

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL
E MEIO AMBIENTE

Joiada Moreira da Silva

**ANÁLISE INTEGRADA DE QUALIDADE DE ÁGUA EM
MICROBACIA HIDROGRÁFICA**

Porto Velho – RO
2006

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Joiada Moreira da Silva

**ANÁLISE INTEGRADA DE QUALIDADE DE ÁGUA EM
MICROBACIA HIDROGRÁFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia, sob a orientação do Profº. Dr. Dorisvalder Dias Nunes. Área de concentração: Diagnóstico Ambiental e Biodiversidade (Monitoramento Ambiental).

Porto Velho – RO
2006

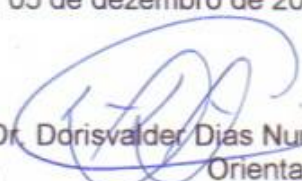
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

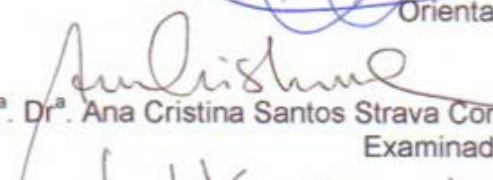
JOIADA MOREIRA DA SILVA

A Banca de Defesa de Mestrado presidida pelo Orientador Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes e constituída pelos examinadores Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Santos Strava Correa e Prof. Dr. José Vicente Elias Bernardi reuniu-se no dia 05 de dezembro de 2006, às 09:30 horas no bloco J, sala 06, no Campus Universitário José Ribeiro Filho, para avaliar a Dissertação de Mestrado intitulada: "Análise Integrada de Qualidade de Água em Microbacia Hidrográfica", do mestrando JOIADA MOREIRA DA SILVA. Após a explanação do candidato e arguição pela banca examinadora, a referida dissertação foi avaliada e de acordo com as normas estabelecidas pelo Regimento do Curso de Pós-Graduação Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente – PGDRA foi considerada APROVADO COM DISTINÇÃO

Porto Velho, 05 de dezembro de 2006.



Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes
Orientador



Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Santos Strava Correa
Examinadora



Prof. Dr. José Vicente Elias Bernardi
Examinador

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, JOIADA MOREIRA DA
**ANÁLISE INTEGRADA DE QUALIDADE DE ÁGUA EM
MICROBACIA HIDROGRÁFICA [Porto Velho] 2006**

xx, 199p. (UNIR, M.Sc., Desenvolvimento Regional, 2006)
Área de Concentração: Diagnóstico Ambiental e Biodiversidade
Linha de Pesquisa: Monitoramento Ambiental

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Rondônia
Núcleo de Ciência e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e
Meio Ambiente
Orientador: Profº. Dr. Dorisvalder Dias Nunes

- 1 – Microbacia
- 2 – Uso do Solo
- 3 – Qualidade da Água

*Mudam-se os tempos, mudam-se as Vontades.
Muda-se o ser, muda-se a confiança.
Todo o mundo é composto de mudança.
Tomando sempre novas qualidades.*

CAMÕES

Dedico este trabalho à minha família, em especial para Aldenir M. da Silva e João F. da Silva, meus pais.

À minha namorada, Geógrafa Déborah Pereira Linhares, que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todos os momentos da construção desta dissertação.

E principalmente aos Professores Wanderley Rodrigues Bastos e Antônio Cláudio Rabelo, (Toninho) pelo incentivo e ajuda nos muitos momentos que necessitei que Deus abençoe a todos!

Agradecimentos

A Deus pela oportunidade de estarmos vivendo com saúde e por permitir que este projeto se realizasse plenamente, de maneira bastante tranqüila, apesar das dificuldades e intenso trabalho.

Aos Professores do Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pelo conhecimento que me foi transmitido ao longo dos dois anos de curso nesta instituição.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de água da Companhia de água e Esgoto do Estado de Rondônia – CAERD, pelo empenho e dedicação na realização das análises, mesmo sem receber qualquer benefício remunerativo, uma vez que muitas das amostras foram franqueadas pela direção desta instituição.

À equipe do Laboratório de BIOGEOQUIMICA/UNIR, por ter colocado à minha disposição e fornecido os equipamento necessários para realização das medições dos parâmetros físico-químico em campo, durante o período das campanhas de monitoramento. Ainda, pelos conselhos e sugestões, fundamental à realização dos procedimentos de coleta e avaliação físico-química da água, mais uma vez meus sinceros agradecimentos.

Às Instituições: Secretaria Estado de Desenvolvimento e Meio Ambiente – SEDAM, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística – IBGE, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuário – EMBRAPA, Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais – CPRM, Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais – INPE e Agência Nacional de Água – ANA, pelo fornecimento de valiosas informações, muito obrigado.

A Prof^a Dra. Sueli Castellare, do INPE/São José dos Campos-SP, por ter comprometido um tempo de sua vida profissional à realização das

correções no modelo conceitual metodológico. Meu cordial agradecimento pela dedicação e aplicação que me foi proporcionado.

Ao profº Dr. Dorisvalder Dias Nunes, coordenador do LABOGEOPA, pela orientação, empenho e incentivo à realização desse projeto. Aos Colegas e amigos (as) do Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental – LABOGEOPA: Bióloga Tatiane R. Lima, Geógrafas Adina G. Assução, Josélia Fontinele Cabral, Maria Leonilda, Maria Madalena e Nazaré, Geógrafos Ricardo G. da C. Silva e Luiz Cleyton H. Lobato, acadêmicos de Geografia Michel Watanabe, Luciana, Gizele, acadêmico de História Leonardo, acadêmicas de Biologia Daniele Freire e Deise da S. Furlan a todos pela amizade, companheirismo e dedicação ao longo dos oito anos (1998 a 2006) que estivemos trabalhando, pesquisando e estudando juntos.

