, o valor de mínima foi de 27°C.

Registre-se que a variação de temperatura nesses pontos amostrados não excedeu 5°C. A menor variação de temperatura das bacias estudadas foi de 1,5°C, identificada na bacia do rio Mamoré.

Na bacia hidrográfica do rio Madeira, as temperaturas mínima e máxima foram identificadas nos pontos 1 e 8, respectivamente; na bacia do rio Jamari, nos pontos 2 e 7, foram identificadas as temperaturas mínima e máxima, respectivamente e; na bacia do Guaporé, a temperatura mínima foi registrada no ponto 22 e a máxima nos pontos 19 e 22.

O capítulo IV da Resolução nº. 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005b) trata das condições e padrões de lançamento de efluentes, mesmo não definindo limites de tolerância para temperatura de águas doces e salobras, determinando, em seu artigo 34, que “a temperatura do corpo receptor de águas seja inferior a 40°C com variação de temperatura inferior a 3°C na zona de mistura”.

Todos os pontos amostrados apresentaram temperatura da água inferior a 40°C, conforme dados da Tabela 2.

Temperatura	Bacia Hidrográfica				
	Mamoré	Madeira	Jamari	Machado	Guaporé
Mínima (°C)	26,5	24,3	23	21	23
Máxima (°C)	28	29	28	33	29
Varição (°C)	1,5	4,7	5	12	6

Tabela 2 Temperatura da água nas bacias hidrográficas estudadas (Fonte: adaptada de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

O Quadro 8 mostra a variação de temperatura da água em alguns trabalhos realizados nas bacias hidrográficas dos rios Mamoré, Madeira, Jamari e Machado.

Bacia Hidrográfica	Autor	Temp. Min. (°C)	Temp. Máx. (°C)
Mamoré	Bernardi et al. (2009)	28,4	30,5
Madeira	Martins et al. (2007)	23	26,2
	Souza (2008)	26	30
	Bernardi et al. (2009)	27	30
Jamari	Silva (2006)	26	29
	Almeida Sobrinho (2006)	25	30
Machado	Reis et al. (1998)	26	29

Quadro 8 Variação da temperatura da água em bacias hidrográficas de Rondônia (Organização: os autores).

3.1.2 Cor - pelos dados da Tabela 3, é possível identificar que os maiores valores médios significativos de cor ocorreram nas bacias dos rios Madeira e Mamoré e ficaram acima de 75 mgPt/l, que é o valor máximo permitido para a cor verdadeira das águas doces classificadas como

de classe 3 na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA em seu artigo 16, parágrafo I, letra m (BRASIL, 2005b).

Das três campanhas realizadas, foram identificados os valores de máximos na primeira campanha e os de mínimo na terceira campanha, coincidindo com as vazões máximas e mínimas, respectivamente.

Muito embora os valores médios das bacias hidrográficas dos rios Jamari, Machado e Guaporé tenham sido abaixo de 75 mgPt/L, identificou-se que os valores máximos de coloração nessas bacias foram de 110 mgPt/L, 175 mgPt/L e 140 mgPt/L, respectivamente; ultrapassando também o limite estabelecido na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA. Destaca-se que Silva (2006) apresentou valor médio de 46,44 mgPt/L para coloração de águas na bacia hidrográfica do rio Jamari.

3.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH) - Os maiores valores de pH foram registrados na campanha 1 e os menores na campanha 2. É importante observar que no ponto 14 (rio Ávila em Vilhena) na bacia hidrográfica do rio Machado, o pH foi singularmente baixo nas campanhas 1 e 2, de 4,7 e 4,99, respectivamente; revelando provável poluição intensa de origem artificial. Também foi observado um pH muito baixo, de 4,91, na campanha 3 do ponto 13 (Rio Pimenta Bueno, no final da estrada 496) na bacia do rio Machado.

Nas águas doces classificadas como de classe 3, na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA em seu artigo 16 parágrafo I letra n (BRASIL, 2005b), o pH pode variar de 6,0 até 9,0. Os dados da Tabela 3 mostram que os valores médios de pH em todas as bacias hidrográficas estudadas ficaram dentro dos limites aceitáveis pela resolução citada.

De acordo com os dados do Quadro 9, alguns pesquisadores encontraram valores fora dos parâmetros estabelecidos pela Resolução nº. 518/2005 do CONAMA: Bernardi et al. (2009) na bacia hidrográfica do Mamoré; Martins et al. (2007), Lima (2007) e Souza (2008) na bacia do Madeira; Pessenda (1986), Silva (2006), Almeida Sobrinho (2006) na bacia do Jamari e, Reis et al. (1998) na bacia do Machado.

Bacia Hidrográfica	Autor	pH Mínimo	pH Máximo
Mamoré	Bernardi et al. (2009)	5,9	7,5
Madeira	Pessenda (1986)	6,0	6,6
	Martins et al. (2007)	5,5	6,6
	Lima (2007)	5,0	5,5
	Souza (2008)	5,0	5,0
	Bernardi et al. (2009)	6,5	7,2
Jamari	Pessenda (1986)	5,9	5,9
	Silva (2006)	4,9	7,2
	Almeida Sobrinho (2006)	3,9	5,6
Machado	Pessenda (1986)	6,4	6,4
	Reis et al. (1998)	4,8	7,0

Quadro 9 Valores médios de pH em bacias hidrográficas de Rondônia (Organização: os autores).

3.1.4 Aspecto e Turbidez - a campanha 2 de amostragem apresentou valores de turbidez, geralmente muito mais baixos do que na campanha 1, devido à diferença de deflúvios dos rios. O valor mais baixo foi identificado nas duas primeiras campanhas, no ponto 14 (rio Ávila) na bacia hidrográfica do rio Machado, com 2,1 e 1,47 UNT, respectivamente. Na campanha 3, os valores foram ligeiramente inferiores aos da campanha 2. Os valores de turbidez mais elevados foram encontrados nos rios Mamoré (180 UNT) e Madeira (260 UNT).

De acordo com a classificação de águas doces de classe 3, na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA em seu artigo 16, parágrafo I, letra l (BRASIL, 2005b), o limite máximo de turbidez é de 100 unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Todos os valores de turbidez encontrados nas bacias hidrográficas dos rios Jamari, Machado e Guaporé ficaram abaixo do limite estabelecido na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA. Os valores de turbidez encontrados por Silva (2006), na bacia do rio Jamari, e por Reis et al. (1998), na bacia do rio Machado, também ficaram abaixo do limite estabelecido pela referida resolução.

Na Tabela 3, são mostrados os valores das propriedades físicas estudadas nas bacias hidrográficas dos rios Mamoré, Madeira, Jamari, Machado e Guaporé.

Bacia Hidrográfica	Cor (mg Pt/l)	pH	Turbidez (UNT)
Mamoré	141,67	6,88	85,67
Madeira	110,87	6,83	76,97
Jamari	47,41	6,23	13,10
Machado	50,20	6,64	14,99
Guaporé	62,50	6,70	20,62

Tabela 3 Valores médios de propriedades físicas nas bacias hidrográficas estudadas (Fonte: adaptada de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

3.2 Propriedades Químicas

3.2.1 Oxigênio Dissolvido - em todas as águas das bacias hidrográficas estudadas, foram encontrados valores abaixo de 4 mg/L O₂, que é o valor mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido na Resolução n°. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo I, letra j (BRASIL, 2005b).

Nos trabalhos de Silva (2006) e Almeida Sobrinho (2006) na bacia do rio Jamari, foram encontrados valores de oxigênio dissolvido abaixo do mínimo estabelecido pela citada resolução.

3.2.2 Odor - apenas a terceira amostra coletada no local de número 6 (rio Massangana), na bacia hidrográfica do rio Jamari, na 3ª campanha, apresentou odor.

3.2.3 Cloreto - o teor de cloreto na água, nos pontos de amostragem é baixo em relação à taxa normal (Tabela 4), ficando inferior a 10 mg/L Cl. Na maioria dos pontos, o valor é insignificante. As maiores concentrações foram observadas nas bacias hidrográficas dos rios Jamari (ponto 6 - rio Massangana) e Machado (ponto 23 - rio Anta Atirada), em amostras da 3ª campanha., que coincidem com altos teores de sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio - DBO₅, e no caso do ponto n° 6, odor, o que indica a presença de descargas poluentes a montante desses pontos.

Das cinco bacias hidrográficas pesquisadas, a maior concentração de teor de cloreto foi de 61,6 mg/L Cl (Tabela 4), registrado na bacia do rio Jamari, sendo que nessa bacia também foi registrada a maior variabilidade, medida pelo coeficiente de variação, que ficou em 230%. Nesse caso, todas as bacias hidrográficas apresentaram dados com teores de cloreto bem abaixo do valor máximo permitido que é de 250 mg/L Cl, estabelecido na Resolução n°. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II.

3.2.4 Ferro Total - o teor de ferro total, nas cinco bacias hidrográficas estudadas, apresentou concentração máxima igual a 0,2 mg/L Fe, com média de 0,1 mg/L Fe e desvio padrão de 0,04

(Tabela 4), o que permitiu concluir que não houve variabilidade entre as bacias, quanto ao teor de ferro total.

Como o valor máximo permitido para o teor de ferro é de 5 mg/L Fe, estabelecido na Resolução n°. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II, conclui-se que todos valores de ferro encontrados nas cinco bacias hidrográficas estudadas estão dentro do padrão estabelecido pela aludida resolução.

3.2.5 Sulfato - a maior concentração do teor de sulfato registrada, nas cinco bacias pesquisadas, foi de 15,9 mg/l SO_4 (Tabela 4), na bacia do rio Madeira, ficando abaixo do valor máximo que é de 250 mg/L SO_4 , estabelecido na Resolução n°. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II.

Geralmente, os valores foram insignificantes, exceto os valores nos pontos: 1, 15, 16, 17, e 18, a jusante da desembocadura do Guaporé no Mamoré, e no ponto 8 do rio Jaciparaná.

3.2.6 Oxigênio Consumido, DQO e DBO_5 - a avaliação dos dados das campanhas levou à conclusão de que os dados mais confiáveis corresponderam à 2ª campanha, sobre a qual a Figura 2 apresenta a relação entre oxigênio consumido, dissolvido, DBO_5 e DQO.

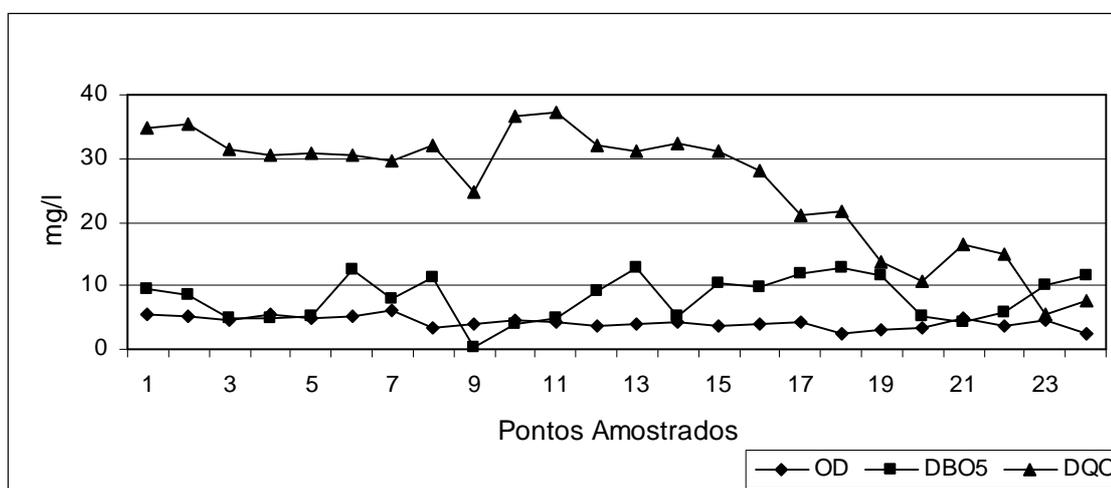


Figura 2 Valores médios de OD, DBO_5 e DBQ na campanha 2 (Fonte: adaptada de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

A demanda bioquímica de oxigênio a 20° C de temperatura e 5 dias de tempo de reação (DBO₅) máxima é de 10 mg/L O₂, estabelecida na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo I, letra i.

3.2.7 Dureza e Alcalinidade - os valores registrados para esses parâmetros, nas três campanhas, são muito baixos, o que revela, juntamente aos valores de cloreto baixos, leitos de rio sobre solos de matriz de sílica (RONDÔNIA, 1998). Os valores máximos encontrados foram na bacia hidrográfica do rio Madeira, com 38 mg/L para dureza total, 10 mg/L para dureza em cálcio e 3,6 mg/L para dureza em magnésio (Tabela 4).

3.2.8 Sólidos Totais - os conteúdos máximos de sólidos foram registrados na 1ª campanha, na época do início das chuvas. Contudo, às vezes, os máximos aconteceram na 2ª ou 3ª campanha, no final do período de chuvas ou da estiagem, normalmente associados à ocorrência de chuvas significativas sobre as bacias correspondentes, nos dias anteriores à coleta. Os conteúdos mínimos são registrados principalmente na 3ª campanha, e quase com igual frequência na 2ª campanha.

Pela Tabela 4, os valores máximos de sólidos foram registrados no rio Madeira (1001 mg/L) e em um de seus formadores, o Mamoré, (539 mg/L); tais bacias abrangem importantes extensões fora do Estado – em região andina. A grande maioria dos rios de Rondônia apresenta baixo teor de sólidos nas três situações de níveis de água: altos, médios e baixos, sempre inferiores ao valor máximo de sólidos dissolvidos total que é de 500 mg/L, estabelecido na resolução nº. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II.

Todos os valores encontrados nas bacias hidrográficas dos rios Jamari, Machado e Guaporé ficaram abaixo do máximo estabelecido pela resolução mencionada. Os valores de sólidos totais apresentados por Reis et al. (1998), na bacia do rio Machado, também ficaram abaixo do máximo estabelecido.

3.2.9 Nitrito - o valor máximo do teor de nitrito registrado foi de 0,1 mg/L N (Tabela 4) na bacia do rio Madeira. Nesse caso, em todas as bacias hidrográficas pesquisadas foram registrados valores abaixo do valor máximo permitido, que é de 1 mg/L N, estabelecido na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II (BRASIL 2005b).

3.2.10 Nitrato - o teor máximo de nitrato registrado foi de 2,5 mg/L N (Tabela 4), na bacia hidrográfica do rio Guaporé. A maior dispersão, medida pelo coeficiente de variação, foi de aproximadamente 110% na bacia hidrográfica do rio Mamoré e isso implicou em uma alta

dispersão (FONSECA, 1985) do teor de nitrato na referida bacia. Nesse caso, todos os valores de nitrato encontrados nas bacias hidrográficas estudadas ficaram abaixo do valor máximo permitido de 10 mg/L N, estabelecido na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo II (BRASIL, 2005b).

3.2.11 Carbono Livre - dos dados obtidos, o teor máximo de carbono livre registrado foi de 91 mg/l CO₂ (Tabela 4), na bacia hidrográfica do rio Machado, cuja homogeneidade, medida pelo coeficiente de variação, foi de aproximadamente 167% , o que implicou em uma alta variabilidade (FONSECA, 1985) dos teores de carbono livre registrados na bacia em questão.

Os parâmetros físicos e químicos que apresentaram distribuição normal com 5% de significância, pelo teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965; LANDIM, 2003), constam no Quadro 10.

Bacia Hidrográfica	Propriedades com Distribuição Normal
Mamoré	Cor, pH, turbidez, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, dureza total, dureza em cálcio, dureza em magnésio, sólidos totais, carbono livre,
Madeira	Cor, pH, ferro total, sulfato, oxigênio consumido, dureza total, dureza em cálcio, carbono livre,
Jamari	Cor, pH, ferro total, oxigênio consumido, sólidos totais, carbono livre,
Machado	Cor, ferro total, oxigênio consumido, nitrato,
Guaporé	pH, ferro total, oxigênio consumido, sólidos totais, nitrato, carbono livre,

Quadro 10 Propriedades com distribuição normal por bacia hidrográfica

(Elaboração: os autores).

A Tabela 4 mostra os dados referentes aos valores de cloreto (mg/L Cl), ferro total (mg/L Fe), sulfato (mg/L SO₄), oxigênio consumido (mg/L O₂), dureza total (mg/L CaCO₃), dureza em cálcio (mg/L CaCO₃), dureza em magnésio (mg/L CaCO₃), sólidos totais (mg/L), nitrogênio nitrito (mg/L N), nitrogênio nitrato (mg/L N), gás carbônico livre (mg/L CO₂), nas bacias analisadas.

Bacia	Medida	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	V 10	V 11	V 12
Mamoré	Max	9,99	0,16	13,15	10,20	30,00	8,93	1,86	539,00	0,04	1,83	16,00	56,67
	Min	4,99	0,09	7,76	3,93	11,00	4,00	0,24	147,00	0,00	0,17	6,53	16,00
	X	8,32	0,13	10,49	7,62	18,67	5,91	0,94	289,44	0,01	0,81	10,29	31,78
	CV	34,68	27,64	25,70	43,03	53,66	44,77	88,10	74,92	177,69	110,90	48,89	68,63
	Valor p	0,0000	0,8428	0,9571	0,4318	0,3839	0,2898	0,5717	0,1558	0,0000	0,2676	0,3436	0,2932
Madeira	Max	14,99	0,19	15,90	10,40	38,00	10,00	3,16	1001,00	0,11	1,69	13,00	61,33
	Min	0,00	0,07	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	17,67	0,00	0,13	1,60	8,00
	X	5,00	0,13	8,07	5,92	14,20	4,49	0,72	277,36	0,02	0,76	7,02	27,51
	CV	108,03	31,86	64,06	46,64	82,89	73,17	136,22	103,62	205,56	71,75	50,12	71,95
	Valor p	0,0094	0,4916	0,0752	0,0858	0,3022	0,4410	0,0007	0,0018	0,0000	0,1955	0,6710	0,0031
Jamari	Max	61,64	0,15	0,00	6,00	3,00	1,20	0,00	148,67	0,07	1,04	16,00	26,00
	Min	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,33	72,31	0,08	1,80	6,00
	X	8,70	0,08	0,00	2,84	0,33	0,13	0,00	76,59	0,01	0,52	7,63	13,07
	CV	230,40	47,20		60,75	300,30	300,75		62,89	291,25		65,78	50,69
	Valor p	0,0000	0,8441	scna	0,9088	0,0000	0,0000	scna	0,2496	0,0000	0,1807	0,2491	0,0972
Machado	Max	26,65	0,18	2,24	10,87	15,00	4,40	1,14	223,33	0,05	1,73	91,00	48,33
	Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	0,99	4,67
	X	3,87	0,10	0,10	4,44	3,01	0,92	0,17	88,27	0,01	0,72	9,34	15,25
	CV	137,79	41,30	437,49	55,15	153,08	149,25	184,20	58,06	182,14	66,13	166,79	60,40
	Valor p	0,0000	0,3486	0,0000	0,1540	0,0000	0,0000	0,0000	0,0074	0,0000	0,0307	0,0000	0,0001
Guaporé	Max	4,99	0,19	0,00	9,00	12,00	4,40	0,49	163,00	0,01	2,50	12,67	40,00
	Min	0,00	0,05	0,00	2,53	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	0,25	5,00	13,00
	X	3,12	0,10	0,00	5,46	3,50	1,20	0,12	82,71	0,00	0,88	7,96	21,63
	CV	82,80	43,47		45,02	149,63	152,23	152,31	65,59	153,33	81,60	31,78	38,59
	Valor p	0,0005	0,3066	scna	0,4138	0,0024	0,0032	0,0040	0,3141	0,0001	0,0189	0,6077	0,0594

Max = valor máximo, Min = Valor mínimo, X = Média aritmética, CV = Coeficiente de variação, valor p = nível de significância no teste Kolmogorov-Smirnov com modificação de Lilliefors, scna = sem condição numérica para análise. V1 = Cloreto (mg/L Cl), V2 = Ferro total (mg/L Fe), V3 = Sulfato (mg/L SO₄), V4 = Oxigênio consumido (mg/L O₂), V5 = Dureza total (mg/L CaCO₃), V6 = Dureza em cálcio (mg/L CaCO₃), V7 = Dureza em magnésio (mg/L CaCO₃), V8 = Sólidos totais (mg/L), V9 = Nitrogênio nitrito (mg/L N), V10 = Nitrogênio nitrato (mg/L N), V11 = Gás carbônico livre (mg/L CO₂) e V12 = Alcalinidade HCO₃ (mg/L CaCO₃)

Tabela 4 Distribuição dos dados de propriedades químicas nas bacias estudadas (Fonte: Modificada de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

3.3 Propriedades Bacteriológicas

3.3.1 Número mais Provável de Coliformes Totais - os dados de coliformes totais variaram de 500 a 1600 NMP/100 ml (Tabela 5), nas bacias hidrográficas pesquisadas, atestando a presença de coliformes totais em todas as bacias hidrográficas estudadas; em valores acima do recomendado para o número mais provável de coliformes totais que é a ausência em NMP/100 ml. A presença do número mais provável de coliformes totais com maior variabilidade, medida pelo coeficiente de variação, foi de 29%, registrada na bacia hidrográfica do rio Guaporé.

3.3.2 Número mais Provável de Coliformes Fecais - a quantidade de coliformes fecais foi menos presente do que a quantidade de coliformes totais, nas bacias hidrográficas estudadas. A maior variação do número mais provável de coliformes fecais, medida pelo coeficiente de variação, foi de 106%, registrada na bacia do rio Madeira, resultando em uma alta dispersão (FONSECA, 1985) dos dados de coliformes fecais.

Não foram encontrados, em nenhuma das bacias hidrográficas estudadas, valores de coliformes totais que ultrapassem o limite de 2500 /100ml, estabelecido na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA, em seu artigo 16, parágrafo I, letra g (BRASIL, 2005b).

A Tabela 5 mostra os dados referentes a coliformes fecais e a coliformes totais.

Bacia Hidrográfica	Coliformes Totais	Coliformes Fecais
Mamoré	1600,00	2,19
Madeira	1515,39	4,98
Jamari	1522,22	6,01
Machado	1599,97	4,08
Guaporé	1442,86	2,61

Tabela 5 Valores médios de propriedades bacteriológicas nas bacias hidrográficas estudadas (Fonte: Adaptada do Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

3.4 Potabilidade - de acordo com os limites de água doce de classe 3, adotados na Resolução nº. 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005b), no Quadro 11, são feitas algumas observações sobre os valores de cor, turbidez, pH, sólidos totais dissolvidos, cloretos, sulfatos, nitrato, nitrito e ferro total, das bacias hidrográficas estudadas. O limite para dureza total foi adotado de acordo com a Portaria nº. 518/2004, do Ministério da Saúde, em seu artigo 16 (BRASIL, 2005a).

Parâmetros	VMP	Observações
Cor	75 mg Pt/L	Valores médios excessivos em todas as bacias, com elevada acentuação nas bacias dos rios Mamoré e Madeira.
Turbidez	100 UT	Valores não elevados em algumas amostras das bacias dos rios Guaporé e Machado.
pH	6,0 a 9,0	Os valores foram satisfatórios em todas as bacias estudadas.
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L	Uma ocorrência de valor excedente na bacia do Madeira.
Dureza total	500 mg/L de CaCO ₃	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
Cloretos	250 mg/L	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
Sulfatos	250 mg/L	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
Nitrato	10 mg/L	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
Nitrito	1 mg/L	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
Ferro total	5 mg/L	Sem restrições em todas as bacias estudadas.
VMP = valor máximo permitido pela Portaria nº. 518/2004 do Ministério da Saúde		

Quadro 11 Limites para potabilidade de água para consumo humano (Fonte: Adaptado e atualizado de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

3.5 Índice de Qualidade de Água (IQA) - o IQA foi calculado com base em 8 parâmetros de características físicas, químicas e bacteriológicas: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitratos, oxigênio dissolvido, sólidos totais e coliformes fecais.

Para a classificação do IQA, foram utilizados por RONDÔNIA (1998), os seguintes intervalos: $0 < IQA \leq 25$ (água muito ruim), $25 < IQA \leq 50$ (água ruim), $50 < IQA \leq 70$ (água média), $70 < IQA \leq 90$ (água boa) e $90 < IQA \leq 100$ (água excelente).

De acordo com os dados da Tabela 6, o índice de qualidade de água foi decrescente no período de realização da 1ª para a 3ª campanhas. Na 1ª campanha, as bacias hidrográficas do Mamoré, Madeira, Jamari e Machado tiveram suas águas classificadas como *boa*; na 2ª campanha, as bacias Guaporé, Mamoré e Jamari tiveram suas águas classificadas como *boa*, enquanto que as bacias do Madeira e Machado ficaram com classificação “média”. Na terceira campanha e na média total dos IQA, todas as bacias hidrográficas ficaram com suas águas classificadas como de classe média, com exceção da bacia do Mamoré na terceira campanha.

Bacia Hidrográfica	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	Total
Mamoré	72,28	72,03	46,6	63,64
Madeira	73,75	68,17	54,61	65,51
Jamari	76,35	70,95	53,30	66,87
Machado	75,68	69,20	51,79	65,56
Guaporé	-	77,95	55,65	66,80

Tabela 6 Valores médios de IQA das campanhas por bacia hidrográfica.

(Fonte: Adaptado de Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

Considerando as 16 localidades inicialmente amostradas (Quadro 6), a Figura 3 mostra uma tendência de queda do índice de qualidade de água, da primeira para a terceira campanha.

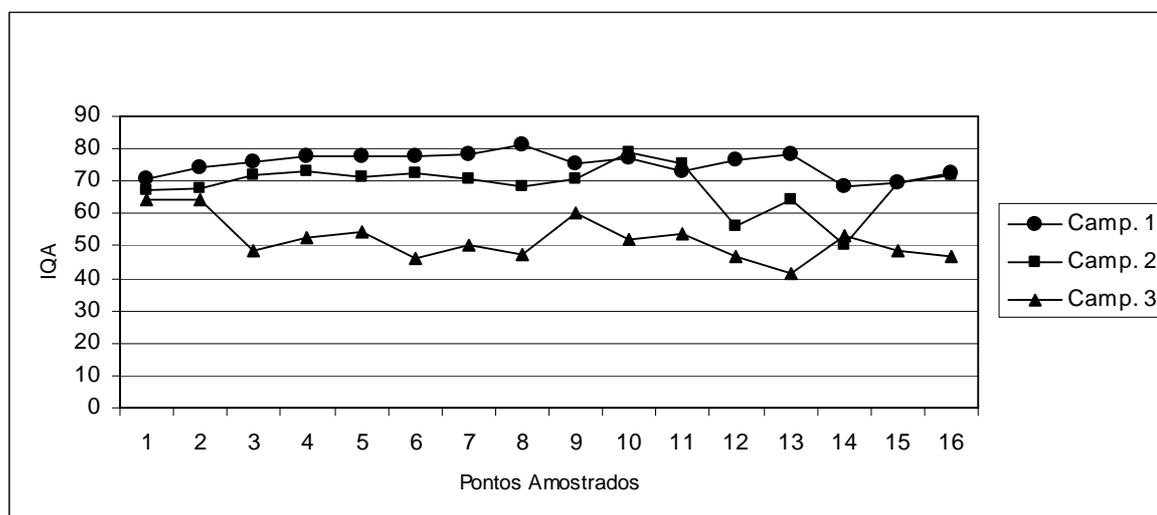


Figura 3 Índice de qualidade de água das localidades 1 a 16 (Fonte: Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia, 1998).

4 Conclusões

Cotejando os dados pesquisados, verificou-se que as águas das bacias hidrográficas apresentam as seguintes propriedades em destaque:

- rios Mamoré e Madeira: cor, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos dissolvidos totais com valores que ficaram fora dos padrões estabelecidos, em vigor.

Pelas propriedades citadas, foi possível concluir que as águas das bacias hidrográficas dos rios Mamoré e Madeira são as mais turvas, além disso, mesmo não ultrapassando os limites estabelecidos, a presença notável de coliformes totais em todas as bacias hidrográficas sugere que suas águas recebam tratamento convencional (por cloração ou fervura e prévia filtração) para consumo humano.

- rio Jamari: cor e oxigênio dissolvido que apresentaram valores fora dos padrões estabelecidos, além de apresentar odor em ponto isolado.
- rio Machado: cor, pH e oxigênio dissolvido que ficaram fora dos limites estabelecidos.

As águas das bacias hidrográficas dos rios Jamari e Machado apresentaram uma razoável qualidade física-organoléptica, mas despertaram preocupação em função dos avançados processos de antropização dessas bacias.

- rio Guaporé: somente os valores de cor ficaram fora do limite estabelecido, o que permite afirmar que as águas dessa bacia apresentaram melhor qualidade dentre as águas pesquisadas nas bacias hidrográficas de Rondônia.

Para efeitos de estimativas, as águas da bacia hidrográfica do rio Mamoré apresentaram maior número de propriedades cujos dados obedeceram a uma distribuição normal.

Pela metodologia adotada para o índice de qualidade das águas das bacias hidrográficas de Rondônia estudadas nesta pesquisa, a classificação foi de águas com média qualidade.

Vale ressaltar a necessidade de investimentos em novos trabalhos abordando questões relacionadas à qualidade das águas superficiais de Rondônia, tanto em escala mais detalhada, com enfoque em bacias hidrográficas – unidade de gestão dos recursos hídricos, quanto envolvendo também os cursos de água em áreas urbanizadas.

Neste contexto, o tamanho amostral, associado aos locais geográficos onde foram coletadas as amostras, constituiu limitações para este trabalho, tendo em vista a abrangência geográfica, processos de antropização e adensamento populacional de cada bacia hidrográfica pesquisada. Portanto, é recomendado, para trabalhos futuros, um plano amostral que faça consideração a estes fatores.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à SEPLAN/RO, pela autorização para utilização dos dados e informações disponíveis no Relatório de Hidrologia do 2º ZSEE/RO (1998) e aos revisores, pelas sugestões que aprimoraram este trabalho que faz parte da tese “Gestão Integrada das Águas em Rondônia” (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo no PPGG/UFGA.

6 Referências

Agudo, E.G. (Coord.).1988. *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. São Paulo, CETESB. 150 p.

Almeida Sobrinho, A. 2006. *Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Rio Candeias e a Viabilidade da Piscicultura em Tanques-Rede*. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Dissertação de Mestrado, 132p.

Bernardi, J.V.E.; Lacerda, L.D.; Dórea, J.G.; Landim, P.M.B.; Gomes, J.P.O.; Almeida, R.; Manzatto, A.G.; Bastos, W.R. 2009. *Aplicação da Análise das Componentes Principais na Ordenação dos Parâmetros Físico-Químicos no Alto Rio Madeira e Afluentes, Amazônia Ocidental*. *Geochimica Brasiliensis*, 23(1): 079-090.

Brasil. 2002. *Programa Nacional do Meio Ambiente II: relatório de atividades 2000-2004*. Brasília, MMA, 70 p.

Brasil. 2005. *Cadernos de Recursos Hídricos 1 Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil*. Brasília, Agência Nacional de Águas Brasília - TDA Desenho & Arte Ltda., 172p.

Brasil. 2005a. *Portaria MS nº 518/2004*. Brasília, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: Ago. 2009.

Brasil. 2005b. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. *Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005*. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: Ago. 2009.

Bolson, M.A.; Krusche, A.V.; Gomes, B.M. 2002. Dinâmica do Carbono em Dois Rios do Estado de Rondônia, sob Diferentes Graus de Impactos Antropogênicos. *In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA. I, Belém, PA, Brasil. Resumos, LBA, p.29.*

Bussab, W.O.; Morettin, P.A. 2002. *Estatística básica*. São Paulo, Saraiva. 526p.

Campos, J.C.V.; Reis, M.R.A. 2002. *Subprograma de Apoio ao Desenvolvimento dos Municípios da Amazônia – ADEMA. Município de Ariquemes, Estado de Rondônia*. Recursos Hídricos. Série ADEMA, vol. 3. Porto Velho: CPRM, 50p.

Cogo, M.C.; Krusche, A.V.; Montebelo, A.A.; Aufdenkampe, A.K. 2005. Efeitos das Concentrações de Sedimentos em Suspensão nas Taxas Respiratórias em Rios da Bacia do Rio Ji-

Paraná, RO. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA. II, Manaus, AM, Brasil. *Resumos*, LBA, p.79-80.

Ferreira, M.M.; Santos, S.L.M.; Costa, A.B.; Pedrosa, D. L. R.; Freitas, R.S. 2009. O uso do SIG, Para a Gestão e Monitoramento Ambiental de Bacias Hidrográficas em Porto Velho - O caso do Igarapé Belmont - Porto Velho - RO. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12, Montivideo – Uruguay, 2009. Disponível em <http://egal2009.easyplanners.info/area04/4144_COSTA__Alan_Bentes_da.pdf>. Acesso em 15/01/2010.

Freitas, M.A.V.(Organizador). 1999. *O Estado nas Águas do Brasil, 1998-1999*. Brasília, ANEEL, SIH, MMA, SRH, MME, 334p.

Freitas, M.A.V. (Organizador). 2003. *O Estado das Águas no Brasil, 2001-2002*. Brasília, Agência Nacional das Águas, 514p.

Fonseca, J.S. 1985. *Estatística Aplicada*. São Paulo, Editora Atlas. 320p.

Galvão, R.C.F.; Almeida, R.; Bernardi, J.V.E.; Bastos, W.R.; Lacerda, L.D. 2009. Variação Sazonal de Elementos-traço Associados aos Sólidos em Suspensão no Alto Rio Madeira, Amazônia Ocidental. *Geochimica Brasiliensis*, 23(1): 067-078.

Gomes, F.P. 1990. *Curso de Estatística Experimental*. 12. ed. São Paulo, Nobel, 467p.

Gouveia Neto, S.C.; Gomes, B.M.; Krusche, A.V.; Bolson, M.A. Nei K. Leite, N.K. 2002. Variações Temporais da Qualidade da Água dos Rios Ji-Paraná e Urupá, Rondônia. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA. I, Belém, PA, Brasil. *Resumos*, LBA, p.28-29.

Gouveia Neto, S.C.; Krusche, A.V.; Bonilla, A.C.; Elsenbeer, H.; Germer, S.; Neil, C.;

Rabelo, C.S.; Deus, F.A.; Ferro, J.C. 2005. Concentração de Carbono Orgânico Dissolvido nos Caminhos da Água (Floresta x Pastagem) no Estado de Rondônia. In: CONGRESSO DE ESTUDANTES E BOLSISTAS DO EXPERIMENTO LBA. II, Manaus, AM, Brasil. *Resumos*, LBA, p.81.

Landim, P.M.B. 2003. *Análise Estatística de Dados Geológicos*. São Paulo, Editora UNESP. 253p.

Lima, M.L.A. 2007. Uso do Geoprocessamento na Qualidade de Água Superficial Destinada ao Abastecimento Humano no Estado de Rondônia. In: Anais I SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO. 1, Taubaté, Brasil. *Anais*, IPABHi, p. 199-206.

Martins, D.O.S. 2009. *Análise das Condições Ambientais da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Candeias, a Partir de Elementos-traço e Parâmetros Físico-químicos*. Programa de Pós-

graduação em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Dissertação de Mestrado, 78p.

Martins, A.S.; Santos, J.P. 2007. *Avaliação de Impacto Ambiental na lixeira urbana de Porto Velho/RO, através de estudos de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de metais pesados*. Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Relatório Técnico, 41p.

Masson, C.G.M.J. 2005. *Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: estudo de caso da bacia do rio Madeira*. Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 259p.

Naghetini, M.; Pinto, E.J.A. 2007. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte, CPRM. 552p.

Nascimento, E.L.; Gomes, J.P.O.; Almeida, R.; Bastos, W.R.; Bernardi, J.V.E.; Miyai, R.K. 2006. Mercúrio no Plâncton de um Lago Natural Amazônico, Lago Puruzinho (Brasil). *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, (3): 1-6.

Nascimento, E.L.; Gomes, J.P.O.; Carvalho, D.P.; Almeida, R.; Bastos, W.R.; Miyai, K.R. 2009. Mercúrio na Comunidade Planctônica do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel (RO), Amazônia Ocidental. *Geochimica Brasiliensis*, 23(1): 101-116.

Oliveira, W.E. de. 1987. Qualidade, impurezas e características físicas, químicas e biológicas das águas. Padrões de potabilidade. Controle da Qualidade da água. *In: Técnicas de abastecimento e tratamento de água*. São Paulo, CETESB/ASCETESB. 3 ed. 332 p.

Pacios, V.M. et al. 1998. *Impactos Ambientais na Bacia do Igarapé dos Tanques, Face à Urbanização de Porto Velho*. UNIR/CREA, Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação “Lato Sensu”, 95p.

Pereira, Z.X. 1999. *A Poluição do Igarapé Mapará de Ji-Paraná*. Campus de Ji-Paraná, Universidade Federal de Rondônia, Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Lato Sensu, 68p.

Pessenda, L.C.R.; Ferreira, J.R.; Tancredi, A.C.F.N.S; Martineli, L.A; Hirata, R. & Mortatti, J. 1986. Caracterização Química das Águas de Alguns Rios do Estado de Rondônia. *Acta Limnológica Brasileira*, 1 (1): 179-199.

Pinto, R.M. et al. 1999. *Qualidade e Utilização das Águas do Igarapé Bate-Estacas em Porto Velho – RO*. UNIR/CREA, Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação “Lato Sensu”, 96p.

Porto R.L. et al. 1991. *Hidrologia ambiental*. São Paulo, Ed. da USP, ABRH. 414p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 3).

Reis, M.R.; Morais, P.R.C. & Adamy, A. 1998. Programa de integração em municípios da Amazônia – Primaz, Pimenta Bueno – Estado de Rondônia Recursos Hídricos. Série PRIMAZ, vol. 8 Porto Velho, CPRM, 28p.

Rondônia. Assembléia Legislativa do Estado de Rondônia. 1989. *Constituição Estadual*. Porto Velho, Assembléia Legislativa do Estado de Rondônia, 134p.

Rondônia, 1998. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO. Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia. Relatório de Hidrologia. Rondônia, Planaflo. p.118-207.

Rondônia, 2002a. *Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002*. Porto Velho, SEDAM.

Rondônia, 2002b. *Lei Complementar nº. 255 de 25 de janeiro de 2002*. Porto Velho, SEDAM.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. 2002. Atlas Geoambiental de Rondônia. Organizadores: Fernandes, L.C.; Guimarães, S.C.P. Porto Velho: SEDAM.

Shapiro, S.S., Wilk.M.B. 1965. *An Analysis of Variance Test for Normality (complete samples)*. Biometrika, London, v.52, p.591-609.

Silva, V.P. & Zuffo, C.E. 2004. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Branco, Compreendendo o Alto e Médio Curso, na Região Sudeste de Rondônia. *Presença Revista de Educação, Cultura e Meio Ambiente - UNIR*, 11: 35-8.

Silva, J.M. 2006. *Análise integrada de qualidade de água em microbacia hidrográfica*. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Dissertação de Mestrado, 199p.

Souza, S.C.A. 2008. *Avaliação Química das Águas do Igarapé Bate-Estacas e as Interferências Antrópicas*. Departamento de Química, Universidade Federal de Rondônia, Monografia de Graduação, 66p.

Vergotti, M.; Bonotto, D.M.; Silveira, E.G.; Bastos, W.R. 2009. Influência da Matéria Orgânica na Adsorção de Hg e Outros Elementos em Sedimentos de Lagos da Bacia do rio Madeira (RO). *Geochimica Brasiliensis*, 23(1): 091-100.

Zuffo, C.E. 1997. *Diagnóstico ambiental da bacia do Igarapé Tapagem, município de Candeias do Jamari – RO*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP - Campus de Rio Claro, Dissertação de Mestrado. 148p.

Zuffo, C. E. 1999. A Qualidade das Águas do Igarapé Tapagem - RO. *Presença Revista de Educação Cultura e Meio Ambiente - UNIR*, 16: 46-61.

Zuffo, C.E. (coord.). 2001. *Zoneamento ambiental da Bacia do Igarapé Tapado. Resex Rio Ouro Preto – Rondônia*. Relatório final. Porto Velho, UNIR/CNPT/RO-IBAMA. 163p.

CAPÍTULO – 5

PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão

**Catia Eliza Zuffo
Francisco de Assis Matos de Abreu**

***Aceito:* Livro do Mestrado em Geografia - UNIR**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
Núcleo de Ciência e Tecnologia
Departamento de Geografia
Programa de Mestrado em Geografia

Carta de Aceite

Informo que o artigo PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão, dos autores Catia Eliza Zuffo e Francisco de Assis Matos de Abreu, foi aceito para publicação no Livro do Programa de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia com o título: Amazônia e Gestão do Território. Organização da Obra: Prof^a Maria das Graças Silva Nascimento Silva, Prof. Dr. Josué da Costa Silva e Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes. No momento não dispomos do número do ISBN.

Porto Velho, 08 de junho 2009.

Prof^a. Dra. Maria das Graças Silva Nascimento Silva
Coordenadora do Mestrado em Geografia

PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO – RONDÔNIA: uma contribuição à sua gestão

Catia Eliza Zuffo¹

Francisco de Assis Matos de Abreu²

INTRODUÇÃO

Pesquisa, envolvendo planejamento e zoneamento ambiental da bacia do Igarapé Tapado, localizado na Reserva Extrativista Rio Ouro Preto (RESEX Rio Ouro Preto), município de Guajará-Mirim, no Estado de Rondônia, foi realizada mediante convênio entre a Universidade Federal de Rondônia - UNIR e o Banco da Amazônia S.A. – BASA, contando com o gerenciamento da Fundação Rio Madeira – RIOMAR, acompanhamento do Centro Nacional de Apoio Sustentável às Populações Tradicionais – CNPT/RO e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e a colaboração da CPRM/Manaus (ZUFFO, 2001, p. 5).

A escolha da bacia Tapado ocorreu em função de sua localização em área de conflitos no uso e ocupação do solo de reserva extrativista pelas atividades agropecuárias, as quais geraram impactos socioambientais em duas áreas do zoneamento socioeconômico-ecológico de Rondônia.

O estudo foi desenvolvido visando o zoneamento ambiental da Bacia do Igarapé Tapado, com o objetivo de fornecer subsídios para sua gestão integrada, orientar uma melhor forma de ocupação da bacia, contribuir para disciplinar o uso do solo, proteger os ecossistemas, os recursos naturais, em especial a água, e garantir o desenvolvimento sustentável na bacia.

Os resultados neste trabalho são apresentados de forma sintetizada. Incluiu-se o referencial teórico-metodológico com o intuito de subsidiar futuros trabalhos sobre esse tema e/ou sobre a área da pesquisa. O trabalho completo, destacando resultados e sugestões foi apresentado à comunidade local e encaminhado às autoridades competentes para conhecimento e providências. Os resultados vêm induzindo o desenvolvimento de atividades de pesquisa

¹ Professora Mestre do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia - UNIR, coordenadora do Grupo Acqua Viva - UNIR e doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará - UFPA.

² Professor Doutor Associado da Universidade Federal do Pará – UFPA e professor do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da UFPA.

acadêmica em nível de graduação e de pós-graduação, nesta e em outras áreas do Estado de Rondônia.

PLANEJAMENTO E ZONEAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O Planejamento consiste em processo permanente de organização sistemática dos meios a serem utilizados visando à melhoria de uma determinada situação. “Nesse processo os planos são a expressão localizada, temporal e espacialmente, de um conjunto de medidas visando à evolução da realidade, devendo ser objeto de permanente atualização” (ZAHN, 1983, p. 253). Para Cardoso (1984, p. 161), o planejamento é considerado um modelo teórico para a ação e a “decisão de planejar é política, no sentido de que por intermédio da definição dos planos se alocam ‘valores’ e objetivos junto com os ‘recursos’ e se redefinem as formas pelas quais estes valores e objetivos são propostos e distribuídos”.

O planejamento de recursos hídricos deve ter como finalidade a avaliação prospectiva das demandas e das disponibilidades desses recursos e a sua alocação entre usos múltiplos, de forma a obter os máximos benefícios econômicos e sociais (BARTH e POMPEU, 1987, p. 12). Nessa perspectiva, o planejamento de recursos hídricos pode tanto “estimar benefícios e custos” quanto “recomendar a escolha da alternativa mais adequada” (BARTH, 2000, p. 01).

Os planos de recursos hídricos são definidos, na Lei Federal nº. 9.433/97, como planos diretores que visam a fundamentar e a orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Devem ser planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos; e elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o país (ABRH, 1997, p. 41). Atendendo à Legislação Federal, a Lei de Recursos Hídricos de Rondônia (Lei Complementar nº. 255/02) também estabeleceu o Plano de Recursos Hídricos como um dos importantes instrumentos de gestão, bem como adotou a bacia hidrográfica como a melhor unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

De acordo com Leal (1995, p. 15), a compreensão da bacia hidrográfica como unidade está baseada na abordagem sistêmica, por conta das interações entre os elementos naturais e sociais que fazem parte da bacia hidrográfica, como nas fases meteórica, superficial ou subterrânea da água. O que ocorrer a qualquer um deles terá reflexos sobre os demais. Conclui o autor que considerar uma bacia hidrográfica como uma unidade impõe abordar todos seus

elementos (água, solo, flora, fauna, uso e ocupação do solo etc.) e compreendê-la como uma totalidade composta por elementos naturais e sociais, inter-relacionados e dinâmicos.

Para Mota (1999, p. 139), “o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características ambientais constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos” e as medidas de controle do escoamento das águas superficiais, de proteção da vegetação, de disciplinamento da ocupação do solo e de controle da erosão têm reflexos na proteção dos recursos hídricos, tanto quantitativa como qualitativamente.

Um dos componentes fundamentais na adoção da bacia hidrográfica é a água superficial, que permite sensibilizar e envolver a população em sua defesa e em ações de proteção. Nessa perspectiva, conhecer e valorizar a água constituiu a tônica do trabalho de planejamento e zoneamento do Igarapé Tapado, no qual foi realizada a análise da qualidade da água, com base nos parâmetros estabelecidos pela legislação do país, vigente à época.

O zoneamento “deve ser a consequência do planejamento (...) e consiste em dividir o território em parcelas nas quais se autorizam determinadas atividades e se interdita, de modo absoluto ou relativo, o exercício de outras atividades (MACHADO, 1992, p. 93 e 96).

Gomes et al. (1997, p. 06), apresentam o zoneamento ambiental como a

divisão territorial cujos setores reservados caracterizam-se por certas peculiaridades do ambiente e destinam-se a uso ou atividades específicas. É usado como instrumento legal pelo Poder Público para implementar normas de uso dos recursos naturais, distribuição da população, edificações, etc.

Segundo Sánches e Silva (1995, p. 48), a função principal do zoneamento ambiental

é ordenar a diversidade de sistemas naturais, definindo a compartimentação e comportamentos dessa diversidade, para que as diferentes ofertas da natureza deixem de ser estimadas como objetivos imediatos de consumo e sejam valorizadas como expressões sensíveis de uma dinâmica, cuja compreensão condiciona a sustentabilidade do desenvolvimento (...) sua função é a de propiciar um estilo de planejamento e administração ambiental baseado na concepção do desenvolvimento sustentável.

O zoneamento ambiental é um dos instrumentos previstos na Lei nº. 6.938/81, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, como um dos mecanismos normativos destinados a condicionar a atividade particular ou pública aos fins desta política ambiental. Pode ser empregado na gestão das águas, para atender, entre outros, ao princípio da integração da gestão ambiental com o gerenciamento dos recursos hídricos. Nessa perspectiva, o zoneamento deve ter como área de abrangência principal a bacia hidrográfica, possuindo forte caráter

disciplinador do uso e ocupação do solo na bacia e, dessa forma, na disponibilidade hídrica, com quantidade e qualidade compatíveis aos múltiplos usos e à proteção ecológica.

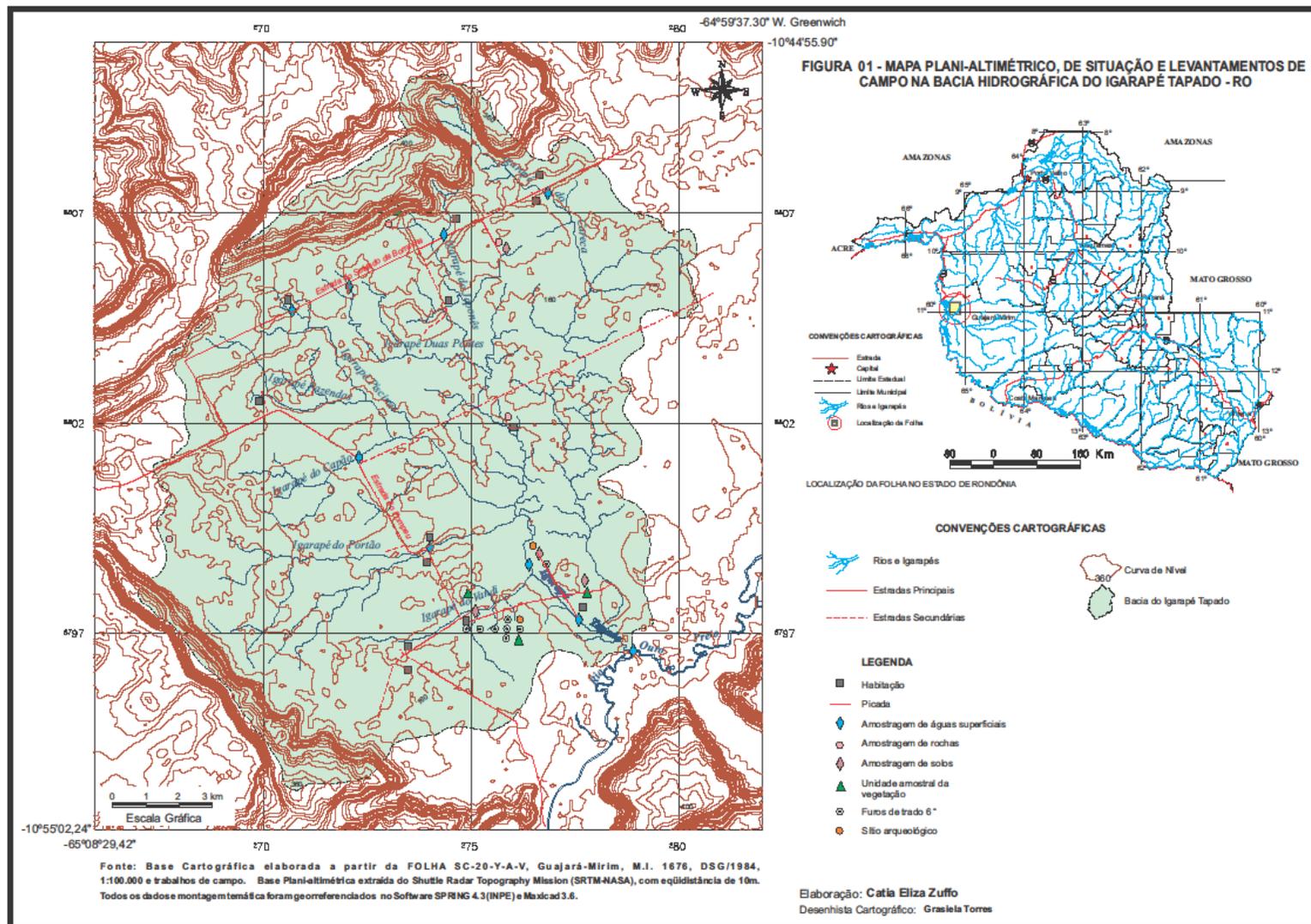
Destaca-se, nesta pesquisa, o Zoneamento Socioeconômico e Ecológico do Estado de Rondônia, no qual, em sua Segunda Aproximação (Lei Complementar nº. 233/00), ocorreu a caracterização territorial do Estado de Rondônia em três zonas e suas respectivas subdivisões. As regiões elevadas da bacia do Igarapé Tapado (Serra do Macaxeiral, a oeste, e Serra dos Pacaás Novos, ao norte) estão situadas na Sub-Zona - 2.2, apresentando ocupação inexpressiva. Os custos para preservação da flora natural foram avaliados como baixos, facilitando a conservação das terras florestais no seu estado natural, enquanto que o restante da bacia do Tapado situa-se como Sub-Zona - 3.1 - Áreas das Unidades de Conservação de Uso Direto, o que não reflete totalmente a realidade local, em razão da ação antrópica.

Em 1999, foi elaborado pelo IBAMA um Laudo Técnico visando à correção de limites da porção norte da RESEX, reduzindo de 204.583 ha. para 171.183 ha., com a exclusão de 31.489,48 ha. Ao final do referido Laudo, é sugerida a criação de uma Área de Proteção Ambiental – APA, para a superfície desmembrada, face à sua descaracterização. Essa situação de transformação progressiva de área da RESEX para APA foi um dos motivadores da realização desta pesquisa de planejamento e zoneamento da bacia do Igarapé Tapado.

ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO IGARAPÉ TAPADO - RO

A bacia do Igarapé Tapado situa-se na porção oeste da RESEX Rio Ouro Preto. O acesso à área pode ser realizado por via terrestre, através da estrada do Palheta, distando cerca de 45 km a leste da cidade de Guajará-Mirim, ou por via fluvial, a partir do porto daquela cidade e seguindo sempre no sentido montante os rios Mamoré, Pacaás Novos e Ouro Preto até a confluência com o Igarapé Tapado, em percurso de aproximadamente 70 km. (**Figura 01**).

A metodologia do trabalho realizado inclui: revisão bibliográfica sobre os temas e áreas da pesquisa; trabalhos de campo e de reconhecimento da área, abertura de picadas expeditas; coleta de amostras de água, vegetação, de solos e de rochas, com perfurações a trado, as quais foram analisadas em laboratórios especializados; implantação de uma estação fluviométrica; levantamento de material arqueológico; levantamento socioeconômico e realização de entrevistas com a população local.



O diagnóstico constituiu a base para se identificar e delimitar zonas semelhantes ou com vocações singulares em relação aos seus aspectos físicos, biológicos, socioeconômicos e de ocupação do espaço, assinalando os ambientes mais vulneráveis e as áreas sob maior pressão. Esses dados e informações foram analisados e sistematizados em gráficos, tabelas, quadros, mapas temáticos e textos, que compuseram o relatório técnico da pesquisa.

De acordo com a metodologia adotada no estudo, a caracterização da bacia foi realizada considerando-se o meio físico, biótico, socioeconômico e cultural.

Meio Físico da Bacia do Igarapé Tapado

No que se refere à caracterização do meio físico da bacia do Igarapé Tapado, Zuffo (2001, p. 11-40) indica que, pela classificação de Köppen, quase todo o Estado de Rondônia está inserido no *tipo climático* Am (parte Aw), que corresponde às florestas tropicais com chuva do tipo monção. Caracteriza-se por elevadas precipitações cujo total anual compensa a estação seca, permitindo a existência de florestas. O período chuvoso, denominado regionalmente de “inverno”, estende-se de novembro a abril, e a época de estiagem, da mesma forma conhecida como “verão”, de maio a outubro, ocasionando uma deficiência hídrica.

A umidade relativa do ar é da ordem de 85%. O mês mais chuvoso tem sido janeiro e os meses mais secos são junho e julho, com temperaturas médias elevadas (exceto nos curtos períodos com “friagem” de 3 a 5 dias), e um intervalo pequeno de temperaturas médias, com pouca diferença, entre os meses ao longo do ano.