Profº. Dr. Osmar Siena, Profº. Dr. Idone Bringhentti, Profª Dra. Ana Cristina Santos Strava Correa e Profº Dr. José Vicente Elias Bernadi, pelas contribuições quando da participação na banca de qualificação e defesa desta dissertação.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso desse trabalho, principalmente os Biólogos MSc. Elizabete, Ronaldo e Ronaldo Almeida, Profº Dr. Sérgio Rivero e Agrônomo MSc. Ângelo Mansur, minha sincera gratidão, extensiva a todos familiares.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	xii
Lista de Quadros	xiii
Lista de Figuras	xiv
Resumo	xvi
Abstract	xvii
Lista de Siglas	xviii
 CAPITULO 1	 1
1.1 INTRODUÇÃO	1
 CAPITULO 2	 4
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA REGIONAL DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO MADEIRA (BHAM/RO).	4
2.1.1 Considerações gerais da pesquisa.....	4
2.1.2 Rondônia: Disponibilidade, demanda e degradação da água ..	8
2.1.3 Demografia do Alto rio Madeira/RO	9
2.1.4 Necessidade quantitativa e qualitativa de água	10
2.1.5 Saneamento básico e meio ambiente nas sub-bacias hidrográficas	13
2.1.6 Efeitos do desmatamento sobre os recursos hídricos	15
2.1.7 Uso do solo e os impactos sobre os recursos hídricos.....	19
2.1.8 Uso da água na dessedentação de animais e implicações ambientais	23
2.2 PROBLEMÁTICA	30
2.3 OBJETIVOS	33
2.3.1 Objetivo geral	33
2.3.2 Objetivos específicos	33

CAPÍTULO 3	34
3.1 TEORIAS E CONCEITOS AMBIENTAIS	34
3.1.1 Meio ambiente e planejamento ambiental em microbacia hidrográfica	34
3.1.2 Planejamento ambiental dos recursos hídricos	42
3.1.3 Bacia hidrográfica: unidade espacial fundamental no planejamento ambiental	46
3.1.4 Água	52
3.1.5 Aspectos conceituais de uso do solo	59
3.1.6 Reflexões a partir da microbacia como unidade básica de gerenciamento hídrico em Rondônia.....	63
CAPÍTULO 4	70
4.1 ÁREA DE ESTUDO	70
4.1.1 Localização Geográfica	70
4.2 DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO	73
4.2.1 Geologia e Hidrogeologia	73
4.2.2 Solos	77
4.2.3 Clima	83
4.2.4 Sistema de drenagem natural	86
4.2.5 Cobertura vegetal do solo	90
4.2.6 Estruturas geomorfológicas	95
CAPÍTULO 5	98
5.1 MATERIAIS E MÉTODO.....	98
5.1.1 Detalhamento do Método	104
5.1.2 Levantamento de dados de uso atual do solo e dos recursos hídricos	105

5.1.3	Identificação e coleta de amostragem de água	108
5.1.4	Procedimentos laboratoriais	112
5.1.5	Arquitetura organizacional do Banco de Dados Geográfico – BDG/SIG	114
5.1.6	Análise Estatística de dados não espaciais	122
5.1.7	Hidro-climáticos – Indicador de Estado	122
5.1.8	Análise estatística de dados espaciais	124
5.1.9	Ordem dos cursos de água – Indicador de Estado	125
5.1.10	Densidade de drenagem (Dd) - Indicador de Estado	125
5.1.11	Solos – indicador de Estado	126
5.1.12	Uso do solo – Indicador de Pressão	126
5.1.13	Uso do solo urbano – Indicador de Pressão	127
5.1.14	Representação espacial dos indicadores	128
CAPÍTULO 6		129
6.1	RESULTADOS E DISCUSSÃO	129
6.1.1	Dinâmica do uso do solo	133
6.1.2	Variações liminológicas temporais e espaciais quanto ao uso do solo	142
6.1.3	Potencial Hidrogênio	142
6.1.4	Regime térmico da água do rio Preto Candeias Braço Direito...	147
6.1.5	Gêneses e variações da condutividade elétrica	151
6.1.6	Alterações na Turbidez e Cor	157
6.1.7	Oxigênio Dissolvido – OD	163
6.2	CONCLUSÃO	171
6.3	BIBLIOGRAFIA	174
APÊNDICE		195

Lista de Tabelas

CAPITULO 2

Tab. 2.1	Distribuição hidro-climática por bacias hidrográfica em Rondônia	9
Tab. 2.2	Característica da população da sub-bacias do Alto rio Madeira/RO	10
Tab. 2.3	Estimativa de abastecimento de água por domicílios nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO	12
Tab. 2.4	Estimativa do destino do esgotamento sanitário por domicílios nas sub-bacia do Alto rio Madeira/RO	14
Tab. 2.5	Estimativa do desmatamento acumulado até 2000 nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO	17
Tab. 2.6	Estimativa de uso do solo por lavoura e pastagem nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO em 1999	22
Tab. 2.7	Efetivo dos rebanhos por tipo de criação no alto rio Madeira/RO	24
Tab. 2.8	Estimativa do uso de água pela pecuária nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO em 2003.....	27
Tab. 2.9	Principais problemas relacionados com os recursos hídricos nas bacias hidrográficas de Rondônia	29

CAPITULO 4

Tab. 4.1	Solos na microbacia Rio Preto Candeias (Braço Direito)	77
Tab. 4.2	Perfil Latossolos Amarelo distróficos microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	80
Tab. 4.3	Perfil argissolos vermelho amarelo da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	81
Tab. 4.4	Perfil Litossolos distróficos da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	82
Tab. 4.5	Perfil Gleyssolos distróficos da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	83
Tab. 4.6	Dados morfométricos da microbacia do rio Taboca	88