A *geologia* na bacia do Igarapé Tapado é definida por três unidades litoestratigráficas de natureza sedimentar, conforme o Mapa Geológico do Estado de Rondônia (Scandolaro, 1998 citado por ZUFFO, 2001: 16). As litologias mais antigas estão correlacionadas à Formação Palmeiral (MNp2), a qual ocupa as bordas do vale do rio Ouro Preto e as cabeceiras do Igarapé Tapado. Esta é identificada pelo relevo tabular que corresponde às serras dos Pacaás Novos e do Macaxeiral. Verificou-se a dominância na bacia do Tapado de arenitos ortoquartzíticos e arcóseos, de granulação fina a média, coloração vermelha até arroxeada, de medianamente a bastante litificados, com estratificações cruzadas acanaladas de médio porte. Estudo petrográfico de amostra de rocha coletada na bacia permitiu sua classificação como litarenito feldspático.

A unidade de maior expressão na área é representada pelas Coberturas Sedimentares Indiferenciadas (TQi), que se distribuem desde o baixo/médio curso até o sopé das serras. Tais

coberturas correspondem a depósitos plio-pleistocênicos associados a ambientes de leques aluviais, planície de inundação e lacustres. Os Depósitos de Planície de Inundação (QHa), de idade holocênica, são as unidades litoestratigráficas que ocupam o leito ativo do Igarapé Tapado e seus principais tributários. Ocorrem de modo mais expressivos no baixo curso do Tapado, quando constroem terraços ao longo do rio Ouro Preto.

Dos sistemas *aquíferos* apresentados por Moraes (1998), na bacia do Igarapé Tapado se destacam os *Aquíferos Intergranulares Descontínuos, Livres a Semiconfinados*, que abrigam os sedimentos quaternários, aluvionares e coluvionares, de origem fluvial e lacustre, que ocupam as áreas aplainadas da bacia e o vale do rio Ouro Preto, e os *Aquíferos Intergranulares Contínuos, Livres*, que são representados pelos arenitos ortoquartzíticos e arcossianos da Formação Palmeiral (Serra dos Pacaás Novos e do Macaxeiral). Perfurações a trado realizadas nas manchas de cerrado, individualizadas ao sul da área, por constituir um pacote essencialmente arenoso, acusaram, mesmo na época da seca, nível freático entre 1,5 e 2,5 m de profundidade, com água abundante.

Quanto ao *Relevo*, as bordas norte (Serra dos Pacaás Novos) e oeste/noroeste (Serra do Macaxeiral) da bacia do Igarapé Tapado são balizadas pela unidade morfoestrutural Planaltos Residuais do Guaporé, a qual se caracteriza por constituir superfícies tabulares com escarpas acentuadas e vertentes retilíneas alongadas e pedimentadas, elaboradas pela ação da morfogênese mecânica em paleoclima semi-árido, que atuou nesta porção da Amazônia Ocidental brasileira no período Pleistoceno.

Na bacia do Tapado, a unidade geomorfológica Pediplano Centro Ocidental Brasileiro representa uma superfície ocupada por sedimentos Quaternários e, subordinadamente, litologias de idades Pré-Cambrianas, onde a cobertura vegetal é do tipo Floresta Aberta com intercalação de áreas de Savana e, em trechos mais restritos, de Formações Pioneiras, conforme o Radambrasil (1978), citado por Zuffo (2001, p. 32). A planície Fluvial, (Apf), acompanha a calha do rio Ouro Preto, ocupando uma superfície aplainada periodicamente alagada, resultante da acumulação fluvial com antigos lagos formados por meandros abandonados. A zona identificada como Superfície Pediplanada (Ep3) ocupa a maior expressão em área na bacia do Igarapé Tapado, sendo caracterizada por um terreno aplainado com caimento suave para sul, em direção ao vale do rio Ouro Preto. Desenvolve-se sobre Coberturas Sedimentares Indiferenciadas, onde predominam sedimentos silticos-argilosos e arenosos, localmente concrecionários.

Em relação aos *solos*, conforme Planaflores (1999) citado por Zuffo (2001, p. 48), na área em estudo, o *Podzólico Vermelho-Amarelo Álico* ocorre em maiores proporções em áreas de relevo suave ondulado e forte ondulado, com erosão variando de não aparente a laminar ligeira; nas áreas de culturas ou de pastagens, ela é laminar moderada e em sulcos. Também são encontrados os *Podzólicos Vermelho-Amarelos Álicos Plínticos*, ou ainda, aqueles que, devido à presença de cascalhos, concreções ferruginosas em quantidades importantes e a pouca profundidade efetiva, recebem o adjetivo de cascalhento, concrecionário e raso; este solo foi identificado em duas manchas que ocorrem na porção centro-norte da bacia. No âmbito da Serra dos Pacaás Novos e do Macaxeiral, constituindo divisores naturais da bacia do Igarapé Tapado, ocorrem *Solos Litólicos Álicos*, derivados de arenitos ortoquartzíticos e arcossianos do Graben Pacaás Novos (Formação Palmeiral).

Na porção sul da bacia, nas proximidades do rio Ouro Preto, ocupando áreas isoladas, ocorrem *Areias Quartzosas Álicas*, que são solos excessivamente drenados, muito porosos, muito susceptíveis à erosão e desprovidos de minerais primários menos resistentes ao intemperismo e extremamente pobres em nutrientes. Na área do Igarapé Tapado, são identificáveis nas imagens de satélite, face à marcante variação da cobertura vegetal.

Por meio de picada e perfurações a trado, identificou-se que os furos raramente ultrapassaram 2 metros de profundidade, devido ao nível freático elevado, mesmo no período seco. O perfil topográfico mostrou que na área das Formações Pioneiras a seqüência estratigráfica é constituída essencialmente por areias quartzosas. Em todas as amostras analisadas em laboratório, o quartzo representou aproximadamente 95% do total dos minerais identificados.

Com a finalidade de realizar um estudo de semi-detalle dos solos da bacia, foram coletadas 21 amostras compostas, em duas fases de campo (março e abril/2001), com localizações bem distintas, cujos resultados indicam solos álicos, extremamente ácidos, com baixa saturação de bases, alta saturação com alumínio extraível e pobre em nutrientes.

No que se refere à *rede hidrográfica e suas vazões*, é importante considerar que o Igarapé Tapado deságua no rio Ouro Preto, este no rio Pacaás Novos, com descarga no rio Mamoré (um dos formadores do rio Madeira), que recebeu esse nome, provavelmente, por apresentar, na confluência com o Ouro Preto, uma foz tão fechada pela vegetação, a ponto de impossibilitar a quem sobe o rio, não a perceber, a menos que conheça a drenagem.

A bacia do Igarapé Tapado apresenta padrão dendrítico, com área de 15.160,0719 ha e um perímetro de 58.006,86 m. A bacia de drenagem está disposta no sentido sudeste-noroeste, com caimento geral dos principais cursos d'água para sudeste, percorrendo dos contrafortes da Serra dos Pacaás Novos até o rio Ouro Preto cerca de 13,5 km. O Igarapé Tapado é formado por cinco tributários, denominados de Igarapés do Japonês, Duas Pontes e Piscina, de norte a noroeste, e Igarapés Fazendas e Capão, a oeste. Esses tributários possuem entre 5 e 8 km de extensão, descrevendo curso predominantemente meandrante, com sentido retilíneo e paralelo entre si, formando um único caudal a cerca de 3,5 km antes da foz no rio Ouro Preto.

Nesse trecho, o Igarapé Tapado alcança entre 3,5 e 4,5 metros de largura e entre 0,80 e 1,5 metro de profundidade, diminuindo severamente seu volume na época de estiagem. No médio curso, recebe pela margem direita o Igarapé do Portão e do Vandí, entre os quais, através da interpretação visual das imagens de satélite Landsat 7, escala 1:25.000, identificou-se uma ilha fluvial. No baixo curso, recebe pela margem esquerda o Igarapé do Careca.

Com apoio da Diretoria de Hidrologia da CPRM/Superintendência de Manaus, foram obtidos dados e informações referentes à Estação Fluviométrica Boca do Pompeu, no rio Ouro Preto e, principalmente, foi obtida a instalação e início de operação, em 04/11/2000, de uma estação fluviométrica no médio curso do Igarapé Tapado. A estação funcionou até julho/2001, sendo desativada por dificuldades operacionais.

As vazões foram obtidas pelo método a vau, na data de instalação da “Estação Prof^a. Catia” e na segunda visita de inspeção (em 28/01/2001) foram de 0,917 m³/s e 3,135 m³/s, respectivamente. Nas anotações das leituras diárias do nível da água do igarapé, verifica-se que, no período disponível, a cota mínima foi em novembro/2000, com a média mensal de 0,83 m, e a cota máxima ocorreu em fevereiro/2001 com 2,46 m.

Com o objetivo de diagnosticar a qualidade das águas superficiais na bacia do Igarapé Tapado, foram coletadas várias amostras, observando os cuidados comentados por Agudo (1988), Mota (1997) e Zuffo (1997), sendo avaliadas as características físico-químicas e bacteriológicas das águas pela Divisão de Controle de Qualidade da Companhia de Águas e Esgoto de Rondônia - CAERD. Foi utilizado, também, um medidor portátil tipo Sonda eletrônica, marca CORNING (USA) pelos técnicos da CPRM/Manaus, na visita de 28/01/2001, junto à estação fluviométrica no Tapado.

Como resultado das análises realizadas, foi possível diagnosticar, através de parâmetros físicos, que as águas do Igarapé Tapado possuem aspecto límpido; são inodoras e, quanto à cor, os ácidos húmicos são as substâncias que mais frequentemente adicionam cor a águas naturais e são utilizados pelo plâncton como nutrientes; de modo geral, apresentam temperaturas iguais ou um pouco mais baixas se relacionadas com as temperaturas médias do ambiente no instante da coleta; quanto ao potencial hidrogeniônico - pH, observou-se grande acidez, por apresentar águas pretas e turbidez baixa, com ocorrência de pequena alteração no período chuvoso, em especial, onde está sendo acelerado o processo de ocupação antrópica.

Em relação aos *parâmetros químicos*, Pessenda et al (1986, p. 179-180), ao comentarem sobre a caracterização química das águas de alguns rios de Rondônia, citam que “em geral, a concentração de parâmetros químicos foi mais elevada no período das chuvas”. As concentrações de cloreto foram idênticas em todos os pontos amostrados na bacia do Igarapé Tapado. Dentre as características químicas, que permitem estimar o nível de poluição das águas, o Oxigênio Consumido (OC) indica que os locais menos poluídos possuem muito baixo OC em relação aos demais pontos de amostragem.

Para Arcova (1991, p. 97), “a detecção do nitrito é difícil em função de sua alta instabilidade, transformando-se rapidamente em nitratos”; não consta dessas análises e o nitrogênio nitrato apresenta-se variável nos diferentes pontos de coleta. O gás carbônico livre - GRAF - manteve-se com índice maior que “90,0” mg/l em todos os pontos de coleta. A alcalinidade apresentou-se um pouco mais baixa nos pontos de menor escoamento superficial.

A *análise bacteriológica* da água para determinar os agentes patogênicos específicos é problemática, por isso, costuma-se usar como índice um teste que fornece indicação da qualidade bacteriológica. Das análises bacteriológicas realizadas na bacia do Igarapé Tapado, o ponto V (nascente) apresenta o valor mais baixo 50 (NMP/100 ml), enquanto que os pontos III e IV o valor mais elevado 3.500 (NMP/100 ml), onde se verificou em campo a possível influência do rebanho bovino nesses dois últimos pontos.

A significação do teste de coliformes fecais nos levantamentos de poluição depende do conhecimento da bacia contribuinte e da fonte mais provável dos coliformes fecais. Por isso, a disposição dos esgotos no ambiente rural, também é importante. Os exames bacteriológicos pelo método de colorimetria, devido às limitações da técnica empregada, não permitiram determinar o número mais provável de coliformes fecais, sendo que, se o número mais provável de coliformes

totais em várias amostras sequenciais fosse maior ou igual a 1.600 (NPM/100 ml), o que poderia impedir o uso da água na irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.

Para *utilização de medição dos parâmetros físico-químicos em campo*, foi desenvolvido junto a técnicos em Hidrologia da CPRM/Superintendência de Manaus, o aprendizado do manuseio e calibração do aparelho de sistema modular M-90 da CORNING, que mede parâmetros relacionados à água como a condutividade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura, que demonstram pequenas variações entre as margens e o centro do Igarapé.

Para a verificação de metais pesados, contou-se com a colaboração do Laboratório de Biogeoquímica da UNIR, que propiciou a obtenção de resultados significativos, através do *processo da água total* e a análise dos metais pesados (Fe, Cd, Cu, Pb, Mn, Zn, Co e Cr) pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica (GBC- Avanta-3000).

Observou-se que, de um modo geral, as concentrações de Cd, Cu, Fe, Mn e Pb são maiores no período seco, mas todas abaixo do limite para a classe I dos corpos d'água, segundo a Resolução CONAMA n°. 20, vigente na época; para Ni e Co não é possível comparar, pois foram analisados somente em um período. O Cr apresentou valores médios mais baixos no período seco e surpreendentemente o Zn (Zinco) apresentou 3 das 4 amostras do período seco acima das recomendações para a classe I e 4 das 5 amostras no período chuvoso, sendo que o valor mais elevado é quase 4 vezes maior do permitido para a classe I.

Como o zinco em excesso pode causar danos aos pulmões, ficou a sugestão para que este tema e o monitoramento da qualidade e da quantidade da água na bacia do Igarapé Tapado tenham continuidade em programas oficiais, especialmente em razão da política nacional e rondoniense de recursos hídricos que preconizam a gestão por bacias hidrográficas.

Meio Biótico

No que se refere ao diagnóstico do *meio biótico*, Zuffo (2001, p. 58-67), pela interpretação de imagens de satélite, estudos secundários, seleção de 4 unidades amostrais e coleta de dados em campo, identificou a diversidade da *vegetação* na área. A cobertura vegetal de maior abrangência na bacia do Igarapé Tapado é representada pela Floresta Ombrófila Aberta, Savana Densa, da Formação Pioneira, graminosa/arbustiva e da Formação Pioneira, aluvial, nas áreas periodicamente inundáveis que margeiam o rio Ouro Preto:

- a *Floresta Ombrófila Aberta*, com rica diversidade de espécies vegetais, ocupa uma vasta área aplainada e suavemente ondulada, apresentando quatro faciações diferentes: florestas abertas com palmeiras, com cipós, com bambus e florestas abertas com sororocas;
- a *Savana Densa* na Serra dos Pacaás Novos e Macaxeiral são relíquias da denudação do capeamento sedimentar que teria coberto o peneplano cristalino da Bacia Amazônica;
- no baixo curso do Igarapé Tapado, ocorre o contato da Formação Pioneira graminosa/arbustiva com a Formação Pioneira aluvial de planície periodicamente inundável, representada pelos terraços marginais ao longo do rio Ouro Preto; e com a Floresta Aberta. Nessa área, foi identificada uma grande quantidade de bromélias, principalmente as espécies *Huiria balsamifera* (Aubl.) St Hil, a qual possui casca aromática produtora de um certo óleo, empregado na perfumaria e na medicina.

Os resultados obtidos no levantamento mostraram uma diversidade de espécies, sendo identificadas, nas 4 unidades amostrais da vegetação, **84 gêneros em 35 famílias**.

A *fauna* da região quase não apresenta diferença do rico ecossistema da Floresta Tropical Aberta, a não ser em pontos que envolvem rios de porte médio e grande, que se configuram nas principais barreiras geográficas para as espécies de alguns grupos, especialmente primatas e roedores. Os principais *mamíferos* encontrados na região são: queixadas e veados; quatis, gato-mouriscos, jaguatiricas e onças pintadas; antas; macacos; esquilos, quatipurus, ratos, pacas, cutias e cutiarias; tatus, preguiça, tamanduás-bandeira e tamanduás-mirim; mucuras, cuica e morcegos. A *avifauna*, na bacia do rio Ouro Preto, é das mais variadas, face ao seu *habitat*.

Apesar da diversidade de espécies da *ictiofauna*, elas têm se tornado mais escassas na bacia do rio Ouro Preto, razão pela qual as associações de seringueiros do local têm procurado coibir todo tipo de pesca. A floresta quente e úmida favorece a presença de inúmeras espécies de tartarugas e tracajás e outros representantes da herpetofauna.

Meio Socioeconômico e Cultural

Zuffo (2001, p. 68-99) destaca que em relação aos *Aspectos Econômicos e Demográficos* uma das principais características do município de Guajará-Mirim é a existência de uma grande variedade de produtos extrativos de origem animal e vegetal, que apresentam importância econômica a partir dos diferentes graus de utilização, quer alimentícia, medicinal e industrial. Com relação à produção agrícola, é baseada em pequenos produtores. A pecuária extensiva está em fase de expansão, surgindo como alternativa econômica para o agricultor, com o aumento das

pastagens, observando-se que os seringais e os castanhais vão gradativamente perdendo espaço para esta atividade econômica.

A característica da população do município é a mestiçagem de várias raças com os nativos (indígenas aculturados) resultando uma população tipicamente amazônica com a predominância de “caboclos” e uma farta presença da miscigenação com imigrantes da fronteira. A população da RESEX foi estimada, por Flor (1997) citada por Zuffo (2001 p. 71), em 419 pessoas, a maioria do sexo masculino e segundo relatos verbais, com tendência ao esvaziamento, face às melhores condições de vida dos centros urbanos.

Dois indicadores básicos que refletem as condições sócio-econômicas e o nível de qualidade de vida de uma população são *saúde* e *habitação*. A maior incidência de doenças na RESEX Rio Ouro Preto é, em ordem decrescente, a malária, seguida da gripe, diarreia, reumatismo e verminoses. Embora existissem quatro estruturas físicas de postos de saúde, para atendimento à população, apenas uma, com um quadro de pessoal composto por três Agentes de Saúde, encontrava-se em funcionamento devido à falta de medicamentos e agentes. Destaca-se, porém, o trabalho, a cada dois meses no local, de atendimento dentário pela Secretaria Municipal de Saúde - SEMSAU de Guajará-Mirim (SOUZA, 1999 citado por ZUFFO, 2001, p. 69).

Na área de estudo, as moradias dos que residem nas fazendas são geralmente de madeira, cobertas por folhas de cimento-amianto ou palha de palmeira (babaçu), ou ainda de palhoças ao longo das estradas e/ou margeando cultivos agrícolas. Seringueiros residentes ao longo do Tapado ou nas proximidades (margens do rio Ouro Preto, porém fora da área de interesse), residem em palafitas cobertas por palha. O lazer mais comum entre os moradores do Tapado é o jogo de futebol nos fins-de-semana. As festas na comunidade são mais raras ou por ocasião dos aniversários; os banhos de rio ou nos igarapés são bastante procurados.

Quanto à *Educação, Cultura e Lazer*, Guajará-Mirim é um dos municípios do Estado de Rondônia que possui excelentes atrativos, belezas naturais e infra-estrutura.

Na área da RESEX do rio Ouro Preto, segundo Flor (1997) citada por Zuffo (2001, p. 76), cerca de 55,6% da população, com idade superior a 21 anos, não sabe ler, 29,8% lê e escreve cartas, 7,3% tem o 1º grau e 7,3% possui o 1º grau incompleto. O percentual piora nas idades abaixo de 14 anos. A rede de ensino somente atende até a 4ª série. Na localidade de Pompeu, há uma pequena escola que atende a população ribeirinha e das fazendas próximas.

A pesca predatória e mesmo a artesanal são atividades atentamente fiscalizadas pelas associações de seringueiros da RESEX Rio Ouro Preto. Tendo em vista a preservação das raízes culturais, o Governo Federal criou áreas restritas para os remanescentes dos povos que habitavam a região dos vales do Guaporé e Mamoré.

Os *levantamentos arqueológicos* constaram de uma verificação preliminar, realizada no baixo curso do Igarapé Tapado, em dois níveis: observação de duas trilhas e de uma área de Formação Pioneira pré-existente e investigação em subsuperfície de dois locais. A investigação de campo permitiu identificar dois sítios arqueológicos: um sítio acampamento-cerâmico (Igarapé do Vandi) e outro, habitação-cerâmico (Igarapé Tapado), o que nos dá uma amostra do Patrimônio Cultural Indígena Pré-Histórico na RESEX Rio Ouro Preto.

O *levantamento Socioeconômico e Ambiental na Bacia do Igarapé Tapado* foi realizado em campo, tendo como objetivo principal identificar o *Perfil do Entrevistado*, caracterização do seu dia-a-dia, com relação aos familiares e condições de moradia, levantar a tipologia da moradia, como é sua produção e renda e o qual o apoio recebido das diferentes instituições, assim como as alternativas populares apresentadas.

Existe um número reduzido de lotes ou colocações efetivamente habitadas na Bacia do Igarapé Tapado. Foram realizadas 12 entrevistas, a maioria respondida por homens, católicos, sendo 4 vaqueiros e 3 seringueiros, com nível de escolaridade variada. A distribuição por sexo entre os familiares é quase paritária, a maioria de adultos ou crianças, com pouca ou nenhuma recreação.

O local não se mostrou insalubre, a maioria das casas é de madeira e telhado de palha, com número de cômodos variável e piso de chão batido. Um dos grandes problemas é a falta de energia. A maioria bebe água de poço, as fossas são simples (fossa negra), com esgoto da pia a céu aberto e o lixo é queimado. O meio de transporte mais usado ao norte e ao oeste da bacia é a bicicleta e a canoa no baixo curso. Os entrevistados estavam "insatisfeitos" em relação à educação (faltam escolas), seguidos da falta de posto de saúde.

A maioria dos lotes foi comprada com áreas variáveis de tamanho, áreas desmatadas, cultivadas, de pasto e capoeira. Observou-se que os ribeirinhos e agricultores manifestaram maior segurança nestes quesitos, enquanto que os "caseiros/vaqueiros" não sabiam ou não estavam autorizados a falar sobre o assunto. O número de pessoas que trabalha com remuneração por família é baixo e, em muitos casos, insuficiente para a alimentação.

Quanto à produção, predomina a criação de animais em detrimento da produção agrícola. Muitos moradores se demonstraram desinformados sobre a atuação dos órgãos, exceto em relação às associações, IBAMA e CNPT, interessaram-se em participar de palestras e/ou projetos comunitários.

No tocante ao *uso atual da terra*, embora uma grande porção da bacia do Igarapé Tapado ainda esteja coberta por florestas, torna-se indispensável que se aponte quais as melhores condições de uso para as suas terras, com vistas à implantação da lavoura, pecuária, manejo florestal e preservação da flora e da fauna. Ficaram evidenciados os dois "mundos" existentes: o dos pecuaristas, cujos donos não moram nos seus lotes e pagam assalariados para cuidarem de suas propriedades, fazendo, em muitos casos, somente visitas de vez em quando, preferencialmente aos finais de semana; e o "mundo" dos ribeirinhos, mais no baixo curso do Igarapé Tapado, com uma realidade bem diferente.

Foi constatado que o cultivo de lavouras de ciclo-curto ou anuais, como arroz, milho, feijão, hortaliças, etc., é pouco explorado, predominando o cultivo de mandioca brava (ciclo semiperene), tendo como finalidade principal a produção de farinha. Já as culturas perenes, como banana, cupuaçu, café, abacate, manga, goiaba, caju, citros etc., fazem parte dos pomares, cuja produção é exclusiva para consumo familiar. Quanto às espécies florestais, são encontradas em dispersão natural e seus produtos servem como sustento das famílias.

A distribuição de terras, na bacia do Igarapé Tapado e na RESEX como um todo, não se fez acompanhar de um estudo preliminar que determinasse qual a melhor forma de aproveitamento das suas potencialidades. Assim, a ocupação, seguida de desmatamento, é o reflexo de uma política que autorizava, na década de 1980, a destruição de qualquer área de floresta como sinônimo de “benfeitoria” para a concessão de título definitivo da terra.

A substituição da vegetação nativa pela formação de pastagens procedeu-se, mais acentuadamente na última década, principalmente pela existência de fazendas, com áreas entre 350 e 600 ha, ao norte e ao oeste/noroeste da bacia (Setor Palheta e Pacaás Novos). A maior porção da bacia, no entanto, é ocupada por lotes menores, medindo em média 240 ha, pertencentes ao Setor Pacaás Novos (norte e centro da bacia), dispostos ao longo (sul) da estrada dos “Soldados da Borracha”. O Setor Bananeiras ocupa uma pequena área a sul da bacia, conforme mapa da situação fundiária da área (IBAMA, 1995, citado por Zuffo, 2001, p. 95). O

reflexo disso é a alteração dos ecossistemas, através do antropismo, que pressiona os limites da RESEX, afetando a integridade da bacia do Igarapé Tapado.

As pequenas propriedades, localizadas principalmente na porção norte (sul da estrada dos “Soldados da Borracha”) e leste da bacia, não foram ocupadas. O que parece ocorrer é a ocupação de alguns posseiros, promovendo pequenos desmatamentos para subsistência. Constatou-se a presença de um jovem seringueiro e sua família no baixo curso do Igarapé Tapado, ocupando uma área com cerca de 1,5 ha, com culturas de subsistência, e outro (viúvo) que reside com uma neta, na margem do rio Ouro Preto e trabalha em área da bacia, ou seja, as populações tradicionais não estão de fato ocupando muito essa bacia.

Traçando um diagnóstico sucinto dos impactos ambientais na bacia, verifica-se que as derrubadas, queimadas, alterações da cobertura florestal, roças mal formadas, escoamento das águas em superfície inclinada, clareiras que se ampliam, desbarrancamento das margens dos igarapés etc., constituem os fatores que mais contribuíram para a criação de áreas alteradas.

Dessas ações resultaram o empobrecimento e alterações físico-químicas do solo; diminuição da camada de húmus; aumento do movimento das águas superficiais, promovendo voçorocamento; modificações do ciclo hidrológico; assoreamento, desbarrancamento e morte temporária de drenagens; destruição de estoques genéticos de populações e mesmo de comunidades que compõem a flora e fauna, dentre outros. Esses danos ambientais são evidentes na formação de grandes pastagens no sopé da Serra dos Pacaás Novos, acompanhadas da destruição das matas ciliares, causando a morte temporária de pelo menos dois grandes braços do Igarapé Tapado, o Igarapé do Careca e do Japonês, ambos com trechos de vários quilômetros secos entre os meses de agosto e novembro.

O desflorestamento de áreas impróprias ao plantio de pasto, a exemplo de manchas de solos laterizados, onde o pasto plantado ficou pouco desenvolvido e enraizado, bem como de queimadas em ambientes frágeis e de importância botânica, como o verificado na Formação Pioneira oeste, são o reflexo da intervenção antrópica danosa nas suas proximidades.

Diante desse diagnóstico, o zoneamento proposto é um instrumento de alerta contra as ações que estão impactando a bacia do Igarapé Tapado, as quais têm progressiva ampliação. Considerando que a correção de limites da RESEX ainda está em processo, é necessário preservar o que ainda existe da flora e da fauna na área a ser desmembrada, mediante a criação de uma

APA, conforme proposto pela equipe que elaborou o Laudo Técnico, além de tentar preservar a importância das cabeceiras dessa bacia fluvial.