CAPITULO 5

Tab. 5.1	Aplicação de Questionário e densidade da drenagem na área de estudo	108
Tab. 5.2	Periodicidade de avaliação da qualidade de água na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	109

CAPITULO 6

Tab. 6.1	Taxa de uso do solo na área da nascente do rio Taboquinha ...	136
Tab. 6.2	Taxa de uso do solo no médio curso	140
Tab. 6.3	Taxa de uso do solo na foz do rio Preto Candeias Braço Direito	142
Tab. 6.4	Variação do pH na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	144
Tab. 6.5	Variação da temperatura na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	148
Tab. 6.6	Variação da condutividade na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	153
Tab. 6.7	Variações do oxigênio Dissolvido na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito	165

Lista de Quadros

CAPITULO 5

Quadro 5.1	Bases Cartográficas da área de estudo	105
Quadro 5.2	Localização e características dos pontos de amostragem de água na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca)	110
Quadro 5.3	Representação de uso do solo e referencia de Cor e IPA ..	128

Lista de Figuras

CAPITULO 2

Fig. 2.1	Formação da rede de drenagem da bacia Amazônica	5
Fig. 2.2	Divisão de Bacias e Sub-Bacias hidrográficas do Estado de Rondônia	6
Fig. 2.3	Descarga de água doce na bacia Amazônica	7
Fig. 2.4	Demanda quantitativa de água na Bacia do Rio Madeira	11
Fig. 2.5	Abastecimento de água proporcional ao n° de domicílios na sub-bacia do rio Candeias/RO	12
Fig. 2.6	Balanço Hídrico em bacia modelo	19
Fig. 2.7	Balanço hídrico na BHAM/RO	19
Fig. 2.8	Perda de solo por erosividade em Ouro Preto do Oeste/RO - 1986 a 1987	21
Fig. 2.9	Estimativa de crescimento do consumo de água para dessedentação de animais - 1999 a 2003	25

CAPITULO 4

Fig. 4.1	Localização da área de estudo	72
Fig. 4.2	Classes de Solos na microbacia Rio Preto Candeias Braço Direito	78
Fig. 4.3	Média mensal de chuva e temperatura na área de estudo	85
Fig. 4.4	Rede de drenagem da área de estudo	89
Fig. 4.5	Cobertura vegetal da área de estudo	92

CAPITULO 5

Fig. 5.1	Organograma Metodológico	101
Fig. 5.2	Organograma simplificado do método	103
Fig. 5.3	Aparelhos utilizados na medição de parâmetros (Condutivímetro, pHmetro e Oxímetro) em campo	112

Fig. 5.4	Modelo conceitual BDG para avaliação da qualidade de água.	119
Fig. 5.5	Janela para criação dos Planos de Informação – PRING 4.2 ...	120
Fig. 5.6	Janela para definição do Modelo de Dados – SPRING 4.2	121

CAPÍTULO 6

Fig. 6.1	Evolução do desmatamento – 1993 a 2003.....	132
Fig. 6.2	Igarapé Corgão	144
Fig. 6.3	Rio Preto Candeias Braço Direito	144
Fig. 6.4	Variação do pH	146
Fig. 6.5	Variação do TSD	146
Fig. 6.6	Variação da Amplitude Térmica da água	149
Fig. 6.7	Média de condutividade elétrica conforme o uso do solo	155
Fig. 6.8	Variação da condutividade e volume de chuva	155
Fig. 6.9	Nascente do rio Taboca	157
Fig. 6.10	Pastagem as margens do Taboca	157
Fig. 6.11	Valores máximos de turbidez e índice de chuva	159
Fig. 6.12	Valores máximos de cor e média de chuva	159
Fig. 6.13	Variações de oxigênio dissolvido - OD e consumido OC	167

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo propor um modelo de avaliação integrada de qualidade de água em distintas classes de uso do solo na microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito. Esta unidade, a partir da década de 1970, foi palco de intensos processos de uso e ocupação humana com a implementação de colonização através do Projeto de Assentamento Dirigido - PAD Marechal Dutra, que posteriormente, em virtude da forte migração induzida e espontânea, motivou a criação de novos assentamentos e o surgimento de um Núcleo de Apoio Rural – NUAR. Esta política de ocupação, por diversos fatores tem contribuído para a degradação do meio ambiente e insalubridade dos corpos hídricos da área estudada. O modelo metodológico que fundamenta a execução desse trabalho foi organizado através do estudo de inventários de manejo de solo agrícola e conservação do meio ambiente aplicado à pequenas bacias hidrográficas. O método foi desenvolvido com base no modelo de análise integrada Pressão-Estado-Resposta. No qual foi incluída uma etapa de avaliação espacial e não espacial. Foram identificadas três grandes classes de uso do solo: agricultura, pecuária e urbana, que correspondem a 43,47% (54.122 ha) do total da área avaliada. A qualidade da água na unidade analisada, quanto o pH, temperatura, total de sólidos dissolvidos, condutividade, turbidez, cor e oxigênio dissolvido, em termos de média global na microbacia, apresentaram valores dentro do limite estabelecido pela legislação CONAMA 357/95, para classe 3 de água doce. Na classe de uso do solo agrícola, pontualmente foram registrados variações liminológicas inferiores à norma já citada, caracterizando uma baixa na qualidade da água superficial. Foi constatada uma velocidade preocupante na substituição da área de floresta, o que indica a necessidade de mobilização de diversas instituições e participação da população para tentar conter ou impedir este avanço que prejudica diretamente a salubridade da água no ambiente desta microbacia.

ABSTRACT

The present work has as objective to consider an integrated evaluation model of water quality in different soil kinds at the Rio Preto Candeias microbasin. This unit, from the decade of 1970, was the place of intense use process and human occupation with the implementation of settling through Directed Nesting Project Marechal Dutra, who later, in virtue of the strong induced and spontaneous migration, motivated the creation of new nestlings and the developing of a Agricultural Support Nucleus - NUAR. This occupation politics, for diverse factors, has contributed for the environment degradation and alteration of the river systems in the studied area. The methodological model that this work is based, was organized through the study of handling inventories soil agriculturist and conservation of the environment applied to the small river basins. The method was developed on the basis of the integrated analysis model Pressure-Condition-Response. In which, a stage of space and not space evaluation was enclosed. Three great types of land use had been identified: Cattle, agriculture and urban, that corresponds 43.47% (54,122 ha) of the total evaluated area. The water quality in the unit analyzed (pH, temperature, dissolved solids total, conductivity, turbidity, color and dissolved oxygen), in terms of global average in the microbasin, had inside presented values of the limit established for legislation CONAMA 357/95, for water classroom 3 candy. In the classroom of agricultural land use, they had promptly been registered lower limnology variations to the norm already cited, characterizing in the quality of the superficial water. A preoccupying speed in the substitution of the forest area was evidenced, what it indicates the necessity of diverse institutions and population mobilization and participation to try to contain or to hinder this advance, that directly harms the water quality in this microbasin environment.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Água
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BDG – Banco de Dados Geográfico
BHAM – Bacia Hidrográfica do Alto Madeira
CAERD – Companhia de Água e Esgoto do Estado de Rondônia
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNAEE – Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica
DSG – Divisão de Serviço Geográfico
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte
EMATER – Associação de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia
ETA – Estação de Tratamento de Água
FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FF – Frente Fria
FP – Frente Polar
GBH - Gerenciamento de Bacia Hidrográfica
GPS – Global Position System
GRH - Gerenciamentos dos Recursos Hídricos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDARON – Agência Agrossilvopastoril de Rondônia
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPA – Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
IQA – Índice de Qualidade de Água
MB – Unidade de Medida de Pressão Atmosférica (Milibares)
MBPC – Micro Bacia rio Preto Candeias

MMA – Ministério do Meio Ambiente
MNT – Modelo Numérico do Terreno
NSF – National Sanitation Foundation
NUAR – Núcleo de Apoio Rural
NUSERC – Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia
OC – Oxigênio Consumido
OECD – Organização Econômica para Cooperação e o Desenvolvimento
OMT-G – Técnicas de Modelagem de Objeto Geográfico
PA – Projeto de Assentamento
PAD – Projeto de Assentamento Dirigido
PAR – Projeto de Assentamento Rápido
PCA – Plano de Controle Ambiental
PFAM – Projeto de Assentamento do Alto Madeira
PIC – Projeto de Assentamento Integrado
PNMH - Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
PRO-ARCO – Programa de Monitoramento de Desflorestamento e Queimadas
RCA – Relatório de Controle Ambiental
REBIO – Reserva Biológica
RESEX’S – Reserva Extrativista
RGB – Red, Green, Blue
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
SEDAM – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental
SEGRH - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEMAGRO – Secretaria Municipal de Agropecuária
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia
SMNE - Sistema de Modelagem Numérica Espacial
SNRH – Secretaria Nacional de Recursos Hídricos
TM – Thematic Mapper
STD – Total de Sólidos Dissolvido

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UTM - Universal Transversal de Mercator

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Econômico e Ecológico

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito, apesar de sua extensão, é composta por múltiplos ambientes, definidos não só pela heterogeneidade de suas comunidade como também pelo processo de uso e ocupação e desenvolvimento recente. Nesse aspecto, a microbacia pode ser vista como um espaço segmentado e organizado de acordo com o uso e agentes predominantes de ocupação.

A diversificação e compartimentação do espaço geográfico é produto das atividades humanas. Estas proporcionam mudanças na quantidade e qualidade dos solos agrícolas, conseqüências e pressões sobre a disponibilidade dos recursos naturais, principalmente em função de necessidades crescentes no atendimento as demandas de mercado interno e externo, com relação à disponibilidade de alimentos e bens de consumo (BOTELHO *et al.*, 1999). A compreensão dos conceitos de uso do solo e qualidade da água é fundamental para o entendimento da reprodução do espaço geográfico sócio-ambiental.

As mudanças no uso do solo têm despertado interesses, dentro e fora do meio técnico científico, devido a velocidade com que o meio ambiente tem sido alterado, especificamente no sudoeste da bacia hidrográfica Amazônica (Alto rio Madeira/RO), onde nas últimas décadas tem evidenciado problemas de desmatamento, erosão, assoreamento, contaminação e poluição de rios e lagos da região. Por ser rica em água superficial, garantindo água de boa qualidade, propiciada pelo ciclo hidrológico e a taxa de degradação ambiental, ainda não causa preocupação aos gestores públicos em desenvolver e implementar na prática um modelo de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos.

Partindo dessa premissa o trabalho está organizado em seis capítulos: O primeiro, Introdução, onde se apresenta uma visão geral quanto o trabalho desenvolvido. Segundo, que traz uma contextualização dos recursos hídricos na bacia Amazônica, em especial da sub-bacia do rio Madeira, enfatizando a abundância e o grande potencial hidrológico e sua importância estratégica ao desenvolvimento regional. Apresenta um panorama sobre a disponibilidade de água e as implicações ambientais relacionadas ao uso e ocupação do solo, dando prioridade, em nossa abordagem, ao espaço geográfico que corresponde as sub-bacia hidrográficas que fazem parte do complexo ambiental hidrológico do Alto rio Madeira/RO. Neste capítulo é feita exposição da problemática, explicitando os fatores de transformação da paisagem, motivados pelo processo de ocupação e suas conseqüência à conservação dos recursos hídricos na microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito - MBPC (rio Taboca) e os objetivos gerais e específicos que norteiam o desenvolvimento da pesquisa.