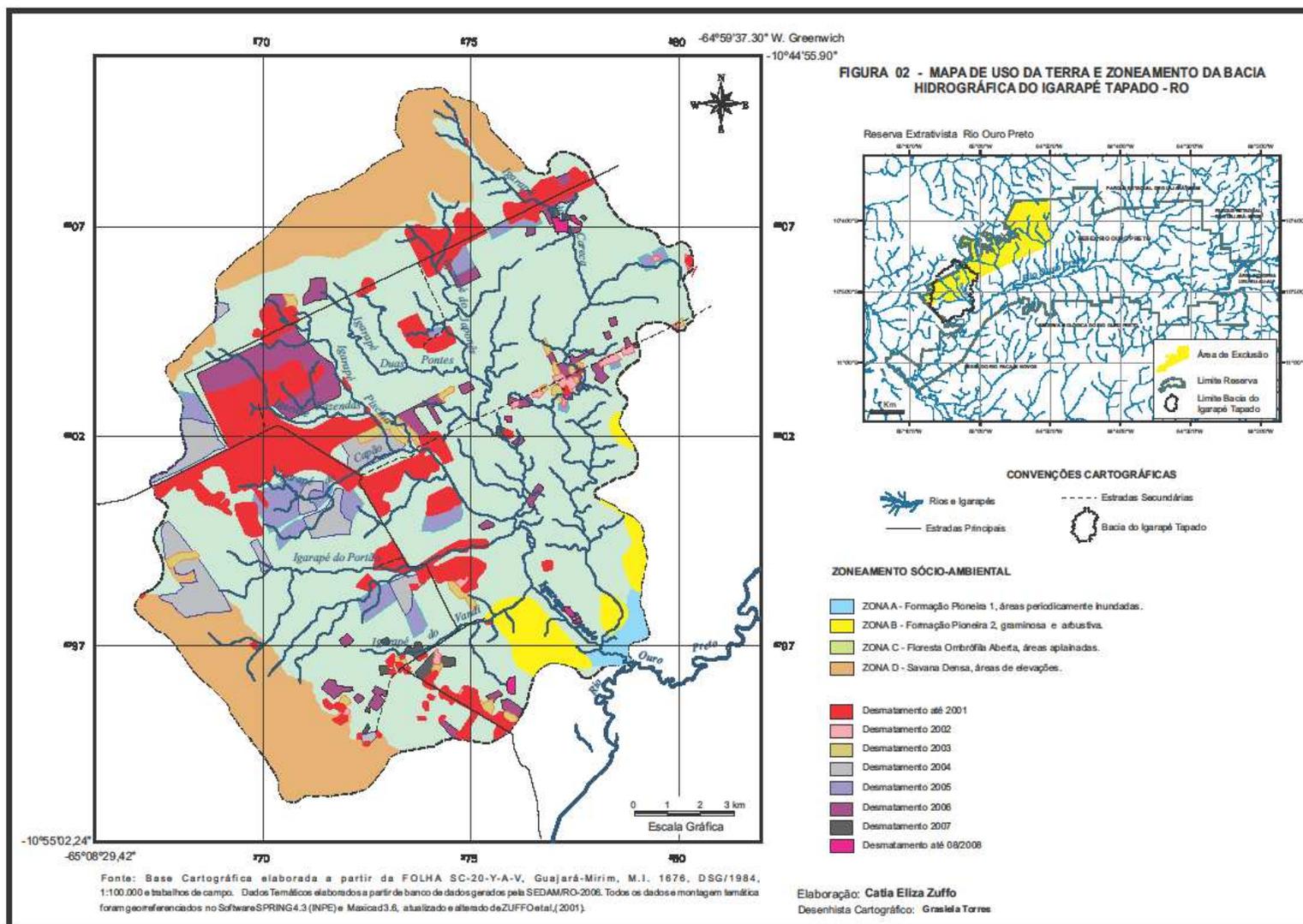
Zonas Propostas para a Bacia do Igarapé Tapado

Como apontado em Zuffo (2001, p. 100), o zoneamento da bacia do Igarapé Tapado (**Figura 02** e **Quadro 01**) baseou-se na identificação e na delimitação de áreas semelhantes em relação aos seus aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos e de ocupação da terra, assinalando os ambientes mais vulneráveis e as áreas sob maior pressão social.

A metodologia utilizada foi baseada, parcialmente, na proposta de Zoneamento do Parque Estadual de Guajará-Mirim (RONDÔNIA, 1998 citada por ZUFFO, 2001, p.101), que adotou cartas de vulnerabilidade, mediante o cruzamento de dados temáticos e atribuição de pesos a cada classe. Foi utilizada, também, a combinação dos critérios (alterações nos meios físico, biótico, etc.) com a Tabela de Leopold (1971), citada por Zuffo (2001, p. 101), a qual atribui valor de criticidade de acordo com a deterioração da qualidade de um ou mais fatores ambientais, sem, contudo, ter significado como valor absoluto de intensidade de impactos, mas como atributos relativos se comparados uns com outros.

Cada zona foi contemplada, genericamente, com um índice. As áreas mais severamente alteradas pela ação antrópica situam-se a norte e a oeste/noroeste da bacia, com os impactos já mencionados, principalmente porque a maior parte da população que a ocupa é composta por número mais expressivo de colonos do que de extrativistas.

Mediante a manipulação de todas essas informações, foram delimitadas quatro grandes zonas (A, B, C e D), cada uma delas com suas características particulares, as quais poderão ser alvo de estudos mais detalhados, tais como as unidades amostrais da vegetação na bacia e o avanço do desmatamento, como demonstrados na **Figura 02**, atualizado em 2009.



QUADRO 01 - Caracterização das zonas identificadas na bacia do Igarapé Tapado - RO

<i>Localização e Tamanho</i>	<i>Geologia</i>	<i>Relevo</i>	<i>Solos</i>	<i>Drenagem</i>	<i>Águas</i>	<i>Vegetação</i>	<i>Ação Antrópica</i>
Zona A - Formação Pioneira 1				Classificação: entre (0) ou com baixa criticidade “-1”			
0,035 km ² . Desenvolve-se na planície de inundação do Rio Ouro Preto	Sedimentos aluviais antigos	Faixa marginal aplainada	Gley Pouco Húmico Álico	meândrica	pretas	Formações Pioneiras, arbóreas, periodicamente inundáveis, com presença de <i>hevea brasiliensis</i> - seringueira	Só coleta de produtos
Zona B - Formação Pioneira 2				Classificação: média criticidade (-2) na área oeste e sem criticidade (0) na área leste			
baixo/médio curso do Igarapé Tapado; duas áreas isoladas, Leste 2,53 km ² e Oeste, 11,73 km ² .	sedimentação associada a ambientes fluviais	Pediaplano Centro-Ocidental Brasileiro	Areias Quartzosas Álicas	Igarapé Tapado com trecho retilíneo	Nível freático próximo de 1,5 metro, mesmo na época da seca; constitui um expressivo aquífero local.	enclave em meio à vegetação circundante abriga espécies típicas de cerrado	proximidade com sítios e fazendas na borda oeste tem redundado no surgimento de queimadas inconseqüentes
Zona C - Floresta Ombrófila Aberta				Classificação: área antropizada: alta (-3) a excessiva criticidade (-4); área pouco povoada apresenta-se sem (0) ou com baixa criticidade (-1),			
maior porção da bacia do Igarapé Tapado	Coberturas Sedimentares Indiferenciadas	Pediaplano Centro-Ocidental Brasileiro	Latosolo com Podzólico Vermelho Amarelo Álico e solo laterizado	igarapés apresentam certo paralelismo	trechos com qualidade alterada	Floresta Tropical Aberta com subdivisões	interferindo na manutenção e qualidade das águas superficiais, desencadeando erosão acelerada, assoreamento e morte de drenagens
Zona D - Savana Densa				Classificação: baixa criticidade (-1)			
porções mais distais e elevadas da bacia do Igarapé Tapado	superfície tabular estrutural Formação Palmeiral	Planaltos Residuais do Guaporé	Litólicos Álicos	nascentes formadoras do Ig. Tapado	límpidas	Savana Densa, às vezes Aberta	caça e fogo das áreas limítrofes

Fonte: ZUFFO (2001) - Organização: C.E.ZUFFO (2009).

Diante da crescente degradação ambiental alterando os ecossistemas na bacia do Igarapé Tapado, Zuffo (2001, p. 108) apresenta as seguintes recomendações e sugestões para a gestão da bacia do Igarapé Tapado:

- Envidar esforços no sentido de agilizar a implantação de uma Área de Proteção Ambiental na área de exclusão da RESEX Rio Ouro Preto, tomando medidas que coloquem imediato freio aos desmatamentos, queimadas e outras atividades depredadoras do meio ambiente;
- Implantar postos de fiscalização permanentes na estrada dos ‘Soldados da Borracha’ e acesso à localidade de Pompeu, coibindo a retirada de madeiras, essências florestais, peixes ornamentais e pesca predatória;
- Fazer cumprir a Lei de Crimes Ambientais;
- Recuperar as matas ciliares destruídas nas cabeceiras norte e oeste/noroeste do Igarapé Tapado, sobretudo nas nascentes dos Igarapés do Careca e Japonês;
- Implantar projeto piloto de desenvolvimento sustentado que melhore a renda dos moradores;
- Desenvolver estudos botânicos na bacia, sobretudo nas áreas de Formação Pioneira do médio curso, face à diversidade florística;
- Instalar um posto de saúde na localidade de Pompeu, evitando o deslocamento dos ribeirinhos à Guajará-Mirim;
- Promover o salvamento dos sítios arqueológicos cadastrados e investigar a presença de outros na RESEX, conforme as normas do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN;
- Fortalecer as associações de seringueiros atuantes na RESEX;
- Promover a educação ambiental da comunidade local, fornecendo elementos que facultem o monitoramento, controle e proteção das nascentes dos cursos d’água e dos demais recursos naturais da RESEX Rio Ouro Preto;
- Difundir o entendimento que a "Bacia Hidrográfica" é a unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos, elo fundamental para o entrosamento entre usuários (no caso os pecuaristas, agricultores e ribeirinhos) e os diferentes órgãos e instituições atuantes na área (Bacia do Igarapé Tapado) e que pode estender-se a toda a RESEX Rio Ouro Preto.

Considerando-se a importância do retorno das pesquisas científicas para a comunidade e entidades diretamente envolvidas, essa proposta de zoneamento foi apresentada e debatida, em 2002, com a comunidade local, através de palestras, exposições e eventos, visando divulgar o conhecimento sistematizado, sensibilizar os envolvidos e incentivar a mobilização social em prol da conservação e preservação ambiental da bacia do Igarapé Tapado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa permitiu verificar que, embora a criação da Resex Rio Ouro Preto tivesse como finalidade estimular a produção de borracha natural e os produtos que a

floresta pode oferecer, a situação diagnosticada na bacia do Igarapé Tapado mostra-se discordante, pois a economia está voltada para a pecuária e para a agricultura, reproduzindo-se as formas predatórias de apropriação do espaço, gerando impactos ambientais e sociais.

A proposta de zoneamento apresentada visa contribuir para reverter essa situação, disciplinar o uso da terra e proteger as florestas e águas. Sua implantação, contudo, deve acontecer no contexto de um processo de gestão territorial com foco na bacia hidrográfica e nas águas, o que pode ser feito no âmbito dos sistemas de gestão ambiental e de gerenciamento de recursos hídricos, com planejamento, monitoramento e participação social.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Rondônia – UNIR, à Fundação Rio Madeira – RIOMAR e ao Banco da Amazônia S.A. – BASA, pelo convênio que viabilizou a realização da pesquisa; o acompanhamento do Centro Nacional de Apoio Sustentável às Populações Tradicionais – CNPT/RO e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA; a valiosa colaboração da equipe de Hidrologia do Serviço Geológico do Brasil – CPRM/Superintendência de Manaus; e aos revisores, pelas sugestões que aprimoraram este trabalho, que faz parte da tese de doutoramento “Gestão Integrada das Águas em Rondônia” (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo, no PPGG/UFGA.

Nota: Após o aceite, este artigo passou por uma revisão, em sua forma, com a finalidade de uniformizar o estilo de redação.

REFERÊNCIAS

AGUDO, E.G. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1988.

ARCOVA, F.C.S. **Qualidade da Água**. In: Curso internacional sobre manejo de bacias hidrográficas na área florestal. São Paulo: Instituto Florestal, 1991, 2 ed., p. 92-109.

Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. Comissão de Gestão. Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Lei Federal Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. **Plano de Recursos Hídricos**. São Paulo, ABRH, 1997. p. 41.

BARTH, F.T. **Planos de Recursos Hídricos**. São Paulo: ABRH, 2000.

BARTH, F.T.; POMPEU, C.T. **Fundamentos para Gestão de Recursos Hídricos**. IN: Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel: ABRH, 1987. p. 12.

CARDOSO, F.H. **Aspectos políticos do planejamento**. IN: LAFER, B.M. Planejamento no Brasil. Editora Perspectivas, São Paulo, 4ª ed., 1984. p. 161-184.

GOMES, A.D., et al. **Planejamento e zoneamento ambiental**. Rio Claro, SP, 1997. (Monografia de disciplina de pós-graduação, UNESP – campus Rio Claro, Mimeo.).

LEAL, A.C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca - Campinas - São Paulo**. Rio Claro, IGCE-UNESP, 1995.

MACHADO, P.A.L. **Direito ambiental brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1992.

MORAIS, Paulo R.C. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Rondônia**. CPRM/REPO, 1998.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

PESSENDA, L.C.R. et al. **Caracterização química das águas de alguns rios do Estado de Rondônia**. Brasil: Acta Limnol. v. 01, 1986. p. 179-180.

Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO. **Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia**. Lei Complementar nº. 233/00, 1999.

SÁNCHEZ, R.O.; SILVA, T.C. da. **Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem**. Cadernos de Geociências, Rio de Janeiro, n. 14, p. 47-53, abr./jun. 1995.

ZAHN, C. E. **Planejamento municipal: considerações sobre a sua estruturação, problemas e perspectivas**. IN: BRUNA, G.C. (Org.). Questões de organização de espaço regional. São Paulo, Nobel - Ed. da Universidade de São Paulo, 1983.

ZUFFO, C.E. **Diagnóstico ambiental da bacia do Igarapé Tapagem, município de Candeias do Jamari – RO**. Rio Claro: IGCE – Campus de Rio Claro, UNESP, 1997.

ZUFFO, C.E. (coord.). **Zoneamento ambiental da Bacia do Igarapé Tapado. Resex Rio Ouro Preto – Rondônia**. Relatório final. Porto Velho: UNIR/CNPT/RO-IBAMA, 2001.

CAPÍTULO – 6

GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Catia Eliza Zuffo
Francisco de Assis Matos de Abreu

Submetido: FORMAÇÃO - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT-UNESP Presidente Prudente

De: revista_formacao@fct.unesp.br
Para: Catia Eliza Zuffo <catiazuffo@gmail.com>

Data: 26 de fevereiro de 2010 10:25
Assunto: Re: Submissão de Artigo à Revista Formação em 12fev2010
enviado por: fct.unesp.br

Prezados senhores,

Confirmamos o recebimento de artigo intitulado: GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, de autoria de Catia Eliza Zuffo e Francisco de Assis Matos de Abreu.

O trabalho será encaminhado para pareceristas da revista. Solicitamos que aguarde resposta desta avaliação.

Sobre a figura 2, vamos aguardar avaliação do corpo técnico da revista acerca da necessidade de melhorar a resolução. Se for necessário a substituição da imagem, entramos em contato.

Agradecemos o envio do artigo,

Att.
Wagner Batella
Comissão Editorial

GESTÃO PARTICIPATIVA DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: ações e propostas para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas*

Catia Eliza ZUFFO¹

Francisco de Assis Matos de ABREU²

Resumo:

As políticas públicas de gerenciamento de recursos hídricos são fundamentos básicos para a gestão participativa das águas. Nesse contexto, destacam-se a Legislação Federal e Estadual de gerenciamento de recursos hídricos e apresentam-se propostas para a formação de Comitês de Bacias Hidrográficas em Rondônia, tendo como base a política hídrica, a divisão hidrográfica do Estado e a atuação do Programa Acqua Viva Rede UNIR.

Palavras-chave: Gestão participativa das águas, Comitês de Bacias Hidrográficas, Acqua Viva Rede UNIR, Rondônia.

Resumen:

Las políticas públicas em la gestión de los recursos hídricos son los cimientos fundamentales para la gestión participativa del agua. La legislación federal con la gestión departamental de los recursos hídricos son destacadas em el contexto de la gestión. Igualmente presentanse las propuestas para formación de los Comités de Cuencas Hidrográficas em Rondônia, basadas em la política de aguas, el área de la división hidrográfica de Rondônia y la actuación del Programa Acqua Viva Rede UNIR.

Palabras Clave: Gestión participativa, Legislación de aguas, Comités de cuencas hidrográficas, Acqua Viva Rede UNIR, Rondônia.

Abstract:

The public politics and of management of water resources are basic beddings for the participation management of waters. In this context, they are distinguished it Federal and State Legislation of management of water resources and present proposals for the formation of Committees of watersheds in Rondônia, having as base the water policy, the hydrographic division of the State and the performance of the Acqua Viva Rede UNIR.

Keywords: Participation management of waters, water Legislation, Committees of watersheds, Acqua Viva Rede UNIR, Rondônia.

* Artigo originado de pesquisa científica em nível de doutoramento na linha de pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos junto ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da UFPA.

¹ Professora Mestre do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR; Cx. Postal: 1647, 76801-974 - Porto Velho – RO – Brasil, - coordenadora do Grupo Acqua Viva - UNIR e doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará – UFPA, bolsista CAPES; catiazuffo@gmail.com - <http://www.acquaviva.org.br>

² Professor Doutor Associado da Universidade Federal do Pará – UFPA e professor do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da UFPA, Caixa-Postal: 1611, 66075-900 - Belém, PA – Brasil, famatos@ufpa.br

1. INTRODUÇÃO

A crise das águas tem sido um tema que desperta a preocupação de autoridades e da população em geral, pois desse recurso natural, finito e vulnerável, depende a sobrevivência humana. Entretanto, em função do aumento da população, do processo de urbanização, das demandas diversificadas para saneamento e saúde pública, geração de energia, produção agropecuária, atividades industriais, transporte, turismo e lazer, além do desperdício e da degradação ambiental, os recursos hídricos estão ficando cada vez mais escassos em quantidade e qualidade.

A degradação das águas, resultado de procedimentos e visões setoriais em seu uso e apropriação, contribuiu para que, na Agenda 21, fosse recomendado o manejo holístico da água doce, vista como um recurso finito e vulnerável, sendo fundamental a integração aos planos econômicos e sociais nacionais dos planos e programas hídricos setoriais (SETTI & SENA, 2003).

Da mesma forma, é fundamental a participação social no gerenciamento de recursos hídricos para se alcançar os objetivos expressos na legislação sobre águas. Essa participação, contudo, deve estar respaldada em políticas públicas que incentivem e viabilizem a gestão integrada das águas e o empoderamento da população e deve ocorrer por meio de instrumentos, a exemplo do planejamento de recursos hídricos e de bacias hidrográficas de forma participativa, e de colegiados regionais, com a formação e consolidação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Nessa perspectiva, são abordados, neste trabalho, os pressupostos básicos para a gestão participativa das águas, destacando-se a legislação rondoniense de águas, bem como apresentando-se propostas para a formação de Comitês de Bacias Hidrográficas em Rondônia, tendo como base a política hídrica, a divisão hidrográfica do Estado e a atuação do Programa Acqua Viva Rede UNIR.

2. POLÍTICAS PÚBLICAS E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

A política, de acordo com Bierrenbach, pode ser compreendida por dois ângulos:

1. em sentido estrito - política é entendida como acesso, exercício e manutenção do poder. Compõe-se de partidos políticos, processo eleitoral, ocupação de cargos públicos e todas as atividades correlatas;

2. em sentido amplo - política pressupõe o grau de compromisso dos cidadãos para com a sua coletividade e a ação consequente sobre as estruturas de desigualdades. Depende para a sua concretização de uma ação coletiva com vistas às transformações da sociedade. As várias possibilidades de interpretação da realidade estão ligadas às correspondentes concepções de Estado, reproduzindo as ideologias subjacentes (BIERRENBACH, 1987).

Em sentido amplo, portanto, o conceito de política pública provém da introdução de uma mudança em aspectos de determinada atividade de interesse da sociedade, porém, nem sempre só dela, uma vez que a execução está conectada a uma parceria em que o Estado atua preponderantemente ou a regula.

Pagnoccheschi (2000) destaca que políticas públicas "constituem a aplicação do conjunto de procedimentos formais e informais que expressam relações de poder e que se destinam à resolução pacífica dos conflitos quanto a bens públicos". Assim, pode-se considerar como política pública a aglutinação e organização de idéias, visando à orientação e ao direcionamento das medidas adotadas pelo governo para atender às necessidades de diferentes setores, como a saúde, saneamento, meio ambiente, recursos hídricos e educação, entre outros.

As Estratégias a serem usadas para a implementação de políticas públicas são a desburocratização, descentralização, transparência, ética, profissionalismo, competitividade e o "Enfoque cidadão", que é a valorização do cidadão como principal consumidor dos serviços (PIMENTA, 1998). Essas estratégias estão presentes nas políticas e nos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos em implantação no país.

Independentemente de sua categorização, formulação ou aperfeiçoamento, Pagnoccheschi (2000) salienta que as políticas públicas são o resultado de um amplo processo de negociação. Assim, "quanto mais participativo é o processo de elaboração de alternativas, mais fácil é o processo de negociação política que se segue". No caso das políticas públicas relacionadas à água, é preciso compreender que sua formulação está inserida em um processo maior de transformação do Estado, no qual as políticas públicas ganham espaço e são valorizadas como importante mecanismo de interação do estado com a sociedade e expressam também os conflitos e a negociação social para a formulação das leis de gerenciamento de recursos hídricos, considerando-se que a disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, desempenha papel central para a indução ou restrição ao desenvolvimento econômico e social.

Essa perspectiva embasa um conceito abrangente de gestão de recursos hídricos, destacado por Lanna (1997), como uma

atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e doutrinas, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. (...) A gestão das águas é decisão política, motivada pela escassez relativa de tais recursos, impondo limitações ao desenvolvimento econômico e social, e está condicionada às pressões decorrentes do desenvolvimento econômico, aumento populacional, expansão da agricultura, pressões regionais, mudanças tecnológicas, mudanças sociais, urbanização, demandas sociais e ambientais, incerteza do futuro.

Nessa perspectiva, Campos (2001) ressalta que, no estudo e na adoção da água como chave para a formulação e implantação de políticas públicas, há necessidade de se ver "com espírito crítico, o uso das águas no passado, para planejar bem o futuro" e considerar também que "os valores variam ao longo do tempo", o que impacta diretamente em sua gestão. Assim, na formulação das políticas públicas, há que se considerar a longa trajetória de uso e apropriação das águas para as atividades antrópicas, bem como os modelos, sistemas e instrumentos de gestão que foram utilizados e os resultados obtidos.

Para Coimbra, Rocha e Beekman (1999), o modelo de gestão de recursos hídricos pode ser compreendido como o arranjo institucional que contempla a definição da política hídrica e os instrumentos necessários para executá-la de forma ordenada e com papéis bem definidos de cada ator envolvido no processo. Os modelos de gestão de recursos hídricos historicamente implantados no Brasil, segundo Yassuda (1989) e Lanna (1995), foram: burocrático, econômico-financeiro e sistêmico de integração participativa.

Tendo como referência a explanação de Pagnoccheschi (2000) sobre os diferentes eventos históricos da política de recursos hídricos no país, bem como as contribuições de Barth (1999) e Setti (2000), fica evidente o potencial de transformações na gestão pública pela implementação de políticas públicas, "o que supõe um esforço de integração com as demais políticas, na tentativa de se obter mais racionalidade e coerência na gestão dos bens considerados públicos" (PAGNOCCHESCHI, 2000).

Um maior detalhamento, em nível de cronograma da evolução da administração das águas no Brasil, é abordado por Setti (2000). Por sua vez, Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2000) apresentam uma análise histórica, considerando vários aspectos dos recursos hídricos no Brasil,

assim como a situação atual, que "passa por um cenário de transição institucional com a privatização dos serviços públicos e pela regulamentação da legislação de recursos hídricos". Segundo os autores, é fundamental fazer uma análise global, destacando tendências e fazendo recomendações para ações globais. Assim,

A avaliação e o prognóstico do desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos de um país tratam da integração dos componentes dos sistemas naturais com o sócio-econômico. Esses elementos foram analisados, considerando-se cenários de desenvolvimento econômico e social, buscando-se assim, identificar a visão esperada para o país (TUCCI, HESPANHOL e CORDEIRO NETTO, 2000).

Eles afirmam que, em relação ao desenvolvimento da gestão de recursos hídricos, os estágios foram semelhantes, tanto para países em desenvolvimento quanto para os desenvolvidos, porém, "em períodos diferentes". A análise é feita, a partir da segunda guerra mundial, quando houve um grande desenvolvimento econômico e a construção de muitas obras, especialmente para geração de energia, em países desenvolvidos; enquanto que o Brasil e outros países em desenvolvimento, ainda estavam inventariando seus recursos. No período posterior, enquanto que nos países desenvolvidos houve o "início da pressão ambiental", com o surgimento de legislações de controle ambiental, o mesmo não ocorreu nos países em desenvolvimento, levando à degradação das águas superficiais. Na década de 1970, ocorreu "o início da pressão ambiental em países em desenvolvimento, enquanto esse processo de controle se acelerava nos países desenvolvidos" (TUCCI, HESPANHOL e CORDEIRO NETTO, 2000).

Nos anos 1980, foram aprovados no Brasil "a legislação ambiental e os critérios de controle de sistemas hídricos e hidrelétricos". Enquanto isso, os países desenvolvidos "ênfatizaram a consideração dos impactos globais, da contaminação de aquíferos e da poluição difusa". Os autores citados anteriormente afirmam que estas preocupações "sobre o clima global e a pressão sobre áreas como Amazônia contribuíram para diminuir o investimento internacional no Brasil", devido à ênfase da energia hidroelétrica (TUCCI, HESPANHOL e CORDEIRO NETTO, 2000).

Nos anos 1990, a marca principal foi o conceito de *desenvolvimento sustentável*, o qual "fornece uma estrutura para a integração de políticas ambientais e estratégias de desenvolvimento", sendo que muito da sua força "tem liberado a criatividade e orientado a prática de lideranças sociais e de formuladores e gestores de políticas públicas" (MOISÉS, 1999).

Visando a busca pelo equilíbrio “entre o investimento no crescimento dos países e a conservação ambiental”, a proposta de desenvolvimento sustentável levou a um novo direcionamento dos investimentos internacionais, com maior apoio à “melhoria ambiental das cidades, iniciando-se com as grandes metrópoles brasileiras” (TUCCI, HESPANHOL e CORDEIRO NETTO, 2000).

Na perspectiva de garantir a sustentabilidade, Dorfman (1993) salienta que o papel fundamental do Estado na gestão dos recursos hídricos deve ser caracterizado pela vertente da instrumentalização ou da motivação, pois essas condicionam os princípios da gestão. Esse autor defende a tese "de que é na motivação e não na instrumentalização que residem os principais condicionamentos dos paradigmas de planejamento e gestão dos recursos hídricos". Assim,

a instrumentação seria o conjunto de processos pelo qual o Estado obtém recursos e administra a saúde, a educação e a qualidade de vida em geral. Seria, portanto, a aplicação de técnicas (...). A motivação seria o conjunto de causas que condicionam o planejamento e a gestão estatais. Em outras palavras, seria a prática político-social, o grau de democratização e rateio de poder no Estado (DORFMAN, 1993).

Segundo Thame (2002), as mudanças ocorridas no cenário político de nosso país, nas últimas três décadas, foram marcadas por um longo período de forte crescimento de ações centralizadoras e de decisões impostas à sociedade. Com o início da redemocratização do país, verificou-se um movimento de resgate dos valores mais preciosos de uma nação: os direitos individuais, a liberdade, a luta pela maior igualdade e pelo bem-estar social, com desenvolvimento. Nesse sentido, continua o autor, “a água, recurso natural essencial à vida, desponta como um dos principais fatores limitantes, tanto para assegurar o crescimento da maioria das atividades econômicas, como para garantir a melhoria das condições básicas de saúde e higiene”.

O processo de gestão dos recursos hídricos no Brasil está evoluindo nas últimas décadas. Os modelos burocrático e econômico-financeiro vêm gradativamente cedendo espaço para o modelo sistêmico de integração participativa. Esse modelo, segundo Freitas (2000), “permite a democratização das ações através dos colegiados que o compõem”, destacando que

é o modelo mais moderno de gerenciamento de bacia hidrográfica, no qual se empregam os quatro tipos de negociação social (econômico, político direto, político-representativo e jurídico) e três instrumentos de trabalho (planejamento estratégico por bacia hidrográfica; tomada de decisões por meio de deliberações multilaterais e descentralizadas; e estabelecimento de instrumentos legais e financeiros) (FREITAS, 2000).

Nesse contexto, a participação social, a integração entre os órgãos públicos e a formulação e implementação de políticas públicas de recursos hídricos estão sendo fomentados em vários níveis, notadamente na organização de colegiados regionais e centrais do sistema de gerenciamento de recursos hídricos – Comitês de Bacias Hidrográficas, Conselho Nacional e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Thame (2002) destaca que o “sistema de gerenciamento de recursos hídricos, ao criar a figura dos colegiados deliberativos, estabeleceu canais permanentes que institucionalizaram a participação da sociedade de forma organizada. Mais do que permitir aos usuários o direito de voz nos fóruns, concedeu o direito de voto nas decisões”. O autor destaca que, no caso do estado de São Paulo, “a grande mudança foi a descentralização e a delegação do poder decisório. O executivo abre mão do seu poder discricionário de alocar recursos financeiros, a seu critério, para as obras que julgava necessárias, e passa a compartilhar a competência para decidir quais ações devem ser prioritariamente executadas”.

De modo semelhante, Leal (2000), ao analisar o sistema paulista, destaca que a implantação de um modelo de gestão sistêmico-representativo deve estar fortemente embasada em três princípios: descentralização, participação e integração.

A descentralização efetiva-se através da regionalização do estado em bacias hidrográficas ou unidades de gerenciamento de recursos hídricos ou bacias, as quais constituem a área de atuação dos Comitês de bacias, com atribuição de gerenciar seus recursos hídricos, atendendo às normas e orientações previstas em lei. O princípio da participação deve ser garantido pela composição dos colegiados de decisão, nas diversas instâncias do Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, por representantes do Estado, municípios, usuários e demais setores com interesse na gestão das águas. A integração deve existir entre os usuários, o poder público e as entidades civis que atuam ou se interessem pela gestão dos recursos hídricos. A integração também deve ser buscada na análise, planejamento e gestão conjunta das águas superficiais e subterrâneas e no binômio quantidade e qualidade das águas, rompendo-se a divisão setorial entre órgãos estatais que atuam em diferentes aspectos das águas, sem uma visão de unicidade e universalidade do ciclo hidrológico.

Para a formulação e implantação de um processo de gestão ambiental ou de recursos hídricos, Freitas (2000) destaca que “deve ser constituído por uma *política*, que estabeleça as diretrizes gerais, por um *modelo de gerenciamento*, que estabeleça a organização (ou configuração) administrativa e funcional necessária para tal, e por um *sistema de gerenciamento*, constituído pelo conjunto de organismos, agências e instalações governamentais e privadas, para

execução da política, por meio do modelo adotado e tendo por instrumento o planejamento ambiental”.

A política hídrica deve contemplar os princípios e diretrizes de gestão da água expressos em Conferências e Reuniões promovidas por organismos internacionais, especialmente da Organização das Nações Unidas (ONU), tendo como princípio fundamental a participação social. Como afirma Dorfman (1993), a tarefa de organizar os órgãos gestores é complexa, mas sua preocupação maior é com a necessária legitimidade social, que só se consegue na prática democrática.

Outros princípios básicos para a gestão são apontados por Conejo (1993), para quem é necessário dispor de tecnologia, instrumentos e recursos humanos para gerir adequadamente os recursos hídricos:

- tecnologia: instrumental para medições, conhecimento científico para avaliações, ou seja o conhecimento requerido para o planejamento e a administração dos recursos hídricos;
- instrumentos: mecanismos, regras e normas técnicas, econômicas e legais que fornecem a base de atuação e vão condicionar a estruturação das instituições que compõem o sistema de gestão da água, como as políticas e os planos de recursos hídricos;
- recursos humanos: conjunto dos decisores, técnicos, usuários de água e interessados nas questões hídricas.

Esses e vários outros princípios, expressos por organismos internacionais e adotados em vários países, foram incorporados na legislação hídrica do Brasil (Lei nº. 9.433/97 – MMA, 1997) e de Rondônia (Lei nº. 255/02 – RONDÔNIA, 2002b). Nesse sentido, abordam-se, a seguir, aspectos básicos da legislação de gerenciamento de recursos hídricos do Brasil e do estado de Rondônia.

3. POLÍTICA E SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E EM RONDÔNIA

Para a formulação da política nacional de recursos hídricos, segundo Barth (1999), foram realizados vários eventos nacionais (encontros, *workshops* e seminários), com a participação de representantes de órgãos gestores e de especialistas de diversas instituições nacionais e de outros países, o que resultou no desencadeamento de debates, de esclarecimentos e no estabelecimento de princípios básicos para o gerenciamento de recursos hídricos e das bacias hidrográficas no

país. Entre esses princípios, conforme Bourlon e Berthon (1998), destacam-se: o conhecimento do ambiente, o planejamento das intervenções, a participação dos usuários e a implementação de mecanismos de financiamento através do princípio “usuário-contribuidor”.

Roussel apud Bourlon e Berthon (1998) apresentou como funções básicas para uma política orientada para o desenvolvimento sustentável da água o gerenciamento administrativo, a planificação das intervenções, o financiamento das intervenções e a definição das responsabilidades em nível de gestão dos usos. Nesse contexto, a Lei Federal nº. 9.433/97 e várias leis estaduais de recursos hídricos já promulgadas (CABRAL, 1997), apresentam "muitos pontos em comum" (SETTI et al, 2001). Na Lei nº. 9.433/97, adotam-se princípios básicos, recomendados pelos organismos internacionais e praticados em países de avançado grau na gestão de seus recursos hídricos: a água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; *em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais*; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A política hídrica nacional também apresenta cinco instrumentos considerados essenciais à boa gestão do uso da água: plano nacional de recursos hídricos; outorga de direito de uso dos recursos hídricos; cobrança pelo uso da água; enquadramento dos corpos d'água em classes de uso; e sistema nacional de informações sobre recursos hídricos.

Quanto ao arranjo institucional para implementar essa política hídrica, pelo novo sistema, são criados os seguintes organismos: Conselho Nacional de Recursos Hídricos; Comitês de Bacia Hidrográfica; Agências de Água e Organizações Cívicas de Recursos Hídricos. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, desde o ano de 2000, e a Agência Nacional das Águas – ANA, desde 2001, já possuem estruturação e estão funcionando (ANA, 2002).

De acordo com a Lei Federal, os Comitês de Bacia Hidrográfica devem ter como área de atuação: I - a totalidade de uma bacia hidrográfica; II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Na perspectiva da gestão participativa, é muito importante a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, tendo em vista que a Lei Federal estabelece entre suas atribuições, no âmbito de sua área de atuação, entre outras: promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

As leis estaduais, formuladas após janeiro de 1997, foram embasadas na Lei Federal nº. 9.433/97, cujos princípios e instrumentos estão sendo gradativamente difundidos entre os técnicos e, principalmente, junto à população do país. Da mesma forma, os sistemas de gestão estão sendo montados e funcionando progressivamente. Vários estados brasileiros já implantaram seus sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, incluindo os Comitês de Bacias Hidrográficas de rios estaduais. Conforme informações da Agência Nacional de Águas, em 2009 estavam organizados 8 Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs em rios de domínio de União, a exemplo dos Comitês: Doce (MG / ES); Muriaé e Pomba (MG / RJ); São Francisco (AL / BA / DF / GO / MG / SE / PE); Paraíba do Sul (SP / RJ / MG); Paranaíba (DF / MG / GO / MS); Piracicaba, Capivari e Jundiá (SP / MG). Nos estados da Federação, estavam organizados 154 Comitês de Bacia Hidrográfica, sendo os estados com números mais expressivos: Minas Gerais, com 31; São Paulo e Rio Grande do Sul, respectivamente, com 21; Santa Catarina: 16; Ceará: 10; e Espírito Santo com 9.

Cabe destacar que em toda a Região Norte havia somente o registro de um comitê no Estado do Amazonas (CBH do Rio Tarumã), circunscrito às proximidades de Manaus, o que evidenciava a necessidade de implantação de Comitês nessa região, superando as dificuldades operacionais e estruturais ainda presentes, decorrentes, entre outras, da própria dinâmica hídrica e histórica da região.

Em relação ao Estado de Rondônia, o processo de construção da lei rondoniense de recursos hídricos foi debatido durante quatro anos (1998 a 2001) até a sua aprovação e de seu decreto de regulamentação, publicados pelo Governo do Estado no ano de 2002.

Essa lei de recursos hídricos, atendendo ao princípio federativo, foi embasada na Lei Federal nº. 9.433/97 (MMA, 1997) e sua observação permite verificar que praticamente todos os

aspectos centrais da Lei Federal foram contemplados na lei estadual rondoniense (Lei Complementar nº. 255, de 25 de janeiro de 2002), embora com alguma distinção na redação ou na ordem dos itens (RONDÔNIA, 2002b). No Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002, que a regulamenta, são reafirmados os princípios básicos, objetivos e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia, bem como os instrumentos de gestão expressos na lei (RONDÔNIA, 2002a).

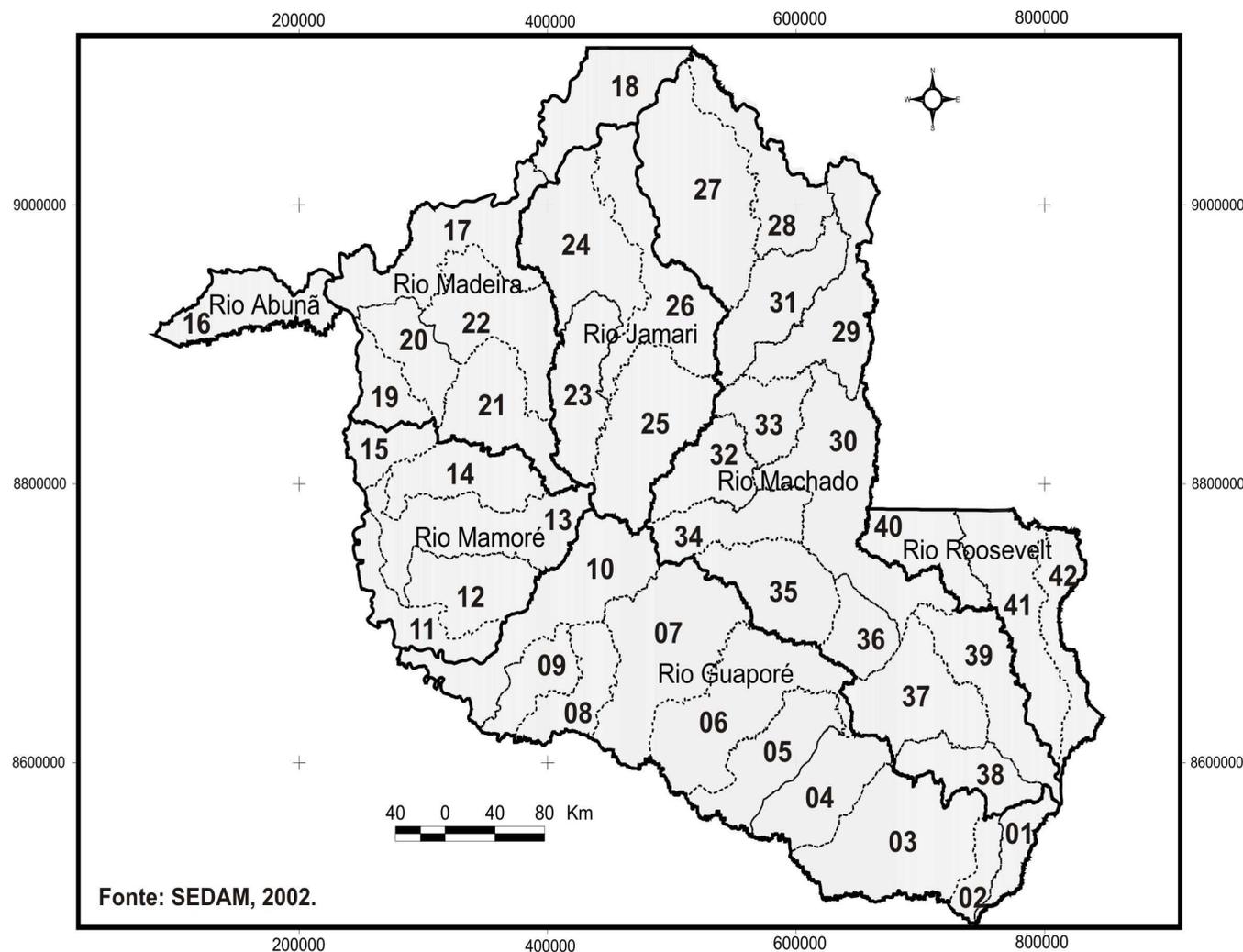
O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Rondônia – SGRH/RO, gerido pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e é composto por: I - o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH/RO; II- a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM; III- os Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH; e IV- as Agências de Bacia Hidrográfica – ABH.

Ao CERH/RO compete indicar ao Governo do Estado a conveniência da instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, bem como aprovar os critérios para sua composição e os respectivos Regimentos Internos; e incentivar a formação e consolidação de Comitês de Bacia Hidrográfica, considerando-se a divisão hidrográfica do estado de Rondônia em sete bacias hidrográficas, as quais estão divididas em 42 sub-bacias hidrográficas, como apresentado na Figura 1.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas, ainda não implantados, são definidos como órgãos colegiados com atribuições consultivas e deliberativas na bacia hidrográfica de sua atuação. Serão constituídos por representantes dos seguintes segmentos:

I – dos consumidores residentes na área da bacia, por intermédio de associações, cooperativas e organizações não governamentais, legalmente constituídas; II – de entidades de classe e científicas, com atuação comprovada no setor de recursos hídricos e atuantes na área da bacia; III – dos usuários, privados ou públicos, dos recursos hídricos da bacia; IV – da administração federal, estadual e municipal, com atuação ligada a recursos hídricos na bacia; § 1º. Os representantes dos consumidores serão indicados pelas suas entidades representativas. § 2º. A representação dos Poderes Executivos da União, do Estado e dos Municípios não pode ultrapassar a metade do total de membros do CBH. (RONDÔNIA, 2002b).

A legislação estadual também estabelece que os Comitês serão criados em função das necessidades de cada bacia, ou sub-bacia.



Fonte: SEDAM, 2002.

Nº	Sub-bacia	Area (km²)
BACIA DO RIO GUAPORÉ		
01	Rio Vermelho/Rio Cabixi	2.005,0038
02	Rio Escondido/Rio Guaporé	1.717,4615
03	Rio Corumbiara/Rio Guaporé	9.795,9431
04	Rio Verde/Rio Guaporé	5.526,4098
05	Rio Colorado/Rio Guaporé	5.436,6703
06	Rio Branco/Rio Guaporé	9.337,9785
07	Rio São Miguel/Rio Guaporé	10.293,6110
08	Rio Cantarinho/Rio Guaporé	3.461,5302
09	São Domingo/Rio Guaporé	2.941,4819
10	Cautário/Rio Guaporé	8.823,2904
	Total	59.339,3805
BACIA DO RIO MAMORÉ		
11	Rio Sotério/Rio Mamoré	3.831,0202
12	Rio Novo	4.585,8759
13	Rio Pacaas Novas/Rio Mamoré	7.578,0631
14	Rio Ouro Preto	4.604,6758
15	Rio Laje/Rio Mamoré	2.191,0281
	Total	22.790,6631
BACIA DO RIO ABUNÃ		
	Total	4.792,2501
BACIA DO RIO MADEIRA		
17	Alto Rio Madeira	7.037,8161
18	Médio Rio Madeira	5.984,2763
19	Rio Ribeirão/Rio Madeiras	2.379,5439
20	Rio Mutum Paraná	3.559,9204
21	Alto Rio Jaci Paraná	5.637,4958
22	Baixo Rio Jaci Paraná	6.823,1000
	Total	31.422,1525
BACIA DO RIO JAMARI		
23	Alto Rio Candeias	5.189,9516
24	Baixo Rio Candeias	7.960,8272
25	Alto Rio Jamari	8.116,9990
26	Baixo Rio Jamari	7.854,9300
	Total	29.102,7078
BACIA DO RIO MACHADO		
27	Rio Preto	11.037,1047
28	Baixo Rio Machado	5.495,3178
29	Médio Rio Machado	7.063,7683
30	Alto Rio Machado	10.696,8029
31	Rio Machadinho	5.514,3627
32	Alto Rio Jaru	3.921,8658
33	Baixo Rio Jaru	3.339,7186
34	Rio Urupa	4.184,5682
35	Rio Muqui	5.669,2282
36	Rio Rolim de Moura	2.818,9001
37	Baixo Rio Pimenta Bueno	6.544,4860
38	Alto Rio Pimenta Bueno	3.598,5446
39	Rio Comemoração	5.953,6483
	Total	75.838,3162
BACIA DO RIO ROOSEVELT		
40	Rio Branco do Roosevelt	4.836,3831
41	Rio Roosevelt	6.904,4302
42	Rio Cap. Cardoso / Tenente Marques	3.897,3789
	Total	15.638,1922
TOTAL GERAL		238.923,6624

Organização: Catia Eliza Zuffo, fev/2009. Fonte: Adaptado do Atlas Geambiental de Rondônia. Porto Velho: SEDAM, 2002.

FIGURA 1 - DIVISÃO HIDROGRÁFICA DO ESTADO DE RONDÔNIA.

Para o gerenciamento das águas no Estado de Rondônia, é fundamental considerar a situação das águas na bacia Amazônica, tendo em vista os princípios e objetivos do Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) - tratado internacional de recursos hídricos entre Brasil, Bolívia, Colômbia, Guiana, Equador, Venezuela, Peru e Suriname, cujo primeiro ato legislativo ocorreu no ano de 1978, conforme Cabral (1998) e Setti (2000).

Verifica-se que o TCA é o Tratado que possui mais países signatários em conjunto com o Brasil e isso, além de expressar sua magnitude territorial, traduz a crescente consciência entre as partes, da necessidade do desenvolvimento econômico e social de suas respectivas regiões amazônicas, além do "consenso desses países sobre a conveniência de compartilhar suas experiências nacionais no trato das questões amazônicas" (CABRAL e SETTI, 2001). Assim, a gestão das águas em Rondônia demandará, ainda que a médio e longo prazos, interação e cooperação com países vizinhos, a exemplos da construção das hidrelétricas no Rio Madeira no município de Porto Velho, que envolve o Brasil e a Bolívia.

No intuito de contribuir para o gerenciamento das águas em Rondônia, apresentam-se propostas de organização dos Comitês de Bacias Hidrográficas, tendo como fundamento as experiências vivenciadas no processo de formulação e aprovação da lei de águas, bem como nas ações do Acqua Viva Rede UNIR.

4. COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM RONDÔNIA: AÇÕES E PROPOSTAS

Tendo em vista que, nos fundamentos da Lei Federal (nº. 9.433/97) e da Lei Estadual nº. 255/02, consta que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”, e que existem conflitos pelo uso da água no Estado, torna-se fundamental a organização de Comitês de Bacias Hidrográficas, que possam exercer as atribuições estabelecidas na legislação rondoniense:

- aprovar e encaminhar ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO a proposta de Plano de Recursos Hídricos da Bacia, para referendo;
- acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia;
- manifestar-se quanto às solicitações de outorga do direito de uso dos recursos hídricos quando requeridas pelo órgão gestor, buscando compatibilizar os interesses dos diferentes usuários;
- aprovar, *ad referendum* do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO, os critérios de cobrança pelo uso dos recursos hídricos da bacia respectiva;

- propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO o enquadramento dos corpos de água, em classes de uso preponderante, conforme disposto na legislação federal;
- dirimir, em primeira instância administrativa, os eventuais conflitos sobre questões advindas do uso dos recursos hídricos (RONDÔNIA, 2002b).

Cabe destacar que os Comitês de Bacias Hidrográficas deverão adequar o gerenciamento dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais de sua área de abrangência. Da mesma forma, tendo em vista que Rondônia tem em seu território ou em seus limites rios de domínio da União, será necessário adequar os CBHs estaduais às normas e funcionamento dos CBHs de rios de domínio da União. Assim, destaque especial deve ser dado às atribuições dos CBHs de promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, bem como desenvolver e apoiar iniciativas em educação ambiental em consonância com a Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999).

Nessa perspectiva, considerando que as experiências vivenciadas na elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e que a gestão participativa deve ser progressivamente construída, foi desenvolvido um processo de mobilização social no estado de Rondônia, por meio do Acqua Viva Rede UNIR. Um dos pressupostos dessa ação foi o de contribuir para a gestão das águas, tendo em vista que a lei estabelece que, enquanto não forem instalados os Comitês de Bacia Hidrográfica, as intervenções a serem realizadas pelo Estado nas bacias deverão ser articuladas com representantes da população nelas residentes, da sociedade civil organizada com atuação na respectiva bacia, dos usuários das suas águas e dos representantes dos municípios que a integram.

O processo dessa mobilização social resultou da confluência de situações especiais, incluindo a indicação pelo CERH/RO, em 2004, da coordenadora do Grupo Acqua Viva – UNIR, como representante da Sociedade Civil Organizada de Rondônia na Comissão Executiva Regional – CER da Região Hidrográfica Amazônica para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, a qual foi uma das coordenadoras da organização do Encontro Público Estadual sobre esse tema, em outubro de 2005, juntamente com a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, na qual se abordou o tema Água.

Essa indicação foi propiciada pelo reconhecimento de trabalhos e ações realizados pelo Grupo Acqua Viva – UNIR, que foi fundado e vem atuando desde 2000. Esse grupo é ligado ao

Núcleo de Ciência e Tecnologia – NCT, da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, e coordena o Acqua Viva Rede UNIR – pelas águas de Rondônia.

Criado em 2002, inicialmente como projeto, passou a ser um programa de extensão, pelo seu caráter continuado, atuando principalmente em capacitações temáticas, sobre recursos hídricos, matas ciliares, elaboração de projetos, no repasse de materiais e informações, muitos dos quais são disponibilizados para consulta em suas comunidades, e ações conjuntas, como em datas comemorativas da semana da água e do meio ambiente, mobilizações durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e em eventos por bacia hidrográfica.

A oportunidade de participação no Plano Nacional de Recursos Hídricos propiciou o conhecimento e a aplicação de metodologia específica para mobilização social e planejamento de recursos hídricos, somada à capacidade de atuação e de mobilização social do Acqua Viva Rede UNIR, fundamentou a realização de uma série de atividades visando incentivar e ampliar a mobilização da sociedade rondoniense pela defesa e proteção de suas águas, na perspectiva de subsidiar a implantação de Comitês de Bacias Hidrográficas no estado.

Assim, foram realizados os *Encontros de Representantes de Usuários das Águas, Órgãos Governamentais e da Sociedade Civil Organizada por Bacias Hidrográficas*, nos quais ocorreram oficinas para levantamento de prioridades de ações para apoiar a Gestão de Recursos Hídricos, aplicando-se uma metodologia reconhecida pela Agência Nacional de Águas – ANA, de autoria de Garrido & Freitas (1993), cujas etapas preveem: o levantamento de critérios de avaliação da significância dos efeitos hidroambientais (escassez, poluição, inundações, conflitos e proteção dos ecossistemas); a relevância da gestão dos recursos hídricos (políticas setoriais, eixos do programa Avança Brasil – PPA, estágio de institucionalização da gestão dos recursos hídricos e sensibilidade das partes interessadas); a classificação das bacias segundo a significância dos efeitos hidroambientais; e a relevância dos fatores estratégicos para a gestão; bem como a disposição para a ação em função das prioridades.

Como resultado desses encontros, foi elaborada a proposição conjunta de ações e projetos educativos, tanto no encontro da Bacia do Rio Abunã, realizado no distrito de Extrema (Porto Velho), em novembro de 2005, quanto no encontro da Bacia do Rio Madeira, realizado na capital rondoniense, em dezembro de 2005. O encontro realizado em Colorado do Oeste, com representantes do Cone Sul, em julho de 2006, priorizou o indicativo para projetos de

recuperação ambiental e à criação do comitê municipal do Igarapé Sete Voltas de Colorado, como experiência demonstrativa para os demais municípios da região.

Em fevereiro de 2006, ocorreram dois Encontros de Bacias Hidrográficas, sendo que o primeiro aconteceu no auditório da Câmara Municipal de Pimenta Bueno, em 23 de fevereiro de 2006, e contou com a parceria do Centro de Difusão Rios Pimenta Bueno e Comemoração do Acqua Viva Rede UNIR e da Prefeitura Municipal de Pimenta Bueno, com aproximadamente 70 pessoas de diversos segmentos e de mais de 10 municípios da região. Entre os encaminhamentos do Encontro, ocorreu a eleição da comissão de estruturação do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Alto e Médio Machado e Alto Roosevelt – RO (CBH-AMMAR-RO).

Outro Encontro ocorreu no auditório do Colégio Capitão Sílvio de Farias em Jaru, no dia 24 de fevereiro de 2006, e contou com a parceria do Centro de Difusão Rio Jaru, do Acqua Viva Rede UNIR, da Prefeitura Municipal de Jaru e da Ong. Evitando a Poluição do Ambiente - EPA. Esse evento superou a expectativa de público (com aproximadamente 110 pessoas) e representatividade dos diferentes segmentos de cerca de 15 municípios, contanto com a participação de vários prefeitos, que até se prontificaram em colaborar, compondo as comissões que foram eleitas para a estruturação dos Comitês de Bacias Hidrográficas Rio Jamari/RO (CBH-JAMARI-RO) e Rios Jaru e Baixo Machado/RO (CBH-JBM-RO).

Como resultado dessa mobilização social, em março de 2006, foram protocolados na forma de processo, junto ao órgão gestor de Rondônia (SEDAM), os documentos exigidos para a criação de Comitês de Bacias Hidrográficas, conforme Art. 19 da lei rondoniense de águas, que foram embasadas na Resolução CNRH nº. 05/2000, quais sejam:

- I - justificativa circunstanciada da necessidade e oportunidade de criação do Comitê, com diagnóstico da situação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica respectiva, incluindo a identificação dos conflitos entre usos usuários, dos riscos de racionamento dos recursos hídricos e/ou de sua poluição e degradação ambiental em razão da má utilização desses recursos;
- II – caracterização da bacia hidrográfica respectiva que permita propor a composição do Comitê e identificação dos setores usuários de recursos hídricos, tendo em vista o que estabelece este Decreto; e
- III – indicação da Diretoria (RONDÔNIA, 2002b).

O processo recebeu parecer inicial favorável e encontra-se em tramitação, aguardando a retomada dos trabalhos do CERH/RO.

Em agosto de 2006, aconteceram mais dois Encontros de Bacias Hidrográficas. O primeiro no auditório da Secretaria Municipal de Educação – SEMED de Alta Floresta do Oeste, em 1º. de agosto de 2006, contou com a parceria do Centro de Difusão Rios Branco e Colorado do Acqua Viva Rede UNIR, da Prefeitura Municipal, da Câmara Municipal e da SEMED de Alta Floresta, entre outras entidades, com um público de 88 pessoas representantes de diferentes segmentos dos 4 municípios abrangidos. Sem qualquer manifestação contrária pelos presentes, foi deliberado o desenvolvimento de ações de mobilização com fins educativos e de recuperação ambiental das bacias hidrográficas, especialmente das matas ciliares, bem como pela estruturação do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Branco e Colorado (CBH-RBC-RO).