No terceiro Capítulo abordamos as teorias referentes a temática ambiental reportando aos conceitos de meio ambiente e planejamento ambiental em microbacia hidrográfica, trabalhados na Geociência, especialmente pela Geografia, seguindo pelo aspecto conceitual que permeia a expressão uso do solo, uso da Terra e outras construções teóricas que emanam destas. Fechando este capítulo apresentamos uma reflexão ancorada na legislação que trata da política de recursos hídricos em nível Federal e Estadual, principalmente no estabelecimento de padrões de qualidade de águas interiores. Em seguida, partindo da concepção científica de escala de análise, propomos uma discussão a respeito da relevância que possui a micro-escala na compreensão de micro-fenômenos hidrológicos no extremo meridional da bacia Amazônica, caso Rondônia.

O quarto Capítulo foca a caracterização dos aspectos naturais e está subdividido em dois tópicos: o primeiro iniciando com localização geográfica da área de estudo. O segundo com a descrição do meio físico, onde se destacam: geologia, hidrogeologia e geomorfologia, conjunto que

serve de base ao alicerce da rede de drenagem do rio Preto Candeias Braço Direto e seus afluentes; solos com uma sucinta classificação taxonômica das manchas e suas variações morfológicas, físicas e químicas, que determinam a produtividade e a diversificação do uso agrônomo do solo na microbacia de estudo; clima e suas variações com o sistema de drenagem natural, fundamental à formação de massa líquida e na contabilidade do balanço hídrico, que dependendo da escala temporal e espacial, no fechamento de um ciclo hidrológico, apresentam valores deficitários, vindo a comprometer a quantidade e a qualidade da água utilizada nas atividades humanas; cobertura vegetal, sua atual dinâmica de degradação resultante do processo violento de desflorestamento devido a expansão da atividade agropecuária e seus impactos sobre os recursos hídricos.

O quinto Capítulo destaca a estrutura metodológica, assim como os instrumentos técnicos científicos usados no desenvolvimento e organização do trabalho, onde são detalhadas as etapas operacionais e analíticas: campo, laboratorial e gabinete. No bojo dessa discussão foi definido o método e as análises de lógica espacial e não espacial empregado à aferição dos resultados.

O sexto capítulo traz a apresentação e discussão dos resultados, está dividido em dois tópicos: dinâmica do uso do solo e variações dos parâmetros limnológicas temporal e espacial. Na seqüência é feita a reflexão conclusiva e são apresentados os referenciais bibliográficos utilizados durante o estudo para embasar a argumentação do presente trabalho.

CAPÍTULO 2

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA REGIONAL DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO MADEIRA (BHAM/RO)

2.1.1 Considerações gerais da pesquisa

A bacia hidrográfica Amazônica possui uma área de 6.10^6 km², que abrange oito países (Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela e Guiana Francesa), onde a maior área, cerca de 64,88%, encontra-se em território brasileiro. Em termos hidrológicos drena uma área de 4.10^6 km² com uma vazão média de 108.982 m³/s, potencial que corresponde a 68% da produção hídrica do Brasil (FILIZOLA Jr., 1999).

No cenário Amazônico, segundo a classificação da Agência Nacional de Água (ANA), a Bacia hidrográfica do rio Madeira é denominada sub-bacia nº. 15. Esta, conforme a Constituição Federal é de domínio político administrativo da União, onde alguns de seus afluentes são de domínio Estadual, a exemplo da sub-bacia nº. 23¹ do Alto rio Candeias, onde está localizada a microbacia do rio Taboca, área de estudo deste trabalho.

Com 1.450 km de extensão o rio Madeira nasce a partir da confluência dos rios Beni (em território boliviano) e Mamoré (divisa internacional), próximo a localidade de Vila Murtinho, com 360 km no território rondoniense. Segue pela região Amazônica até a sua foz no rio Amazonas, a cerca de 50 km à montante da cidade de Itacoatiara-AM; tendo 1.090 km no estado do Amazonas (BRASIL 2001; NUNES, 2004).

O rio Madeira é o maior contribuinte do rio Amazonas em relação a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, de biodiversidade (fauna e

¹Dentro de uma proposta regional de Bacia, estabelecido pelo governo Estadual, a sub-bacia do Alto rio Candeias é classificada como a 23^a, com área de 5.169,9516Km² e perímetro de 442,57 (Km) (FERNANDES, 2000).

flora) e de biomas Amazônicos. Drena aproximadamente 1.420.000 km², que representa 23% da totalidade da bacia Amazônica (Fig. 2.1). Esta bacia estende-se por três países, onde 48% situam-se no Brasil, 45% na Bolívia e 7% no Peru, região onde nasce o rio Madre de Dios, principal afluente do rio Mamoré (BRASIL, 2001).

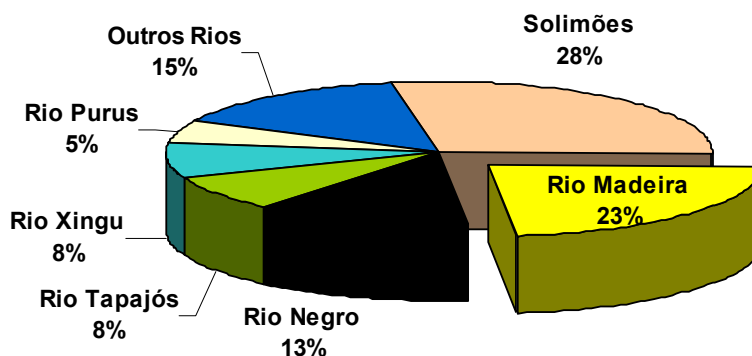


Fig. 2.1 - Formação da rede de drenagem da bacia Amazônica (BOECHAT, 1998).