O segundo encontro aconteceu no auditório da Escola Osvaldo Piana, no município de Seringueiras, com um público de 68 pessoas representantes de diferentes segmentos dos 3 municípios, em 04 de agosto de 2006, contou com a parceria do Centro de Difusão Rios São Miguel e São Domingos do Acqua Viva Rede UNIR, das Prefeituras Municipais de Seringueiras e São Miguel do Guaporé, entre outras instituições, ocasião em que, por unanimidade, foi deliberado pela organização do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel (CBH-RSM-RO) e pela ampliação do processo de mobilização junto à população das demais bacias hidrográficas do entorno, que representam uma nova região da fronteira agrícola no Estado.

O estudo técnico dessas duas últimas proposições ainda não foi protocolado na SEDAM, tendo em vista o aguardo de um retorno oficial do requerimento quanto à formação dos três comitês que havia sido protocolado em março de 2006.

Na formulação dessas propostas, foram consideradas as exigências da Lei Federal nº. 9433/97, Lei Estadual nº. 255/02, Resolução CNRH nº. 05/2000, a existência dos Núcleos do Acqua Viva Rede UNIR e as pesquisas em nível de doutoramento junto ao PPGG/UFPA, resultando na elaboração do mapa apresentado na Figura 2, indicando-se as unidades hidrográficas para a formação e atuação de Comitês de Bacias Hidrográficas no estado de Rondônia.

Essa proposta de área de atuação para CBHs atendendo ao previsto na Lei, era de que a área de atuação de cada Comitê de Bacia fosse estabelecido considerando-se a totalidade da área da bacia hidrográfica de rio estadual ou um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas de domínio estadual.

A presença dos Núcleos do Acqua Viva Rede UNIR constitui um fator importante para a continuidade das ações voltadas à efetiva implantação desses Comitês de Bacias Hidrográficas.

A seguir, apresenta-se a proposta de áreas de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica no estado de Rondônia (Figura 2), seguido do Quadro 1, no qual são apresentadas as principais características de cada área.

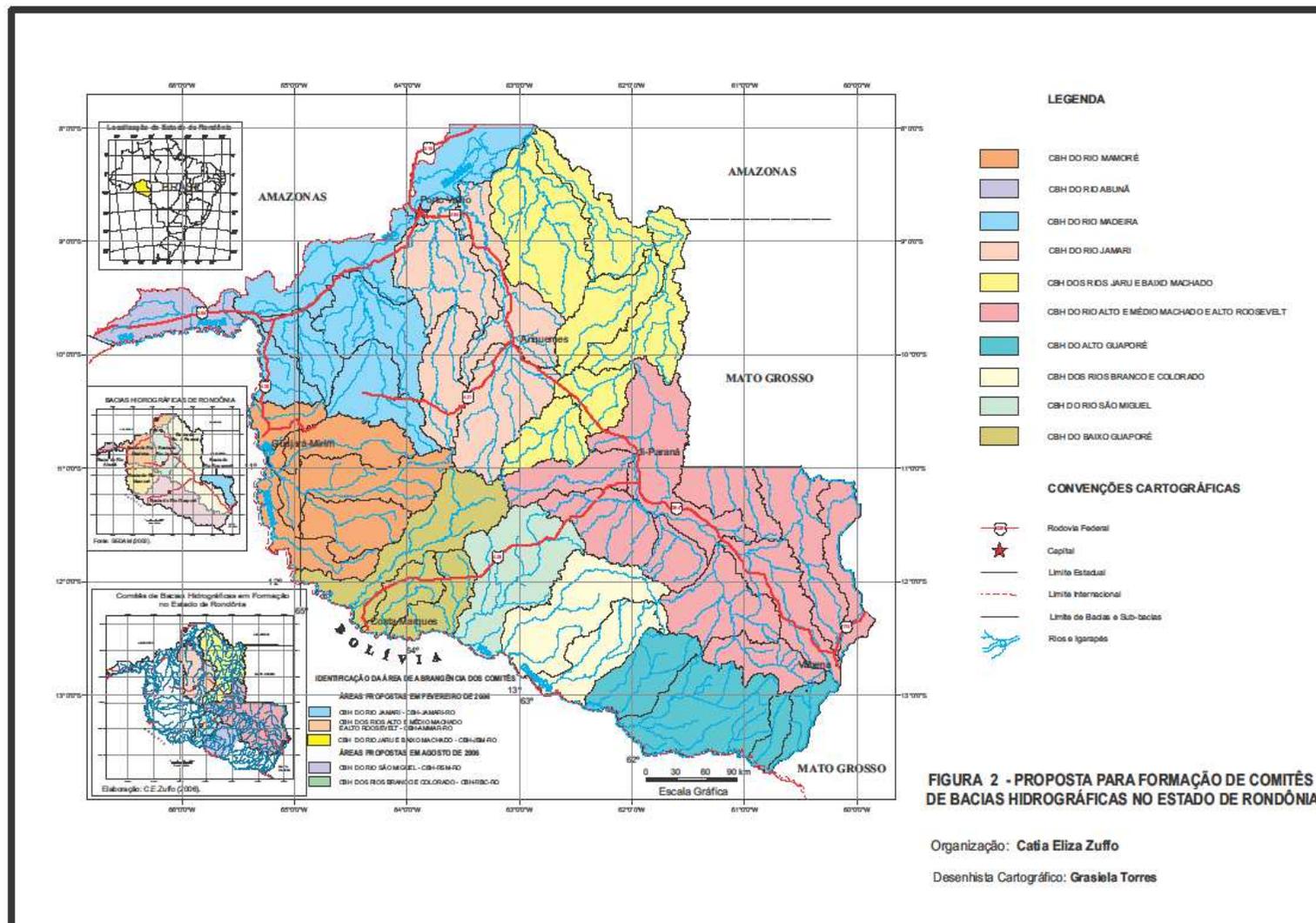
Tendo em vista que essa proposta origina-se de várias fontes, notadamente da mobilização social junto ao Acqua Viva Rede UNIR, e considerando os resultados obtidos nessas atividades, propõem-se, também, que a implantação desses CBHs seja feita gradualmente, como exposto a seguir:

- Etapa 1: RIO JAMARI-RO, AMMAR-RO e JBM-RO, por apresentarem um bom processo de mobilização entre os diferentes segmentos e condições político-administrativas favoráveis, e já possuírem um processo formalizado junto ao órgão gestor dos recursos hídricos estadual, cuja caracterização geral apresenta-se a seguir;
- Etapa 2: RBC-RO e RSM-RO, por possuírem um processo de mobilização crescente entre diferentes segmentos da sociedade e demonstrarem vontade política em busca de condições administrativas mais favoráveis;
- Etapa 3: os demais CBHs, à medida em que amadurecerem ou criarem condições para essa forma de gestão.

No sentido de contribuir para agilizar os debates e ações sobre esse processo, a seguir são apresentadas características e informações sobre os CBHs da Etapa 1.

A área de atuação do **CBH Rio Jamari-RO** é constituída por 4 sub-bacias, a saber: 23 – Alto Rio Candeias, 24 - Baixo Rio Candeias, 25 - Alto Rio Jamari e 26 - Baixo Rio Jamari. Possui uma área de 29.102,7078 km², pertencente a 12 municípios, sendo que Alto Paraíso e Monte Negro estão totalmente inseridos nessa bacia e outros 10 de forma parcial, entre os quais se destaca Ariquemes, pelo contingente populacional e por ser o pólo econômico regional (Figura 1 e Quadro 1).

Trata-se de uma das 7 grandes bacias, localizada na porção Centro-Norte do Estado de Rondônia, sendo que o curso principal possui mais de 500 km de extensão e o seu principal afluente denomina-se Rio Candeias, onde há conflitos pelo uso das águas entre diferentes setores produtivos.



Quadro 1. Proposta para formação de Comitês de Bacias Hidrográficas no Estado de Rondônia: áreas de atuação e características principais

CBHs-RO	Sub-bacias	Área total (km ²)	Municípios Integrantes		Critério para denominação	Principais Problemas	Alguns Desafios
			Total	Parcial			
ALTO GUAPORÉ	01, 02, 03 e 04	19.044,8182	5	2	Nome do rio principal e localização no contexto da bacia	Expansão da fronteira pecuária e turismo predatório	Integração intermunicipal
BRANCO E COLORADO	05 e 06	14.774,6488	1	5	Nome dos rios principais	Formas de ocupação degradantes e usos da água conflitantes	Recuperação de matas ciliares e proteção de ecossistemas
SÃO MIGUEL	07	10.293,6110	1	2	Nome do rio principal	Poluição nas áreas urbanizadas e escassez no campo	proteção de ecossistemas e recuperação de matas ciliares
BAIXO GUAPORÉ	08, 09 e 10	15.226,3025	1	4	Nome do rio principal e localização no contexto da bacia	Poluição nas áreas urbanizadas e avanço da fronteira agrícola	Integração intermunicipal
MAMORÉ	11, 12, 13, 14 e 15	22.790,6631	1	1	Nome do rio principal	Poluição nas áreas urbanizadas	Integração intermunicipal
ABUNÃ	16	4.792,2501	-	1	Nome do rio principal	Poluição nos distritos e escassez no campo	Apoio institucional dos órgãos envolvidos
MADEIRA	17, 18, 19, 20, 21 e 22	31.422,1525	-	5	Nome do rio principal	Poluição nas áreas urbanizadas e conflitos na bacia	Integração intermunicipal
JAMARI	23, 24, 25 e 26	29.102,7078	2	10	Nome do rio principal	Formas de ocupação degradantes e usos da água conflitantes	Recuperação de matas ciliares e proteção de ecossistemas
JBM	27, 28, 29, 31, 32, 33	36.372,1379	5	13	Nome dos rios principais e localização no contexto da bacia	escassez e poluição crescentes em algumas sub-bacias, devido à ação antrópica	Recuperação de matas ciliares e proteção de ecossistemas
AMMAR	30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 e 42	55.104,3705	17	05	Nome dos rios principais e localização no contexto das bacias	Conflitos de uso da água; poluição e escassez crescentes, devido à ação antrópica	Proteção de ecossistemas e recuperação de matas ciliares

Fonte: Encontros do Acqua Viva Rede UNIR e pesquisa de doutoramento de C.E. ZUFFO.

A bacia do Jamari - RO encontra-se bastante impactada em função da sua localização, histórico e formas de ocupação degradantes, além dos diversos usos das suas águas. A água da bacia está sendo disputada por usos conflitantes, pois além da geração de energia existem demandas para navegação, recreação, captação para consumo humano, dessedentação de animais, indústrias a exemplo dos frigoríficos e extração de minérios (principalmente cassiterita e areia) que interferem na piscicultura, pesca e outros usos. A ocupação da área em parte foi incentivada pelo governo, através de assentamentos agrícolas, porém, atualmente, além dos pecuaristas e agricultores, o contingente de invasores de terras e garimpeiros vem causando elevados impactos ambientais, inclusive nos solos, nas águas e matas ciliares.

A situação é preocupante e há manifestações, tanto por parte do poder público quanto de moradores e lideranças, para que seja desenvolvida uma estratégia de conscientização para o uso racional das águas e a criação do respectivo comitê de bacias. Nesse sentido, o Acqua Viva Rede UNIR possui vários centros de difusão atuantes na Bacia Hidrográfica do Rio Jamari.

Nos anos 1998 e 1999, ocorreu a tentativa de formação de um consórcio intermunicipal na bacia, com recursos financeiros de um projeto governamental, mas não houve êxito por falta de comprometimento de algumas autoridades e o devido envolvimento da população. Atualmente, o despertar para as questões ambientais vem de vários segmentos, tanto pelas consequências que já são marcantes e preocupantes quanto pela nova visão de algumas lideranças regionais.

A área de atuação do **CBH dos Rios Alto e Médio Machado e Alto Roosevelt (CBH-AMMAR-RO)** é composta por 10 sub-bacias, conforme Figura 1 e Quadro 1.

A Bacia do Alto e Médio Machado possui 7 sub-bacias, assim denominadas: 30 - Alto Rio Machado, 34 - Rio Urupá; 35 - Rio Muqui; 36 - Rio Rolim de Moura; 37 - Baixo Rio Pimenta Bueno, 38 - Alto Rio Pimenta Bueno; 39 - Rio Comemoração, com área de 39.466,1783 km², abrangendo a área territorial integral de 12 municípios, 1 parcial com o Alto Guaporé, 6 parciais junto com o Alto Roosevelt e 5 parciais junto com o Rio Jaru e Baixo Machado. Os principais pólos regionais são as cidades de Ji-Paraná, Cacoal, Pimenta Bueno e Vilhena.

O Rio Machado nasce da confluência entre os Rios Pimenta Bueno e Comemoração, oriundos da região sudeste de Rondônia. É o rio estadual de maior extensão com aproximadamente 1243 km (SEDAM, 2002).

Em relação à geração de energia através de PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas), o Alto Rio Machado é destaque em Rondônia. Dentre os principais empreendimentos usuários de água existentes na bacia, no Alto e Médio Machado, destaca-se o expressivo número de estabelecimentos industriais de laticínios, frigoríficos e curtumes, além de piscicultura, abastecimento humano, extração de areia/brita, água mineral e cerâmicas.

A bacia hidrográfica do Rio Roosevelt é a única das 7 grandes bacias cujas águas superficiais não deságuam no Rio Madeira ainda em território rondoniense. Possui uma área de 15.638,1922 km² no Estado e é composta por três sub-bacias: 40 - Rio Branco do Roosevelt, 41 - Rio Roosevelt e 42 - Rio Capitão Cardoso/Tenente Marques, fazendo parte de 5 dos 7 municípios da margem direita do denominado Alto e Médio Machado, a saber: Vilhena, Pimenta Bueno, Espigão d'Oeste, Cacoal e Ministro Andreazza (Figura 1 e Quadro 1).

Na bacia do Rio Roosevelt, são expressivos os conflitos das formas de mineração com degradação e contaminação ambiental, o que salienta a importância de proteção aos ecossistemas.

Cabe destacar que, no Alto e Médio Machado e Alto Roosevelt, localizavam-se 13 dos 20 municípios que estavam em situação mais crítica até o ano de 2000, quanto ao percentual de área desmatada. Até 2007, segundo relatório técnico da SEDAM (s/d) os municípios de São Felipe D'Oeste com 89,23% e Presidente Médici com 90,31% são os municípios com os maiores percentuais de áreas desmatadas em Rondônia.

A área de atuação do **CBH dos Rios Jaru e Baixo Machado (CBH-JBM-RO)** abrange a área total de 5 municípios e outros 13, parcialmente, e é composta por 6 sub-bacias: 27 - Rio Preto, 28 - Baixo Rio Machado, 29 - Médio Rio Machado, 31 - Rio Machadinho, 32 - Alto Rio Jaru, e 33 - Baixo Rio Jaru, num total de 36.372,1379 km², tendo na cidade de Jaru a liderança e convergência necessária para a criação do respectivo comitê.

Destaca-se o expressivo número de laticínios, especialmente nos municípios da bacia do Rio Jaru, que formam a maior bacia leiteira estadual, dado que reflete na ocupação da área, devido ao montante de bovinos existentes.

Além da situação do desmatamento, acredita-se que faltam informações detalhadas de alguns setores, como do lançamento e diluição de esgotos e especialmente dos irrigantes, em Cacoal e região, uma vez que é um dos usos consuntivos de destaque e que geralmente esses dois

usos, sempre entram em conflito com a piscicultura e outras formas de uso das águas, o que poderá ser mais bem gerenciado através de um comitê de bacia hidrográfica.

Proporcionalmente ao total da área das bacias, no que diz respeito às unidades de conservação e terras indígenas, ambas são poucas e em alguns casos ainda há sobreposição territorial, assim, os efeitos da urbanização, desmatamento, queimadas e os variados usos, muitas vezes conflitantes, das águas na região, estão afetando sensivelmente muitas nascentes e igarapés, com reflexos no escoamento superficial e degradando a qualidade das águas

Em novembro de 2005, por ocasião do Seminário Nacional de Consolidação das Propostas para o PNRH, em Brasília, foi expresso, pelo então consultor da primeira tentativa de formação de um consórcio intermunicipal na bacia do Rio Machado, que as grandes distâncias e a falta de comprometimento de algumas autoridades não permitiram que a proposta evoluísse e se solidificasse.

Isso reforça o que se detectou, através dos Encontros de Bacias promovidos pelo Acqua Viva Rede UNIR – pelas Águas de Rondônia e vários parceiros, a necessidade de um desmembramento, ficando o Alto e Médio Machado (trecho em que a BR-364 acompanha boa parte do rio principal) em um Comitê; e o Rio Jaru e a cidade homônima, por possuírem uma identidade regional e também por ser um ponto de encontro das comunidades do Baixo Machado, em outro Comitê.

Cientes de que, com o exposto anteriormente, o Rio Roosevelt torna-se um rio de domínio da União, as lideranças eleitas para a formação do CBH-AMMAR-RO pretendem dar início aos trabalhos pelo Alto e Médio Machado e, posteriormente, estruturar o que for pertinente ao caso do Rio Roosevelt.

Sintetizando o levantamento efetuado através da aplicação de uma metodologia participativa, durante os Encontros por Bacias Hidrográficas realizados através do Acqua Viva Rede UNIR e parceiros, verifica-se que os diferentes segmentos convergiram quando a questão foi a necessidade de organização do setor e atribuíram valores significativos para questões como os conflitos de uso (que consomem e diminuem o volume ou alteram a qualidade das águas), bem como o grau de poluição e escassez crescentes.

Conclui-se que o despertar para as questões ambientais vem de vários segmentos, tanto pelas consequências que já são marcantes e preocupantes quanto pela nova visão de algumas

lideranças regionais e setores governamentais nos diversos níveis, como por exemplo, o engajamento de usuários e da sociedade civil organizada, o que poderá em muito, somar esforços pela estruturação do CBH-AMMAR-RO E CBH-JBM-RO, inclusive pelas ações dos diversos Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR atuantes nessas bacias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da situação de pressão antrópica sobre as águas e das recomendações da Agenda 21 e de várias conferências e fóruns mundiais sobre o tema, é fundamental o estabelecimento de políticas públicas de recursos hídricos, com destaque para o papel do Estado, que possam garantir água, de modo sustentável, para múltiplos usos antrópicos, para as atuais e futuras gerações, para as demais formas de vida e manutenção do equilíbrio ecológico.

A aprovação da lei rondoniense, no contexto do processo histórico de transformação da gestão hídrica, constituiu motivo de satisfação para todos os que participaram democraticamente e de forma cidadã do processo. Contudo, ainda há muitas ações a serem desenvolvidas para a implementação dos Comitês de Bacias Hidrográficas e dos instrumentos de gestão.

Dessa forma, é imprescindível que esses colegiados sejam efetivamente implementados em Rondônia, atendendo à legislação hídrica, e que tenham atuação permanente e constante, com destaque para o planejamento e a Educação Ambiental, visando à sustentabilidade ambiental, especialmente hídrica, do Estado e do país.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às entidades e pessoas que colaboraram na estruturação dos Encontros por Bacias e no processo de mobilização pela formação dos CBH's em Rondônia, e aos revisores pelas sugestões, que aprimoraram este trabalho que faz parte da tese "Gestão Integrada das Águas em Rondônia" (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo no PPGG/UFPA.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil / The Evolution of Water Resources Management in Brazil. Brasília, 2002.

BARTH, F. T. **Comitês de bacias hidrográficas e agências de água**. In: Semana Internacional de Estudos sobre Gestão de Recursos Hídricos, 1999, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu, ABRH, 1999. p. 11.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Federal nº. 9.795, de 27 de abril de 1999 – Política Nacional de Educação Ambiental**. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: Jan. 2010.

BIERRENBACH, M. I. R. S. **Política e planejamento social - Brasil: 1956/1978**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 1987. p. 5-30.

BOURLON, N. BERTHON, D. **Desenvolvimento sustentável e gerenciamento das bacias hidrográficas na América Latina**. *A Água em Revista*. Ano VI, nº 10, p. 16-22, jun. 1998.

CABRAL, B. **Direito administrativo: tema: legislação estadual de recursos hídricos**. Senado Federal, Gabinete do Senador Bernardo Cabral. Brasília: 1997. Caderno Legislativo, nº. 2 – Vol. I e II.

_____. **Tratados internacionais de recursos hídricos**. Brasília: Senado Federal, Gabinete do Senador Bernardo Cabral, 1998.

CABRAL, B. e SETTI, A. A. **O tratado de cooperação amazônica como instrumento institucional e legal para o gerenciamento de recursos hídricos da bacia amazônica**. Brasília: Senado Federal, Gabinete do Senador Bernardo Cabral, 2001.

CAMPOS, N. **Gestão de águas: novas visões e paradigmas**. In: **Gestão de águas: princípios e práticas**. Org. Nilson Campos e Ticiania Studart. Porto Alegre: ABRH. 2001. p. 17-23.

COIMBRA, R., ROCHA, C. L., BEEKMAN, G. B. **Recursos hídricos: conceitos, desafios e capacitação**. Brasília, DF.: ANEEL, 1999.

CONEJO, J. G. L. A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos. In: **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro: FGV, Vol. 27 (2): 28-62, abr./jun. 1993.

DORFMAN, R. O papel do estado na gestão dos recursos hídricos. In: **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro: FGV, Vol. 27 (2): 19-27, abr./jun. 1993.

FREITAS, A. J. de. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais**. Brasília/DF: SRH; Viçosa/MG: UFV; Porto Alegre/RS: ABRH, 2000.

GARRIDO, R. J. S.; FREITAS Jr., F. L. de. **O Estado das águas no Brasil**, reflexões sobre o estabelecimento de bacias prioritárias para a gestão dos recursos hídricos. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003.

LANNA, A. E. L. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1997. p.727-68.

_____. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília, DF; IBAMA, 1995. (Coleção Meio Ambiente).

LEAL, A. C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema**. Tese de Doutorado, UNICAMP (Geociências), 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. **Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: MMA, 1997.

MOISÉS, H. N. Município-Rede: Planejamento, Desenvolvimento Político e Sustentabilidade. In: Fundação Prefeito Faria Lima - CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: 1999, p. 305-324.

PAGNOCCHESCHI, B. A. política nacional de recursos hídricos no cenário da integração das políticas públicas. In: MUÑOZ, H.R. (org.), **Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997**. 2º ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. p. 31-56.

PIMENTA, C. C. **A reforma gerencial do estado Brasileiro no contexto das grandes tendências mundiais**. Texto apresentado na décima quarta reunião do grupo de especialistas do programa das Nações Unidas em administração pública e finanças. Nova York, maio/1998.

RONDÔNIA. **Decreto nº. 10.114, de 20 de setembro de 2002**. Porto Velho: SEDAM, 2002^a.

RONDÔNIA. **Lei Complementar nº. 255 de 25 de janeiro de 2002**. Porto Velho: SEDAM, 2002b.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Organizadores: FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S. C. P. Porto Velho: SEDAM, 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Relatório sobre o percentual de desmatamento da área dos municípios rondonienses entre 2001 a 2007**. Porto Velho: SEDAM, s/d.

SETTI, A. A. Legislação para uso dos recursos hídricos. In: **Gestão de recursos hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais**. D. D. Silva e F. F. Pruski, editores. Brasília, DF; SRH; Viçosa, MG: UFV; Porto Alegre: ABRH, 2000, p. 121-412.

SETTI, A.A. et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas. 2001.

SETTI & SENA. *Vademecum das Águas I. Coletânea da Legislação Federal Brasileira de Recursos Hídricos*. Coordenação Técnica: Eng. Arnaldo Augusto Setti e Adv. Lúcia Sena. Edição e Produção ABES Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campanha Nacional da AIDS. Apoio Institucional: CAESB, 2003 p.14.

THAME, A. C. M. (Org.). **Comitê de bacias hidrográficas: uma revolução conceitual**. São Paulo. IQUAL Editora, 2002.

TUCCI, C. E. M, HESPANHOL, I. e CORDEIRO NETTO, O.M. **Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água"**. Revista ABRH, Vol. 5, nº 3, p. 31-43. Jul/Set/2000.

YASSUDA, E. R. O gerenciamento de bacias hidrográficas. **Cadernos FUNDAP**, São Paulo, nº 16, p.46-53, 1989.

CAPÍTULO – 7

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS DE RONDÔNIA: A atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR

**Catia Eliza Zuffo
Francisco de Assis Matos de Abreu**

Submetido: REMEA - Revista do Mestrado em Educação Ambiental da FURG

De: Catia Eliza Zuffo <catiazuffo@gmail.com>
Para: paulahenning@furg.br
Data: 30 de setembro de 2009 17:52
Assunto: Envio de Artigo EA para publicação em 30 0909

Prof^a. Dr^a. Paula Corrêa Henning
Editora da Revista Eletrônica
do Mestrado em Educação Ambiental da FURG

Prezada Professora:

Anexo arquivo no formato Word com o Artigo:
**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do
ACQUA VIVA REDE UNIR**, de minha autoria e de Francisco de Assis Matos de Abreu.
Solicito sua confirmação de recebimento deste (pois necessito apresentar junto ao PPGG/UFPA)
e posterior informação quanto à análise dos membros do corpo editorial da Revista sobre a
publicação do mesmo.

Pela atenção, antecipadamente agradeço

Catia Eliza Zuffo
Grupo Acqua Viva – UNIR (RO)
69-9971-3318
catiazuffo@gmail.com

de paulahenning@furg.br
para Catia Eliza Zuffo <catiazuffo@gmail.com>

Data: 1 de outubro de 2009 22:43
Assunto: Re: Envio de Artigo EA para publicação em 30 0909
Enviado: por furg.br

> Artigo recebido

Marisa Luvielmo
Bolsista voluntária REMEA

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DAS ÁGUAS EM RONDÔNIA: a atuação do ACQUA VIVA REDE UNIR

Catia Eliza Zuffo¹

Francisco de Assis Matos de Abreu²

Resumo:

Este artigo aborda a experiência do Acqua Viva Rede UNIR – pelas Águas de Rondônia e tem como objetivo apresentar para debate o processo educativo em desenvolvimento, no qual se tem como pressuposto básico a Educação Ambiental como instrumento de mobilização social em prol da gestão participativa das águas. Embasado em referenciais teórico-metodológicos, relata-se o processo de formação do Acqua Viva Rede UNIR e as atividades desenvolvidas de forma regionalizada, com participação de professores, alunos, técnicos, gestores e comunidade em geral, evidenciando-se o trabalho educativo com temas baseados nas geociências, as parcerias institucionais e os resultados obtidos, entre os quais, a organização dos Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR considerando-se a divisão hidrográfica do estado de Rondônia, a qual constitui a base territorial para a implantação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Conclui-se que a Educação Ambiental constitui o caminho e o meio para a efetiva gestão participativa das águas, descentralizada em Comitês de Bacias Hidrográficas e voltada ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-Chave: Educação Ambiental, Gestão das Águas, Rondônia, Acqua Viva Rede UNIR.

Abstract:

This article discusses the experience of the Acqua Viva Network UNIR – by the waters of Rondonia, in order to present to the debate, the educational process development, which has as its basic assumption Environmental Education. It is an instrument of social mobilization in support of water participatory management. Based in theoretical and methodological reports the formation process of the Acqua Viva Network UNIR and the activities conducted in the region, with participation of teachers, students, technicians, managers and the community. This demonstrated the educational work with themes based on geosciences, institutional partnerships and the results, including the organization of the Center for Dissemination Acqua Viva Network UNIR, considering the hydrographic division area of the state of Rondonia. It is the territorial basin for the establishment of Hydrographic basin committees. This article concludes that environmental education is the way and the means for effective participatory management of water, decentralized in hydrographic basis committees and directed to sustainable development.

Keywords: Environmental Education, Water Management, Rondonia, Acqua Viva Network UNIR.

¹ Professora Mestre do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR; Cx. Postal: 1647, 78900-970 - Porto Velho – RO – Brasil, - coordenadora do Grupo Acqua Viva - UNIR e doutoranda em Geologia e Geoquímica na Universidade Federal do Pará – UFPA, catiazuffo@gmail.com - <http://www.acquaviva.org.br>

² Professor Doutor Associado da Universidade Federal do Pará – UFPA e professor do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da UFPA, Caixa-Postal: 1611, 66075-900 - Belém, PA – Brasil, famatos@ufpa.br

Introdução

Quem planeja a curto prazo, deve cultivar cereais, a médio prazo, plantar árvores; a longo prazo, deve educar pessoas.
Kwantzu, China, séc. III a.C.

A Educação Ambiental (EA) é um dos mais importantes mecanismos de mobilização social em defesa do meio ambiente, visando à construção de novas relações sociedade-natureza, com novos valores, hábitos e comportamentos. No contexto atual de agravamento da crise hídrica e de necessidade de mobilização social para participação no processo de gestão das águas, a EA assume um papel de destaque, especialmente em Rondônia, onde têm sido realizados muitos esforços para organizar e implementar o Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia, coordenado pelo Grupo Acqua Viva – UNIR, da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR como um instrumento valioso de produção e disseminação de estudos e ações sociais voltadas ao conhecimento e proteção às águas.

O processo de construção do Acqua Viva Rede UNIR e suas atividades ao longo de sete anos são apresentados neste trabalho, na perspectiva de subsidiar debates sobre o papel da EA na gestão participativa das águas, como uma das principais ferramentas de gestão, na compreensão da EA como instrumento de gerenciamento de recursos hídricos, embora essa não esteja explicitamente incluída entre os instrumentos preconizados na legislação de recursos hídricos.

Evidencia-se que o substrato das ações do Acqua Viva Rede UNIR está referenciado no potencial da EA para a formação de gestores, usuários de água e comunidade em uma nova cultura da água, na qual o respeito, o cuidado e a prudência sejam a tônica e a base das ações humanas na Sociedade e com a Natureza.

Nessa perspectiva, apresentam-se para debate os fundamentos que embasam e referenciam as ações educativas realizadas no âmbito da rede formada pela atuação do Acqua Viva Rede UNIR.

Educação Ambiental e Mobilização Social para a Gestão Participativa das Águas

O novo processo de gestão das águas, baseado no modelo sistêmico-participativo (LANNA, 1997), com descentralização das decisões em colegiados regionais e maior participação social, pressupõe a construção de Nova Cultura da Água, a qual se “define de forma muito sintética como aquela que permite um sistema de gestão sustentável dos recursos disponíveis, de maneira que se satisfaçam as necessidades da população (urbanas, industriais, agrícolas) sem degradar os ecossistemas aquáticos” (ESTEVAN e PRAT, 2006 apud LEAL e NADAL, 2008). Os autores destacam que “mais que um conjunto de medidas técnicas, a Nova Cultura de Água implica uma mudança na filosofia de quem governa, de quem gerencia a água e de quem a usa”. Sem essa mudança cultural nenhum conjunto de medidas técnicas destinadas a ganhar recursos ou diminuir o consumo de água terá êxito, uma vez que a EA assume papel central para a mobilização social em prol da gestão participativa das águas.

A EA, para Lombardo (2000), tem como finalidade “analisar e avaliar as relações ecológicas que ocorrem em um determinado espaço, incluindo aquelas do homem com a natureza e dos homens entre si e implica uma intervenção em nível da sociedade local, de acordo com sua cultura e com o significado de qualidade de vida”.

Sobre o custo social da destruição e da degradação ambiental, Leff (2001) afirma que é “gerado pela maximização do lucro e dos excedentes econômicos em curto prazo” que “deram impulso à emergência de novos atores sociais mobilizados por valores, direitos e demandas que orientam a construção de uma racionalidade ambiental”. Entretanto, concorda-se com Dias (1994), quando afirma que a EA não poderá desenvolver-se plenamente se não incitar os indivíduos a descobrirem as opções que determinaram as decisões.

Nessa perspectiva, concorda-se com Sato (1995) que define EA, segundo a Conferência de Tbilisi, como um “processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos”. A autora também destaca que a EA está relacionada com a prática das tomadas de decisões e com a ética que conduzem para a melhoria da qualidade de vida.

As decisões democráticas, embasadas na ética, nas relações sociais justas e na produção do conhecimento, são aspectos fundamentais para a gestão das águas. Para tanto, os objetivos, princípios e finalidades da EA, expressos na Conferência de Tbilisi, de acordo com Dias (1994), constituem a base para os trabalhos educativos voltados à gestão participativa da água, tendo em vista que

- um dos principais objetivos da EA consiste em permitir que o ser humano compreenda a natureza complexa do meio ambiente, resultante das interações dos seus aspectos biológicos, físicos, sociais e culturais.
- a EA deve mostrar com toda clareza as interdependências econômicas, políticas e ecológicas do mundo moderno, no qual as decisões e comportamentos de todos os países podem ter consequências de alcance internacional.
- são características da EA: o enfoque educativo interdisciplinar e orientação para a resolução de problemas; a integração com a comunidade; ser permanente e orientada para o futuro.
- constitui o modo mais adequado para promover uma educação mais ajustada à realidade, às necessidades, aos problemas e aspirações dos indivíduos e das sociedades no mundo atual.

Destacando o papel da Educação na construção da sustentabilidade, IBAMA (1999) enfatiza que o desenvolvimento sustentável “não é uma noção fixa, mas um processo de mudança das relações entre os sistemas e os processos sociais, econômicos e naturais. (...), a educação é o meio mais eficaz que a sociedade possui para enfrentar as provas do futuro e, de fato, a educação moldará o mundo de amanhã”.

A EA, para Logarezzi (2004), integra conhecimentos, valores e participação social, objetivando

a promoção da conscientização das pessoas a respeito da crise ambiental e do papel que cada um desempenha enquanto co-responsável pelos problemas e a respeito das possibilidades de cada um participar das alternativas de solução, procurando despertar um comprometimento de cidadão que inclui as dimensões local e planetária na medida em que, de fato, a crise ambiental e a crise social se confundem e são frutos de uma crise mais profunda e mais geral desse momento da história da humanidade.

Para Rodriguez (2005), a participação pode ser definida como a “capacidade do cidadão comum, das comunidades e dos grupos sociais para se envolver e influenciar nos processos de tomadas de decisões”. Segundo o autor, a participação é: a) **Formar parte** (sentimento de participação); b) **Ter parte** (ou seja, desempenhar um papel); e c) **Fazer parte** (ou seja, decidir). As comunidades envolvidas devem ter capacidade de tomar decisões baseadas em seus desejos e

possibilidades (Empoderamento) e de influenciar diretamente nos processos de negociação para a tomada de decisões.

Rodriguez e Silva (2009) destacam que a “Educação Ambiental tem como propósito básico incorporar cultura ambiental nas percepções, nos comportamentos e no imaginário das populações”. Nesse contexto, a Educação Ambiental assume papel central para a mobilização social em prol da gestão participativa das águas.

Nessa perspectiva, a mobilização social assume papel de destaque para incentivar e qualificar a participação social. Embora comumente seja confundida com manifestações, a mobilização social, de acordo com Toro e Werneck (1997), ocorre “quando um grupo de pessoas, uma comunidade, uma sociedade decide e age com um objetivo comum, buscando, quotidianamente, os resultados desejados por todos”. Por isso, afirmam que “mobilizar é convocar vontades para atuar na busca de um propósito comum, sob uma interpretação e um sentido também compartilhados (...), para uma escolha que contamina todo o quotidiano”. Esse é um dos pressupostos básicos do Acqua Viva Rede UNIR.

Para estruturação e planejamento de um processo de mobilização social voltado ao meio ambiente, os autores referidos anteriormente destacam os seguintes pressupostos básicos:

- reconhecimento incondicional do direito igualitário a um meio ambiente sadio e adequado à promoção da vida;
- reconhecimento incondicional do dever coletivo de cuidar do ambiente para assegurar este direito;
- considerar a participação de todos um valor democrático e uma necessidade social;
- respeitar e confiar na capacidade das pessoas de decidir coletivamente sobre suas escolhas;
- acreditar na importância de se liberar a energia, a criatividade e o espírito empreendedor das pessoas e das coletividades (1997, p.92-93).

No processo de mobilização social, torna-se fundamental abordar o papel da convivência social, base para a participação, a qual está estreitamente ligada à Educação. Para tanto, Toro (1993) apud Toro e Werneck (1997) destaca que as sete aprendizagens básicas para convivência social são:

- Aprender a não agredir o semelhante: fundamento de todo modelo de convivência social;
- Aprender a comunicar-se: base da auto-afirmação pessoal ou do grupo;
- Aprender a interagir: base dos modelos de relação social;
- Aprender a decidir em grupo: base da política e da economia;
- Aprender a cuidar de si: base dos modelos de saúde e seguridade social;
- Aprender a cuidar do entorno: fundamento da sobrevivência;
- Aprender a valorizar o saber social: base da evolução social e cultural.

Esse aprendizado de convivência social pode e deve ser trabalhado na educação formal e informal, a exemplo do que se está realizando no Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia. A montagem dessa Rede cria diversas oportunidades de ação coletiva, com o imaginário de que as águas rondonienses são fonte de vida e desenvolvimento ao Estado e seu povo. Assim, ao trabalhar em conjunto e integrado em outras escalas espaciais, além da local, os participantes estão aprendendo as regras básicas da convivência social.

Destaque especial deve ser dado ao aprender a cuidar. De fato, Boff (1999), ao abordar o saber cuidar, esclarece que “o que se opõe ao descuido e ao descaso é o cuidado. Cuidar é mais que um *ato*; é uma *atitude*. Portanto, abrange mais que um *momento* de atenção, de zelo e de desvelo. Representa uma *atitude* (...) de responsabilização e de envolvimento afetivo com o outro”. Destacando que “cuidado todo especial merece nosso planeta Terra (...), precisamos todos passar por uma alfabetização ecológica e rever nossos hábitos de consumo. Importa desenvolver uma ética do cuidado” .

É nessa perspectiva de aprender e saber cuidar que se insere o ideal do Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia. Mais do que uma sigla, a palavra UNIR tem o significado e sinaliza para a UNIÃO de todos para a proteção das águas.

Nas ações educativas realizadas no Acqua Viva Rede UNIR, tem-se como orientação as proposições de Sato (1995), de que os trabalhos de Educação Ambiental devem ter como objetivos fomentar na comunidade a:

- i) Sensibilização Ambiental: processo de alerta, considerado como primeiro objetivo para alcançar o pensamento sistêmico da Educação Ambiental;
- ii) Compreensão Ambiental: conhecimento dos componentes e dos mecanismos que regem o sistema natural.
- iii) Responsabilidade Ambiental: reconhecimento do ser humano como principal protagonista para determinar e garantir a manutenção do planeta.
- iv) Competência Ambiental: capacidade de avaliar e agir efetivamente no sistema.
- v) Cidadania Ambiental: capacidade de participar ativamente, resgatando os direitos e promovendo uma nova ética capaz de conciliar a natureza e a sociedade.

De forma semelhante, concorda-se com IBAMA (1999), ao ressaltar que “o axioma ‘pensar globalmente e atuar localmente’ tem hoje mais vigência do que nunca. O papel da comunidade local é de particular importância porque o movimento para o desenvolvimento sustentável não poderá progredir apenas de cima para baixo”, destacando que “são cada vez mais numerosas as comunidades que criaram grupos locais vinculados à Agenda 21 e que tomaram a

dianteira na mobilização de apoio às iniciativas locais”, afirmando que as necessidades determinarão as medidas que devem ser adotadas localmente.

A ação governamental pode expressar-se pelas ações dos órgãos de estado, a exemplo da ação do Acqua Viva Rede UNIR, que se vincula a uma Universidade Federal atenta ao anseio da comunidade e consciente de suas responsabilidades e potencialidades, cuja coordenação enfrenta o desafio e a oportunidade de viabilizar um canal de comunicação e de atuação entre a comunidade e a universidade, materializado nos vários centros de difusão da Rede espalhados pelo estado.

Assim, tem razão Teixeira (2000) quando expressa que o

compromisso final da Universidade deve ser, obviamente, com a sociedade em que está inserida, e para a qual todo o seu esforço em termos de desenvolvimento de conhecimento e de recursos humanos deve estar voltado. E uma vez que a questão dos recursos hídricos ganha cada vez maior importância, num contexto de participação e exercício de cidadania, a Universidade deve dar a sua contribuição para que, cada vez mais, tais recursos possam ser utilizados de forma equitativa pelas atuais gerações e sem o comprometimento de seu uso pelas futuras gerações.

E é justamente a questão dos recursos hídricos que propicia um dos temas com maior potencial de mobilizar a comunidade, tendo em vista que a água é imprescindível à vida, mas se faltar ou estiver poluída será causa de doenças e sofrimento. Adotar a água como objeto de estudo impõe, portanto, possibilitar à população a noção de sua espacialização, seus limites, os quais muitas vezes não coincidem com os territórios administrativos, bem como os caminhos percorridos pela água, seus aspectos naturais e sociais e as inter-relações sociedade-natureza.

Nessa perspectiva, a afirmação de Conejo (1993) balizou várias ações desenvolvidas nesta pesquisa, uma vez que o autor considera decisivo dispor-se de tecnologia, instrumentos e recursos humanos (grifo nosso) para o gerenciamento dos recursos hídricos. De forma semelhante, Goldenstein (1998) defende que a “EA, pelo seu caráter multi e interdisciplinar, é importante instrumento para o desenvolvimento e a implementação de políticas voltadas à melhoria da qualidade de vida nos grandes centros urbanos”. Acrescenta-se que o é também para outras áreas, em diferentes escalas, seja nas pequenas cidades, no campo ou nas florestas do interior brasileiro.

Defende-se, portanto, que a EA constitui um instrumento de gestão em razão de seu caráter processual, permanente, questionador e transformador de comportamentos e valores

humanos, fundamentais na formação dos gestores e usuários de águas, atuais ou vindouros, como se está realizando no Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia.

A Formação do Acqua Viva Rede UNIR

O Grupo Acqua Viva - UNIR é formado por uma equipe interdisciplinar de profissionais que vem se estruturando para atuar em questões ligadas à água, tanto na pesquisa, quanto no ensino e na extensão universitária.

Fundado em 2000, iniciou suas atividades no ano seguinte, participando muito significativamente em diferentes etapas do processo de construção da Lei Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia, especialmente após a oportunidade propiciada pela presidência da Assembléia Legislativa Estadual - ALE, quando conclamou a participação de diferentes segmentos da sociedade rondoniense, iniciativa que teve sequência na Comissão de Meio Ambiente da ALE.

Em decorrência dessa atuação, na Lei das Águas de Rondônia - Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002 (BENITEZ, 2002), foi estabelecido entre os objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos “viabilizar programas de estudos, pesquisas, desenvolvimento de tecnologia, treinamento e capacitação de recursos humanos, assim como atividades de conscientização relacionadas à água” (Art. 3º, Inciso II).

A territorialização do Grupo Acqua Viva – UNIR no Estado de Rondônia teve como foco inicial os municípios onde se localizam os sete campi da universidade, a saber: Porto Velho, Guajará-Mirim, Ariquemes, Ji-Paraná, Cacoal, Rolim de Moura e Vilhena. Alguns destes campi já instalaram ou estão em processo de organização de cursos em outros municípios da sua área de abrangência. Em 2002, a UNIR contava com mais de 12.000 acadêmicos em nível de graduação, dos quais aproximadamente 5.500 eram professores da rede estadual e municipal de ensino e estudavam no Programa de Habilitação e Capacitação de Professores Leigos – PROHACAP.

Destaca-se esse Programa, tendo em vista que constituiu o terreno fértil em que se desenvolveram, através de parcerias e com voluntários, atividades do Grupo Acqua Viva – UNIR para conscientização dos acadêmicos, que estudavam na cidade de Porto Velho, em janeiro de 2002, sobre a Campanha de Valorização das Reservas Legais e Matas Ciliares, envolvendo 1.054

participantes. Diante da repercussão positiva dessa ação educativa, organizou-se um curso de Extensão Universitária com carga horária de 40 horas, visando preparar quatro duplas de monitores para viabilizar a sequência das atividades, entre os meses de junho e agosto de 2002, para os demais prohocapianos nos seus respectivos municípios-sede do PROHACAP, abrangendo professores de todos os municípios de Rondônia.

Essas atividades foram efetivadas com 82 turmas, realizando-se 56 palestras e apresentação do vídeo da Campanha, beneficiando 3.383 acadêmicos do PROHACAP. A ação educativa, contudo, somada às atividades realizadas em Porto Velho, totalizou a participação de 4.437 acadêmicos do PROHACAP e professores da UNIR, para os quais também foram entregues cerca de 5.000 kits contendo folder e livreto explicativo sobre “Como usar, sem destruir, as Reservas Legais e Matas Ciliares”.

Essa ação educativa em diferentes localidades do estado de Rondônia gerou a necessidade de organizar uma rede para potencializar os trabalhos. Assim, foi criada, no âmbito do Grupo Acqua Viva – UNIR, a rede Acqua Viva Rede UNIR, que passou a ser um dos braços operacionais do grupo de pesquisa, viabilizando uma forte interação entre pesquisa, ensino e extensão universitária, pois permitiu agregar à rede muitos parceiros e voluntários para o planejamento e execução das atividades de Educação Ambiental.

Nesse contexto, no mesmo ano de 2002, em Porto Velho, foi realizado o curso de extensão “Projeto Difusão Tecnológica em Recursos Hídricos”, promovido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH, com apoio do MCT – CT-HIDRO, com o objetivo de formar uma equipe de multiplicadores para Difusão de Informações em Recursos Hídricos, para potencializar as atividades do Acqua Viva Rede UNIR em diversas localidades do Estado. Entre técnicos de órgãos federais, estaduais, municipais, representantes de usuários ligados à temática e educadores da rede pública, de diferentes localidades do Estado (de Guajará-Mirim a Cabixi), 36 participantes concluíram o treinamento - gratuito - realizado em três etapas, com carga horária total de 120 horas.

No curso, houve o treinamento e a capacitação dos participantes para desenvolver e estimular atividades de conscientização relacionadas à água, tendo como base os Centros de Difusão do Acqua Viva rede UNIR. Nessa distribuição territorial das ações, estava implícita a importância de formação de recursos humanos que pudessem contribuir para o estabelecimento

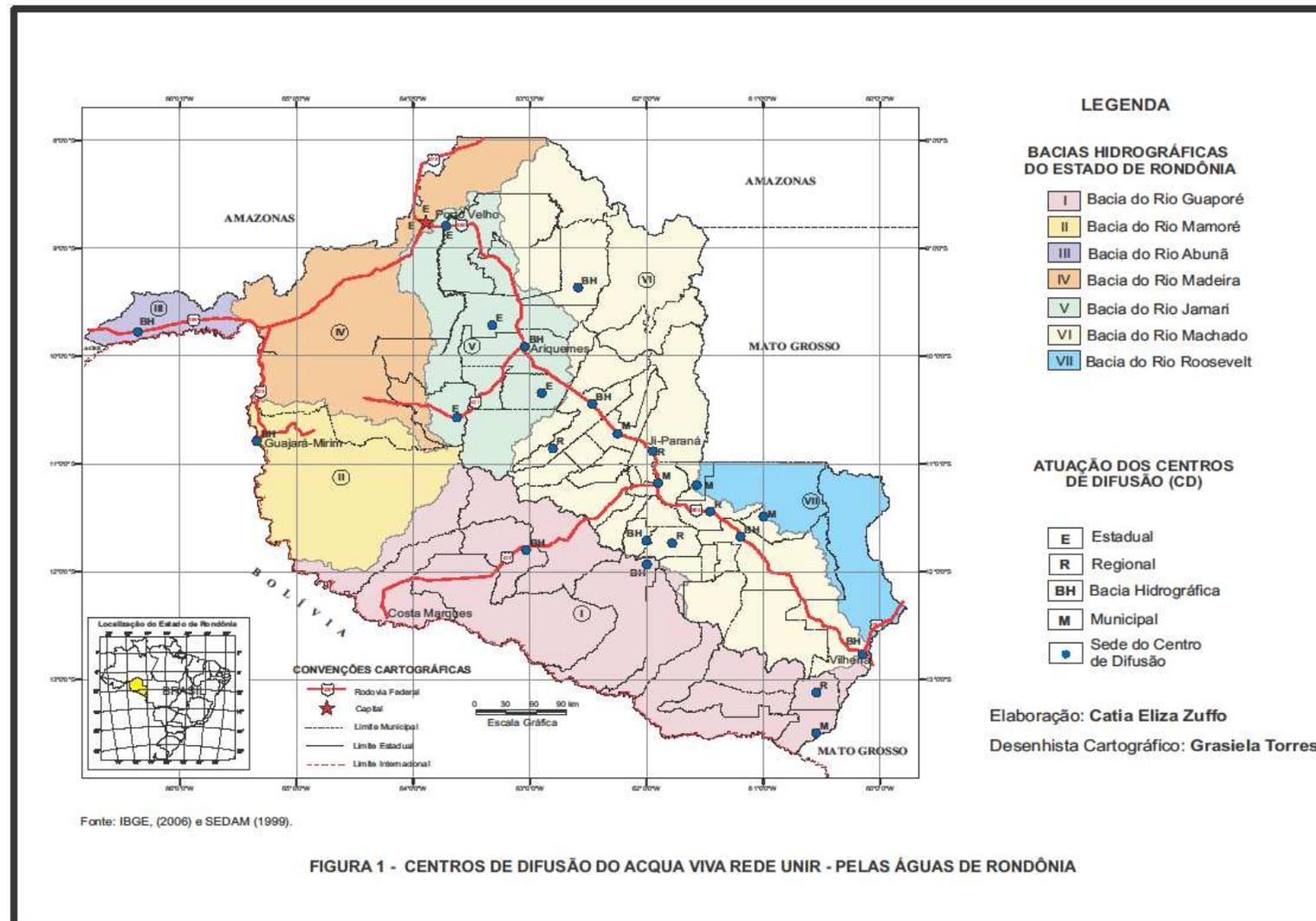
de parcerias e incentivar a mobilização social para a gradativa estruturação de Comitês de Bacias Hidrográficas em Rondônia.

Como destaca Tundisi (2003), a realização de curso de formação de recursos humanos para gerenciamento de recursos hídricos deve ter por base vários fundamentos técnicos, científicos e, especialmente, sociais e culturais. Enfatizando que a formação do gestor ou gerente de recursos hídricos implica o estabelecimento de novos fundamentos, com a valorização de uma ciência não dicotomizada e fragmentada, que integre os estudos da sociedade e da natureza, propiciando uma visão global dos processos, suas causas e consequências, e que os produtos e resultados desse processo educativo devem ser amplamente divulgados, estabelecendo-se uma comunicação rápida, direta e efetiva entre os gestores e os usuários de água e interessados na questão hídrica da área que se está gerenciando.

Nessa perspectiva, foi sendo incorporado ao trabalho do Acqua Viva Rede UNIR a preocupação em localizar os Centros de Difusão, considerando-se a divisão hidrográfica do Estado, e em construir nos participantes a concepção de Comitê de Bacia Hidrográfica como “Parlamento das Águas”. Portanto, a capacitação propiciada no curso constituiu outra importante etapa para estruturar a rede, tendo a Educação Ambiental como mola propulsora de seu processo de formação.

Essa rede de Centros de Difusão atualmente abrange as sete grandes bacias hidrográficas do Estado, cujos rios fluem direta ou indiretamente para o Rio Madeira, e tem como base os campi da UNIR, Pólos do PROHACAP, Secretarias Municipais de Educação e outros parceiros em diferentes municípios rondonienses.

Na Figura 1 e no Quadro 1, são indicados o município ou bacia hidrográfica, os parceiros e coordenadores locais dos 26 Centros de Difusão e suas principais atribuições.



Centro de Difusão	Sede	Área de Influência	Coordenadores/composição	Principais Atribuições
Porto Velho	Porto Velho	Todo o estado.	Membros do Grupo Acqua Viva – UNIR e da Ong. Karipunas.	Planejamento, execução e coordenação geral do AVRU; atividades de extensão e mobilização.
Rio Mamoré	Guajará-Mirim	Bacia do Rio Mamoré.	Técnicos, professores e líderes religiosos.	Atividades em escolas e junto ao corredor ecológico (unidades de conservação).
Rio Abunã	Distrito de Extrema-PVH	Bacia do Rio Abunã.	Professores e líderes religiosos/comunitários.	Educativas, através de mobilizações e eventos: lixo, água, matas ciliares, conservação de estradas, saúde da população.
Candeias	Candeias do Jamari	BPA – todo o estado; EEEFM Albino Butner: distrito de Triunfo.	BPA: policiais ambientais; Escola: professores.	Educativas, através de mobilizações e eventos: água, matas ciliares, reciclagem de lixo, recuperação de solos, etc.
Alto Paraíso	Alto Paraíso	Todo o estado.	Membros do Movimento dos Pequenos Agricultores – MPA.	Preservação e recuperação de Matas ciliares, manejo adequado das águas e solos.
Rio Crespo	Rio Crespo	Bacia do Rio Jamari (municípios do entorno).	Professores e líderes comunitários.	Em escolas e comunidades rurais: preservação e recuperação ambiental e saúde da população.
Ariquemes	Ariquemes	Toda a Bacia do Rio Jamari.	Professores e pesquisadores.	Educativas e pesquisas temáticas.
Campo Novo	Campo Novo de Rondônia	Todo o estado.	Técnicos, professores e líderes comunitários.	Preservação de unidades de conservação, nascentes, essências florestais e plantas medicinais.
Cacaulândia	Cacaulândia	Todo o estado.	Pequenos produtores rurais;	Difusão da agroecologia e homeopatia bovina;
Rio Jaru e Baixo Machado	Jaru	Bacias do Rio Jaru e Baixo Rio Machado.	Professores, técnicos e líderes comunitários.	Programa de rádio, projetos temáticos em escolas e comunidades e eventos de grande mobilização com repercussão regional.
Rio São Domingos e Alto Jaru	Tarilândia	Bacias do Alto Rio Jaru e Rio São Domingos.	Professores e líderes comunitários.	Em escolas e comunidades, especialmente sobre o lixo, preservação das águas e matas ciliares.
Ouro Preto	Ouro Preto	Municipal.	Professores.	Educativas.
Projeto Pe. Ezequiel	Ji-Paraná	19 paróquias em 28 municípios da Diocese de Ji-Paraná.	Líderes religiosos e técnicos.	Na agricultura familiar e alfabetização de adultos.
Presidente Médici	Pres. Médici	Municipal.	Professores e líderes religiosos.	Em escolas e pastorais religiosas.
Ministro Andreazza	Ministro Andreazza	Municipal	Líderes religiosos e comunitários.	Pastoral da terra e agricultura familiar.
Espigão d'Oeste	Espigão	Municipal	Líderes religiosos e professores.	Pastoral da Saúde e escolas.

Centro de Difusão	Sede	Área de Influência	Coordenadores/composição	Principais Atribuições
	d'Oeste			
Cacoal	Cacoal	Regional	Técnicos e professores.	Pesquisas e mobilizações ligadas principalmente à saúde da população.
Rios Pimenta Bueno e Comemoração	Pimenta Bueno	Bacia do Alto Curso do Rio Machado	Professores e técnicos.	Programa de rádio, projetos temáticos em escolas e comunidades sobre recuperação de nascentes, cidadania e reciclagem.
Vilhena	Vilhena	Municipal	Professores e técnicos.	Educativas, especialmente nas nascentes de três principais rios regionais.
Colorado	Colorado do Oeste	Regional: cone sul.	Professores e estudantes.	Programa de rádio, projetos em escolas e comunidades sobre reciclagem, mobilização social, cidadania e áreas degradadas.
Cabixi	Cabixi	Municipal	Professores.	Em escolas e junto aos produtores rurais.
Rolim de Moura	Rolim de Moura	Regional	Professores e pesquisadores.	Educativas e pesquisas temáticas.
Rios Branco e Colorado	Alta Floresta do Oeste	Bacias dos Rios Branco e Colorado	Professores e técnicos.	projetos temáticos em escolas e comunidades especialmente sobre a preservação das águas e recuperação de matas ciliares.
Rio Novo Mundo e Rio Palha	Novo Horizonte do Oeste	Bacias dos Rios Novo Mundo em Nova Brasilândia e Rio Palha em Novo Horizonte	Professores, estudantes e técnicos.	projetos temáticos em escolas e comunidades especialmente sobre a preservação das águas, recuperação de matas ciliares e culturais.
Rios São Miguel e São Domingos	Seringueiras	Bacias dos Rios São Miguel e São Domingos	Professores, estudantes e técnicos.	Programa de rádio, projetos temáticos em escolas e comunidades e eventos de grande mobilização com repercussão regional.
Itinerante	Porto Velho	Todo o estado.	Professores e pesquisadores.	o material disponibilizado para os demais CD é deslocado temporariamente para localidades que solicitarem à Coord. do AVRU.