Das sub-bacias que constituem a bacia Amazônica, a bacia hidrográfica do rio Madeira, em território brasileiro representa 692.192 km² de superfície. Nesta, pode-se distinguir duas sub-bacias regionais, a que forma o Alto Madeira e a do Baixo Madeira. Estas têm problemáticas socioeconômicas e ambientais bem distintas (processo de colonização, avanço da frente pioneira, entre outras), mas limitaremos esta abordagem a área que compreende o Alto Madeira, o qual é composto por sete sub-bacias hidrográficas (rios Guaporé, Mamoré, Abunã, Madeira, Jamari, Machado e Roosevelt) e quarenta e duas sub-bacias (Fig. 2.2), correspondendo quase à unidade política administrativa do Estado de Rondônia. Somadas totalizam 265.873 km², considerando a área que abrange a sub-bacia Guaporé, pertencente ao Mato Grosso e que representa 38,4% da totalidade da bacia do rio Madeira (BRASIL, 2003a, FERNANDES, 2000).

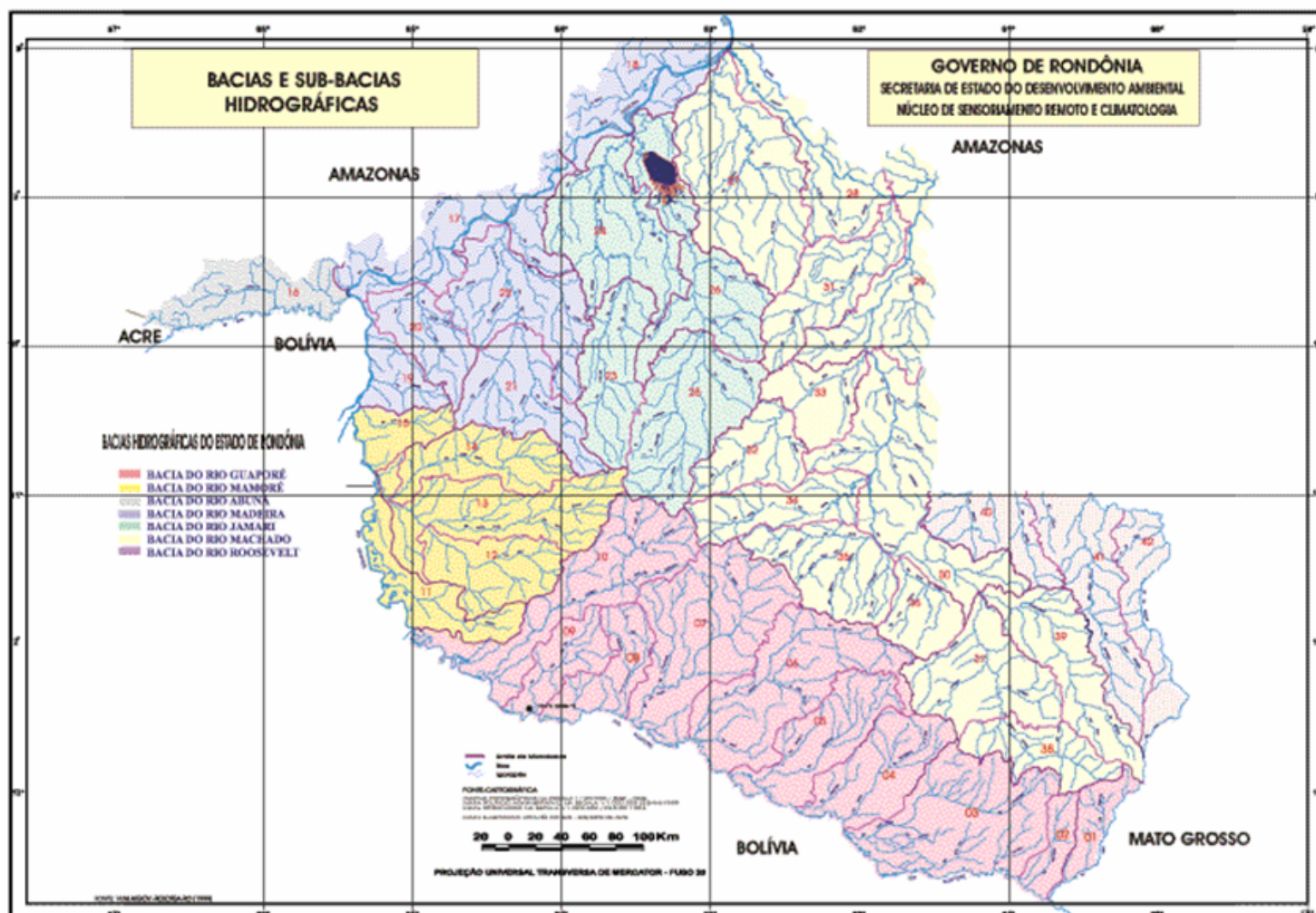


Fig. 2.2 - Divisão de Bacias e Sub-Bacias hidrográficas do Estado de Rondônia (FERNANDES, 2000).

A vazão extrema avaliada para a bacia do rio Madeira, nas proximidades do município de Humaitá é da ordem de 46.000 m³/s (máxima) podendo chegar a 3.000 m³/s (mínima), permanecendo uma vazão média nos últimos vinte e três anos (1983 a 2003) em torno de 17.500 m³/s. Tais valores correspondem a 15% da descarga de água doce entre os afluentes do rio Amazonas (Fig. 2.3). Tomando como base a área de drenagem, o rio homônimo tem uma vazão específica de aproximadamente 22 L/s/Km² um pouco inferior a média amazônica que é de 29 L/s/Km². Estas cifras nos remetem a refletir sobre a importância estratégica, em uma concepção sistêmica política, social, econômica e ambiental que possui a bacia do Madeira (BRASIL, 2001; BRASIL, 2003b).

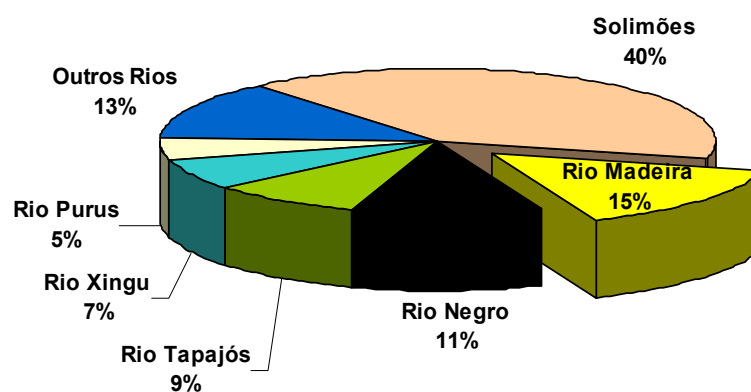


Fig. 2.3 - Descarga de água doce na bacia Amazônica (BOECHAT, 1998).

Diante de considerável tamanho e potencialidade da bacia do Alto Madeira, a possibilidade de escassez parece inconcebível pelas sociedades Amazonidas. Contudo, existem algumas regiões com problemas de escassez qualitativa por poluição da água em virtude do crescimento populacional, adensamento na malha urbana e diversificação do uso inadequado do solo e da água superficial.

A poluição da água é reflexo das transformações da paisagem (sócio-econômicas e ambientais) ocorridas intensamente entre os anos de 1966 a 1985, quando se iniciou, no extremo sudoeste dessa bacia, principalmente em Rondônia, uma nova geopolítica de desenvolvimento e organização fundiária do espaço geográfico baseado no uso e ocupação do solo. Resultado de um processo que ocorreu através da implantação de

projetos de colonização, programas agrosilvopastoris e agroindustriais que motivaram a expansão da fronteira agrícola fortemente ativa (KITAMURA, 1994; BECKER, 2001).

2.1.2 Rondônia: Disponibilidade, demanda e degradação da água

Com uma área de 237.564,5 Km², correspondente a 2,79% do território nacional, população superior a 1.377.792 habitantes, localizado no sudoeste da Amazônia ocidental, Rondônia possui uma posição privilegiada pelo elevado potencial hídrico e descarga de água doce originada pela extensa e densa rede de drenagem.

A riqueza de água doce que dispõe o território rondoniense deve ser encarada com relativa cautela e preocupação, uma vez que a principal fonte de abastecimento e captação de água, disponível para uso e consumo múltiplo humano, deriva do escoamento superficial. Sua distribuição, neste ambiente, é extremamente desigual, principalmente em termos pluviométricos, sendo este o mecanismo de alimentação e recarga hídrica dos cursos fluviais na região.

Ainda que Rondônia não apresente problemas de escassez hídrica natural, há irregularidade na distribuição de chuvas anuais, sazonais e até mesmo diárias, que direta ou indiretamente reflete no desenvolvimento das atividades humanas desse território.

As interações do quadro climático com as condições hidrogeológicas dominantes engendra importantes excedentes hídricos na porção centro-Norte, sobretudo na área das bacias hidrográfica do rio Jamari e Machado ou Ji-Paraná (Tab. 2.1), onde a abundância de chuvas varia entre 1800 a 2500 mm/ano, o que garante um balanço hidrológico positivo a estas. Enquanto há ocorrência de saldo negativo sazonal (junho a agosto) em algumas sub-bacias, a exemplo dos rios Novo e Pacaás Novos do complexo hidrológico do rio Mamoré e Guaporé, onde a média normal de

chuva nas ultimas décadas raramente ultrapassaram valores entre 1400 mm e 1600 mm/ano (RONDÔNIA, 2001).

Tab. 2.1 - Distribuição hidroclimática por bacias hidrográfica em Rondônia

Nome	Área de Drenagem	Vazão Média		Média de chuva anual Mm
		Vazante m³/s	Cheia M³/s	
Bacia do Madeira	36.214	17.500	46.000	1600 – 2300
Bacia do rio Guaporé	59.339	187	783	1400 – 2000
Bacia do rio Mamoré	23.350	8.560	21.000	1400 – 1600
Bacia do rio Machado	75.442	1.360	4.000	1700 – 2300
Bacia Jamari	28.912	504	1.700	2000 – 2500
Sub-bacia rio Candeias	13.131	324	1.000	1600 – 2200
Bacia do rio Roosevelt*	15.538	-	-	1600 – 2400

Fonte: Elaborado a partir de dados de Fernandes e Guimarães (2001) e BRASIL (2001).

Obs.: (*) Vazão de referência não confirmada.

2.1.3 Demografia do Alto rio Madeira/RO

Segundo o último Censo demográfico, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a bacia Amazônica brasileira possui uma população de 7.609.424 habitantes (4,5% do país). A Bacia do Madeira, em sua totalidade, tem uma população estimada em 1.940.500 hab (18,27%), onde o Alto Madeira registra uma demografia de 1.379.787 hab, ou seja, aproximadamente $\frac{1}{7}$ (71,10%) da população residente na Bacia hidrográfica do rio Madeira, o que faz dessa bacia uma das mais povoadas da Amazônia brasileira (BRASIL, 2000a).