QUADRO 1 - CARACTERIZAÇÃO DOS CENTROS DE DIFUSÃO DO ACQUA VIVA REDE UNIR. Elaboração: C E. Zuffo, set/09

No processo de formação do Acqua Viva Rede UNIR, é importante destacar o Movimento de Cidadania pelas Águas, da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, idealizado e implementado “primeiro, por respeito à vida; segundo, porque a água está se tornando cada vez mais escassa; terceiro, porque apesar de tudo que já caminhamos neste sentido há muito que fazer”. Assim, a “cidadania pelas águas e o compartilhamento de responsabilidades não é mero exercício de retórica, mas uma exigência da realidade. A necessidade de milhares de ações, simultâneas e localizadas, torna impossível se esperar que o Estado dê conta disso sozinho” (Toro e Werneck, 1997). Ressaltam ainda esses autores que as

ações requeridas para o cuidado da água são de natureza diversa e por isso requerem estratégias diversas de implementação. Existem ações que exigem a participação de governos, mas a maioria depende de atitudes pessoais, fruto de uma ética de responsabilidade solidária, que só pode ser desenvolvida a partir de uma postura cidadã, de compromisso com o mundo, com o seu mundo.

O Acqua Viva Rede UNIR, embasado nos princípios anteriormente expostos, implementou e avaliou atividades de Educação Ambiental em recursos hídricos, visando à conscientização da população e à formação de recursos humanos para participarem no sistema de gerenciamento de recursos hídricos em Rondônia.

Nesse sentido, várias ações foram executadas e há iniciativas em curso, desde junho de 2002, quando foi publicada a portaria 549/GR, que instituiu as atividades de extensão do Grupo e propiciou a organização e consolidação dos Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR. Essas atividades são abordadas a seguir.

A Atuação do Acqua Viva Rede UNIR

Acreditando que o local de vivência da comunidade deve ser o objeto e o objetivo de estudo e ações integradas, e que é nesse nível escalar que se vivencia e se pode resolver a maioria dos problemas ambientais, no Acqua Viva Rede UNIR, fomenta-se o trabalho com as demandas locais, na perspectiva de mobilizar os diversos atores sociais na sua resolução. Entretanto, a territorialização dessa rede espelha nossa compreensão da importância de trabalhar em várias escalas geográficas, uma vez que as causas de vários problemas expressam-se no local, mas podem ter suas origens em lugares distantes e em processos sociais e naturais que extrapolam a

localidade. Ou seja, trabalha-se com a visão de que o espaço geográfico, produto das relações intra-sociedade e desta com a natureza, expressa-se no lugar que está contido em um processo dinâmico.

A abordagem educativa dos processos sociais e naturais, na perspectiva da EA, deve contemplar conhecimentos de várias ciências humanas e, especialmente, das Ciências da Natureza, entre as quais enfoque especial é dado às atividades educativas para as Geociências, pois seus conceitos e métodos contribuem significativamente para a compreensão das questões ambientais. Dessa forma, compreende-se que as ações de EA devem incluir o estudo do ciclo hidrológico, processos e formas fluviais, inundações, ciclo das rochas, hidrogeologia, mudanças climáticas, transformações na paisagem, entre outros temas que permitam aos participantes compreender os processos e dinâmicas naturais, analisar sua evolução e prever qual a melhor decisão a ser tomada nos colegiados de gestão, especialmente nos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Nesse sentido, Tundisi (2003) defende que as principais abordagens na formação de recursos humanos, tanto para a pesquisa como para o gerenciamento de recursos hídricos são: visão sistêmica dos processos; visão integrada e integradora; integração entre experimentação – síntese; trabalho de campo; interação entre problemas biogeofísicos, econômicos e sociais e demonstrações em estudo de caso.

O estudo do tema água em bacias hidrográficas possui um grande potencial de fomentar e articular conteúdos nas mais variadas disciplinas, valorizando a localidade e o trabalho de campo. De forma semelhante, Tundisi et al., (1988) elaboraram uma lista de conteúdos que foram trabalhados em seus cursos de formação de professores de Geografia e Ciências, a partir do estudo da bacia hidrográfica da represa do Lobo (Broa), localizada no município de São Carlos (SP).

De forma semelhante, nas ações de EA que têm como objeto a água, Guimarães (1999) defende o recorte espacial por bacia hidrográfica como unidade de estudos ambientais, em razão de ser considerada a interação entre sociedade e natureza na produção do espaço.

Com a perspectiva de se realizar ações educativas a partir de temas das Geociências, enfatizando a água e bacias hidrográficas, promove-se, no Acqua Viva Rede UNIR, o estudo dos cursos d'água do estado de Rondônia, iniciando-se na escala local, onde estão sediados os Centros de Difusão - CDs, articulando-se conteúdos programáticos das disciplinas curriculares,

na educação formal, bem como ações educativas com a comunidade, inseridas na educação não-formal (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Nas atividades apresentadas no Quadro 2, o foco foi desenvolver ações educativas na perspectiva de se formar recursos humanos para a gestão dos recursos hídricos, o que impõe considerar os grandes desafios sinalizados em Conferências Mundiais sobre Água e Meio Ambiente, adaptando sua abordagem para o nível local, regional e estadual de Rondônia, sem descuidar de sua abrangência nacional e internacional. É preciso considerar também os princípios e compromissos do Consenso de Istambul, decorrentes do V Fórum Mundial da Água, realizado em março de 2009.



Cabe destacar a integração, desde 2005, das atividades da Rede na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT, promovida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, cujo grande processo de mobilização tem a intenção de “distribuir mudas de conhecimento, plantar sementes de criatividade e explorar a curiosidade das crianças e jovens para estimular o interesse para a ciência e para a tecnologia” (site MCT, 2007).

Ano	Evento	Repercussão
2000	Reunião de equipe interdisciplinar de profissionais da UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR	Criação do Grupo Acqua Viva – UNIR, para atuar em Rondônia, com questões ligadas à ÁGUA (<i>na pesquisa, ensino e extensão</i>).
2001	Lei Estadual de Recursos Hídricos	Participação muito ativa no processo de construção da Lei (diversas reuniões, mobilizações, abaixo-assinados, palestras e seminário).
2002	Pesquisas temáticas (com recursos próprios) nos Igarapés Areia Branca e Bate-Estacas – Porto Velho/RO	Principais temas abordados: levantamentos sócio-ambientais, recuperação de áreas degradadas, qualidade da água e doenças de veiculação hídrica.
2002	Divulgação da Campanha de Valorização das Reservas Legais e Matas Ciliares na UNIR (Figura 2)	Após a capacitação dos monitores, aprox. 4.500 pessoas participaram das palestras, especialmente nos municípios sede do programa PROHACAP.
2002	Capacitação Difusão Tecnológica em Recursos Hídricos – DIFrh (120 h)	36 concluintes de muitas localidades e diversos segmentos de Rondônia (Figura 3).
2002	Criação do projeto de Extensão: ACQUA VIVA REDE UNIR – PELAS ÁGUAS DE RONDÔNIA (Portaria 549/GR)	Iniciou com 16 Centros de Difusão - CD e já atuaram em aprox. 48 dos 52 municípios rondonienses, através de 26 CD (cada um com suas próprias parcerias e prioridades).
2000 a 2002	Zoneamento Ambiental da Bacia do Igarapé Tapado – RESEX Rio Ouro Preto – Guajará Mirim/RO	Projeto de Pesquisa aprovado e executado com o apoio financeiro do BASA/Finam (Figura 4).
2003	Curso Básico de Vigilância Ambiental – CBVA - 60 h (pela SESA/RO)	6 integrantes do Acqua Viva Rede UNIR, de 5 municípios participaram desta capacitação.
2003	Concurso Estadual de Redação “UNIR RIO MAR, ÁGUA E CIDADANIA”	O AVRU atuou na divulgação que envolveu a participação de 80 escolas públicas de 36 municípios.
2003	Instalação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH/RO	A representação da UNIR é de membro do Grupo Acqua Viva – UNIR.
2003	I Encontro Estadual de Representantes dos Centros de Difusão do AVRU	Em nov/2003 – integração entre os 35 representantes dos CD e avaliação do alcance das ações: <i>Aprox. 158.000 Rondonienses em 2003.</i>
2004	II Encontro Estadual de Repres. dos CD do AVRU UNIR e Capacitação para lideranças “Água, Fonte de Vida”	Em abr/2004, 55 lideranças, de 26 localidades, foram capacitadas e estimuladas para atuarem ao longo do ano com o tema da Campanha da Fraternidade.
2004	MMA – aprovou uma SALA VERDE na UNIR – Campus de Porto Velho	O Projeto Cidadania pelas Águas de RO, do Grupo Acqua Viva – UNIR, com a realização de várias capacitações, está contido na proposta da IFES.
2004	Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (<i>sociedade civil organizada – Região Hidrográfica Amazônica</i>)	O Grupo Acqua Viva - UNIR tem seu trabalho reconhecido em função do alcance do AVRU e compõe a Comissão Executiva Regional.
2004	III Encontro Estadual de Representantes dos CDs do AVRU e Oficina Temática “Recuperação de Matas Ciliares”	Representantes de 35 localidades participaram do Encontro em nov/2004 e da produção de materiais. Avaliação do alcance das ações em 2004: <i>Aprox. 180.000 Rondonienses.</i>
2005	SEDUC atende solicitação do Grupo Acqua Viva - UNIR e reconhece ações do Acqua Viva Rede UNIR	26 professores, de 16 localidades, estão liberados 04 horas semanais do horário de planejamento para atuarem voluntariamente em ações dos CD do AVRU.
2005	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - MCT “Brasil, Olhe Para	O Grupo Acqua Viva – UNIR é um dos coordenadores desta mobilização, registrando 160

Ano	Evento	Repercussão
	<i>a Água!</i> ” de 03-09 de outubro, em 28 municípios rondonienses	eventos (4/5 de todos cadastrados para Rondônia), através dos parceiros do AVRU, no site do MCT.
2005	Encontro Público Estadual sobre o PNRH e IV Encontro Estadual de Repres. do AVRU (Figura 5)	Participação de diferentes segmentos nos debates sobre o PNRH. Avaliação do alcance das ações do AVRU em 2005: <i>Aprox. 400.000 Rondonienses.</i>
2005	O AVRU torna-se um PROGRAMA institucional da UNIR e organiza Encontros por Bacias Hidrográficas	Os primeiros encontros ocorrem nas bacias dos Rios Abunã e Madeira, visando a integração entre segmentos para a estruturação dos Comitês de Bacias.
2006	O AVRU e parceiros organizam cinco novos Encontros, envolvendo lideranças de várias Bacias Hidrográficas entre fev, jul e ago.	Em fev/06, houve a proposição de 3 e, em ago/06, mais 2 Comitês de bacia; em todos, houve a eleição das diretorias provisórias, com a incumbência de organizar a instalação dos respectivos Comitês.
2006	A coordenadora do Grupo Acqua Viva realiza estudos técnicos p/ a criação dos 3 primeiros Comitês de Bacias Hidrog. em Rondônia	É aberto um processo junto ao órgão gestor (SEDAM) e o primeiro parecer técnico foi favorável, mas até set/09, ainda esta aguardando convocação de reunião do CRH/RO para avaliação.
2006	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia – MCT “ <i>Criatividade e Inovação</i> ” de 23-29/10 em 20 municípios rondonienses pelo AVRU	O Grupo Acqua Viva – UNIR é um dos coordenadores desta mobilização; através do AVRU, com 310 eventos (dos 524 cadastrados para RO). Foi a maior participação das regiões Centro-Oeste e Norte.
2007	TERRA! tema da SNCT – promovida pelo MCT de 01-07/10, realizada em 32 localidades de 28 municípios rondonienses pelo AVRU	Rondônia e o município de Porto Velho são destaques nacionais; através do AVRU registrou-se 660 atividades das 932 cadastradas para RO, finalizando em 3º lugar nacional.
2007	V Encontro Estadual do AVRU, na cidade de Ji-Paraná - RO, em 21-10-07	Com 40 participantes, tendo como tema o ACQUA VIVA REDE UNIR e Parceiros na Semana C&T2007. Avaliação do alcance das ações do AVRU em 2007: <i>Aprox. 500.000 Rondonienses.</i>
2008	De 20-26/10, "EVOLUÇÃO & DIVERSIDADE!" ocorreu a SNCT, através do AVRU em 38 localidades de RO, especialmente em Porto Velho	Alcançou-se o 1º lugar nacional. Do total de 10.859 atividades, foram registradas 1.790 atividades em Rondônia, sendo que 1.522 foram através da parceria AVRU, Karipunas e seus colaboradores.
2008	VI Encontro Estadual do AVRU realizado em Porto Velho - RO, de 19 a 21 de outubro de 2008	Com 45 participantes e o tema o ACQUA VIVA REDE UNIR, Capacitação para elaboração de projetos em Educação Ambiental e a SemanaC&T2008. Avaliação do alcance das ações do AVRU em 2008: <i>Aprox. 580.000 Rondonienses.</i>
2009	Semana Mundial da Água	Mobilizações diversificadas na capital e interior com conteúdo informativo sobre o tema.
2009	CIÊNCIA NO BRASIL! tema da SNCT – promovida pelo MCT de 19 a 25/10.	Atividade cujo cadastro, no momento, está em andamento, com uma posição de destaque para Rondônia.
2009	VII Encontro Estadual do AVRU na cidade de Cacoal, de 23 a 25/10	Encontro em organização com o tema O AVRU, Oficina sobre Reciclagem e a SemanaC&T2009.

Elaboração: C. E. Zuffo, set/09.

QUADRO 2 - PRINCIPAIS AÇÕES NA PESQUISA E EXTENSÃO DO GRUPO ACQUA VIVA – UNIR E DO ACQUA VIVA REDE UNIR – 2000 A 2009.

Na Semana C&T 2008, com o tema Evolução & Diversidade, obteve-se o primeiro lugar nacional através do cadastro de 1.522 atividades, com destaque para a exibição de vídeos e filmes (387), oficinas/workshop (373) e palestras (339). O mais expressivo público alvo foram os estudantes do ensino fundamental com 1.888 h e os do ensino médio com 588 h, do total de 2.712 h. Os títulos das atividades foram variados, destacando-se os temas escolhidos pelo responsável da atividade (462), diversidade cultural (381) e diversidade ambiental (374).

A Educação Ambiental pode ser um instrumento de mobilização social quando se considera a água, seja superficial ou subterrânea, e sua expressão espacial em bacias hidrográficas ou aquíferos, no intuito de mobilizar e organizar a população para a proteção das águas, em um processo educativo e de mudança cultural, que possibilite uma nova alfabetização espacial e ambiental da população, meta buscada no Acqua Viva Rede UNIR.

Nesse contexto, foram realizadas várias ações que tiveram como foco incentivar a formação de Comitês de Bacias Hidrográficas, a exemplo dos sete encontros por bacias hidrográficas, realizados entre 2005 e 2006, em quatro dos quais foram realizadas votações por ampla maioria dos presentes, pela deflagração desse processo, devidamente registrados através das Figuras 6, 7, 8 e 9.



Fotos: C.E.Zuffo e Centros de Difusão do Acqua Viva Rede UNIR.

A motivação pela formação de Comitês de Bacias Hidrográficas reveste-se de importância, pois atualmente esses colegiados estão sendo formados no Brasil, notadamente nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste. Na região Norte, segundo a Agência Nacional de Águas (Site ANA, 2009), foi instalado apenas um Comitê, em Manaus (AM), o que denota o esforço coletivo que há de ser feito para que os “Parlamentos das Águas” sejam uma realidade em Rondônia.

Assim, pode-se afirmar que, no Acqua Viva Rede UNIR, os desafios para a gestão integrada e participativa das águas, considerando-se as especificidades e realidades locais e regionais, estão compondo um amplo conjunto de objetivos e metas a serem alcançadas nos próximos anos. Para tanto, o instrumento básico é o desenvolvimento de amplo e permanente processo de Educação Ambiental.

Considerações Finais

A filosofia do Acqua Viva Rede UNIR está baseada nos pressupostos da Teoria da Mobilização Social, uma vez que se tem a convicção de que as atividades de capacitação de multiplicadores, difusão de conhecimento, mobilização de pessoas e entidades, realização de eventos e ações de educação ambiental ampliarão o leque de cidadãos rondonienses, conscientes de seus deveres e direitos que exercerão sua cidadania de forma mais plena e em busca da preservação e conservação das águas, além da diminuição das agressões ao meio ambiente.

O Acqua Viva Rede UNIR, portanto, ao mesmo tempo em que promove é também resultado de um processo de mobilização da sociedade rondoniense que vem acontecendo paulatinamente, visando contribuir para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas no estado e, principalmente, para a construção de uma Nova Cultura da Água.

Ressalta-se que a adoção plena da Educação Ambiental nos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos é e será um dos instrumentos principais para a participação social qualificada nas tomadas de decisões, para a consolidação dos sistemas de gestão e consecução dos objetivos de garantir água para todos, em quantidade e qualidade, para as atuais e futuras gerações (humanas e das demais formas de vida), bem como para a manutenção dos ciclos naturais e para se alcançar a sustentabilidade do desenvolvimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos participantes e colaboradores do Acqua Viva Rede UNIR – pelas Águas de Rondônia; às instituições parceiras, enfim, a todos que somam esforços pela gestão participativa das águas; e aos revisores, pelas sugestões que aprimoraram este trabalho, que faz parte da tese de doutoramento “Gestão Integrada das Águas em Rondônia” (por agregação de artigos científicos), de Catia Eliza Zuffo, no PPGG/UFPA.

Nota: Após a submissão, este artigo passou por uma revisão, em sua forma, com a finalidade de uniformizar o estilo de redação.

Referências

BENITEZ, I. **Legislação Ambiental Federal e de Rondônia**. 2.ed. Revisada e Ampliada: Porto Velho, 2002.

BOFF, L. **Saber Cuidar: ética do humano – compaixão pela terra**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

CONEJO, J.G.L. **A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos**. Administração Pública, Rio de Janeiro, v.27, n.2, Abr./Jun., 1993.

DIAS, G.F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 3ª ed. São Paulo : GAIA, 1994.

GOLDENSTEIN, S. Apresentação. In: Carvalho, I.C.M. **Em direção ao Mundo da Vida: Interdisciplinaridade e Educação Ambiental / Conceitos para se fazer educação ambiental**. Brasília: IPÊ – Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1998.

GUIMARÃES, E.M.A. **Trabalhos de campo em bacias hidrográficas: os caminhos de uma experiência em Educação Ambiental**. Campinas, 1999. Dissertação (Mestrado em Geociências-Área de Educação aplicada às Geociências) - IG/Unicamp.

IBAMA. **Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas**. UNESCO – Brasília: Ed. IBAMA, 1999.

LANNA, A.E.L. **Gestão dos recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1997. p.727-68.

LEAL, A.C.; NADAL, N.M. **Participação Social na Gestão das Águas**. In: Ana Lúlia Fernandes Cardoso de Oliveira; Marcelo Antonio Amaro Pinheiro; Roberto Fioravanti Careli Fontes. (Org.). Panorama Ambiental da Baixada Santista. 1 ed. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica Ltda, 2008, v. , p. 107-122.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LOGAREZZI, A.J.M. **Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental.** In: Resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema. A.C. Leal. Org. São Paulo: Viena, 2004. p. 235-236.

LOMBARDO, M.A. **Educação Ambiental como Subsídio à Escola do Futuro.** In: Freitas, M. I. C. de, e Lombardo, M.A. (org.) Universidade e Comunidade na Gestão do Meio Ambiente. Rio Claro: AGETEO, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP – Rio Claro, 2000.

RODRIGUEZ, J. M.M. **Desenvolvimento Local.** UFC, Fortaleza, 2005.

RODRIGUEZ, J.M.M. e SILVA, E.V. **Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: problemática, tendências e desafios.** Fortaleza, edições UFC, 2009.

SATO, M. **Educação Ambiental.** São Carlos: PPG-ERN/UFSCar, 1995, 3ª ed.

TEIXEIRA, B.A.N. **Universidade e sociedade na gestão dos recursos hídricos.** In: Freitas, M.I.C. e Lombardo, M.A. (org.) Universidade e Comunidade na Gestão do Meio Ambiente. Rio Claro: AGETEO, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP – Rio Claro, 2000.

TORO A., José Bernardo e WERNECK, Nísia Maria Duarte. **Mobilização Social: um modo de construir a democracia e a participação.** Brasília: MMA, SRH, ABEAS, UNICEF, 1997.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: RIMA, IIE, 2003.

TUNDISI, J. G. et al. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade para atualização de professores de Ciências e Geografia: o modelo Lobo (Broa) - Brotas/Itirapina.** In: TUNDISI, J.G. (Org.). Liminologia e manejo de represas. São Carlos/SP: USP, 1988. p.311-57. (Série Monografia).

<http://semanact.mct.gov.br/index.php/content/view/783.html>. Acesso em: 18 Set. 2009.

<http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/ArticulacaoInstitucional/default.asp>. Acesso em: 18 Set. 2009.

CAPÍTULO – 8

CONSIDERAÇÕES FINAIS

8.1 Conclusões e Recomendações

O desenvolvimento desta tese permitiu a ponderação sobre o estado atual de conhecimento de temas bem distintos, porém em muitos casos, complementares. Assim, ao longo da pesquisa de doutoramento, transitou-se por temas relativos às águas subterrâneas, águas superficiais, Geografia, Geologia, Educação Ambiental, gestão de bacias hidrográficas e mobilização social. Essa multiplicidade de temas implicou a necessidade de se estudar metodologias e conceitos de ciências diferenciadas, aparentemente separadas, mas que se mostraram intrinsecamente relacionadas, quando se tem as águas como foco de pesquisa e de atuação profissional e acadêmica.

Como conclusões gerais alcançadas pela integração dos artigos, verificou-se que os resultados reúnem uma série de informações e uma visão que sustentam a aplicação da metodologia empregada para alcançar os objetivos deste estudo e indicam que é possível melhorar a gestão das águas, se houver o planejamento por bacias e a contribuição da educação ambiental, com enfoque em bacias hidrográficas, embasada em estudos das geociências, notadamente de aspectos hidrogeológicos, dentro do arcabouço geológico e de qualidade das águas – sejam subterrâneas ou superficiais, no tocante à geoquímica.

Como recomendações baseadas nos estudos realizados, salienta-se a necessidade de:

1. realização de novos estudos simultâneos, de abrangência estadual, com o devido aporte de recursos humanos e financeiros, tais como:

- aplicação de metodologia de coletas e análises para qualidade das águas, tanto subterrâneas quanto superficiais, com enfoque em bacias hidrográficas, para verificação de tendências, inclusive a partir dos dados apresentados nestes artigos;
- a influência da dinâmica do uso da terra nas águas, a exemplo dos estudos que o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA vem desenvolvendo na bacia do rio Machado, poderiam ser gradativamente expandidos para outras bacias rondonienses;

2. criação e implantação, a partir do órgão gestor (SEDAM), de um sistema de gestão integrada das águas rondonienses, com apoio de várias instituições públicas e particulares, entidades, movimentos sociais e população em geral;

3. fortalecimento e viabilização de novos apoios às iniciativas existentes, a exemplo do Acqua Viva Rede UNIR, pois a educação ambiental como instrumento de mobilização social é fundamental para que a gestão das águas seja implementada e atinja seus objetivos, atendendo aos seus três princípios básicos: descentralização, participação e integração.

Para finalizar, ressalta-se que o Acqua Viva Rede UNIR - pelas Águas de Rondônia tem em seu nome o elemento fundamental para se alcançar a sustentabilidade. Tomado de empréstimo da universidade, destaca-se a importância de UNIR todos os interessados nos temas hídricos e a população em geral, em um movimento em prol das águas, para o qual se trabalha na perspectiva da sustentabilidade que se deseja.

8.2 Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2010. Região hidrográfica amazônica. Disponível em <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>. Acesso: 30 Jan. 2010.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. 2002. *Estatística básica*. São Paulo, Saraiva. 526p.
- CABRAL, J. et al. 2001. Recursos hídricos subterrâneos. In: DIAS DE PAIVA, J.B. e DIAS DE PAIVA, E.M.C. (org.) *Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas*. – Porto Alegre, ABRH. p.237-277.
- DIAS, G.F. 1994. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 3ª ed. São Paulo: GAIA. 158p.
- FONSECA, J.S. 1985. *Estatística aplicada*. São Paulo, Editora Atlas, 320p.
- GOMES, F.P. 1990. *Curso de estatística experimental*. São Paulo, Nobel. 467p.
- LANDIM, P.M.B. 2003. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo, Editora UNESP. 253p.
- LILLIEFORS, H.W. 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, Washington, v.62, n.318, p.399-402.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2006. Caderno da RH Amazônica. In: *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Disponível em <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>. Acesso: 28 Jan. 2010.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. 2007. *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte, CPRM. 552p.

- PAGNOCCHESCHI, B. A. 2000. Política nacional de recursos hídricos no cenário da integração das políticas públicas. In: MUÑOZ, H.R. (org.) *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. 2ª ed. Brasília, Secretaria de Recursos Hídricos. p.31-56.
- REBOUÇAS, A.C. Águas subterrâneas. 2006. In: GIAMPÁ, C.E.Q.; GONÇALES, V.G. (ed.). *Águas subterrâneas e poços tubulares profundos*. São Paulo, Signus Editora. p.1-41.
- RONDÔNIA, 2000. Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO. Zoneamento Sócio-econômico-ecológico do Estado de Rondônia. *Relatório de Climatologia*. Rondônia, Planaflo. 430p.
- SATO, M. 1995. *Educação Ambiental*. São Carlos, PPG-ERN/UFSCar. 3ª ed. 248p.
- SCANDOLARA, J.A. 2002. Recursos minerais. In: FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S.C.P. (org.) *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho, SEDAM. p.57-64.
- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. 2002. *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Org. Fernandes, L.C.; Guimarães, S.C.P. Porto Velho: SEDAM. 146p.
- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. 2006. *Boletim Climatológico de Rondônia*. Porto Velho, 40p.
- SETTI, A. A. 2000. Legislação para uso dos recursos hídricos. In: SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (ed) *Gestão de recursos hídricos; aspectos legais, econômicos e sociais*. Brasília, DF; SRH; Viçosa, MG: UFV; Porto Alegre, ABRH, p. 121-412.
- SHAPIRO, S.S., WILK.M.B. 1965. *An Analysis of Variance Test for Normality (complete samples)*. Biometrika, London, v.52, p.591-609.
- SOUZA FILHO, P.W.M. et al. 1999. Compartimentação morfoestrutural e evidências de atividade neotectônica no sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 6., Manaus, Anais... SBG/Núcleo Norte. p.30-333.
- TORO A.J.B.; WERNECK, N.M.D. 1997. *Mobilização Social: um modo de construir a democracia e a participação*. Brasília: MMA, SRH, ABEAS, UNICEF. 169p.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O.M. 2000. *Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água"*. Revista ABRH, Vol. 5, nº 3, p.31-43.
- ZUFFO, C.E.; SILVA, L.P. 2002. O caminho das águas. In: FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S.C.P. (org.) *Atlas Geoambiental de Rondônia*. Porto Velho, SEDAM. p.65-68.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)