A densidade populacional média da Bacia do Alto rio Madeira, cerca de 5,4 hab/km², é o dobro da média da sub-bacia nº. 15 que é de 2,8 hab/Km², bem superior a média da Bacia Amazônica (2,01 hab/Km²). As sub-bacias regionais dessa porção da Amazônia legal se destacam por terem as maiores densidades populacionais, sobretudo às bacias do rio Madeira – Abunã (10,0 hab/Km²) e Rio Machado (7,8 hab/Km²) (Tab. 2.2). Um fato que impressiona é observado na sub-bacia do rio Candeias, onde está situada a microbacia de estudo. Esta unidade teve na última década a maior taxa de incremento populacional do Brasil (Alto Paraíso 5,19%, Buritis

28,97%, Candeias do Jamari 5,37%, Governador Jorge Teixeira 8,70% e Campo Novo de Rondônia 16,18%), cuja densidade populacional é 4,8 hab/Km², um pouco inferior à média regional (5,4 hab/Km²). A taxa de urbanização no Alto Madeira (68,62%) é um pouco superior a média Amazônica de 67,7%, apesar de ser uma das mais baixas do país, onde a urbanização global é de 81,2% (BRASIL, *Op. cit.*). Note-se que o aumento da população tende a aumentar o uso e consumo de água.

Tab. 2.2 - Característica da população da sub-bacias do Alto rio Madeira/RO

Bacia hidrográfica	Área de Drenagem Km ²	Nº de Município	População		Taxa População (%)	
			Total	Hab/Km ²	Urbana	Rural
Rio Madeira/Abunã*	36.214	1	362.201	10	79,86	20,14
Rio Guaporé	59.339	11	173.759	2,93	49,86	50,14
Rio Mamoré	23.350	2	52.781	2,26	84,32	15,68
Rio Machado	75.442	25	591.663	8,00	61,87	38,13
Rio Jamari	28.912	7	109.850	3,80	59,94	40,06
Sub-bacia Candeias	13.131	4	63.025	4,80	50,08	49,92
Rio Roosevelt	15.538	2	53.497	3,44	94,40	5,60

Fonte: Elaborado a partir de dados de BRASIL (*Op. cit.*) e FERNANDES (2000).

OBS: Foi considerando a população total do município de Porto Velho/RO

2.1.4 Necessidade quantitativa e qualitativa de água

A Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (Título I, Capítulo I, inciso III) e na Lei complementar nº. 255 de 25 janeiro de 2002 (Capítulo I, inciso V) da política federal e estadual dos recursos hídricos, determina que em situação de escassez de água, seja quantitativa ou qualitativa terá prioridade o uso e consumo humano, respeitando as necessidades ecossistêmicas integrais. Neste caso a água para o abastecimento humano tem precedência sobre os demais tipos de abastecimento, mas não é o que acontece em nível nacional e regional.

A disponibilidade de água na bacia do rio Madeira, aferida através de estações hidrométricas instaladas próximas à cidade de Humaitá-AM, apresenta uma descarga líquida média de 23.483 m³/s e vazão² com

² Q₉₅ - Vazão que é igualada ou excedida em 95% para caracterizar a disponibilidade hídrica natural (BRASIL, 2003a).

permanência de 95%, em torno de $17.500\text{m}^3/\text{s}$, onde a demanda de água mínima chega a $10,17\text{ m}^3/\text{s}$. Enquanto apenas na porção denominada Alto Madeira a demanda é de aproximadamente $6\text{ m}^3/\text{s}$, e desta, 6,67% ($0,4\text{ m}^3/\text{s}$) é para abastecimento humano (distribuição de 250 L/hab/dia), industrial e comercial. Em contrapartida, a dessedentação de animais concentra quase exclusivamente 93,33 %, ou seja, $5,6\text{ m}^3/\text{s}$ da demanda total na bacia do Alto rio Madeira/RO (Fig. 2.4).

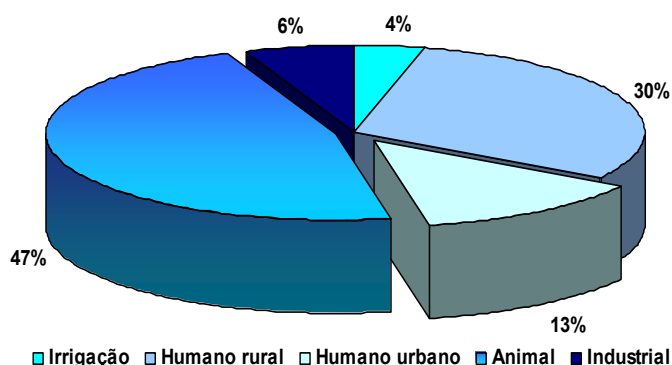


Fig. 2.4 - Demanda quantitativa de água na Bacia do Rio Madeira (BRASIL, 2003a).

Apesar de ter grande disponibilidade de água, com potencial hídrico de $150,2\text{ Km}^3/\text{ano}$ e uma disponibilidade hídrica social de $115.538\text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$, na Bacia do Alto Madeira/RO o abastecimento humano, essencial e de primeira necessidade, não é compartilhado, pois cerca de 2,8% da população domiciliada não é assistida pelo poder público estadual por água tratada. Somente 30,7% dos domicílios são abastecidos por rede geral com tratamento convencional, contra 66,5% que captam água de fontes alternativas, poços (rasos) caseiros e nascentes superficiais. O índice de atendimento por rede de distribuição de água potável é inferior à média nacional (77,8%) e da bacia Amazônica, que é de 46,3% (BRASIL, 2000b).

Com base na pesquisa nacional de saneamento básico, o abastecimento de água por domicílio nas bacias hidrográficas de Rondônia é realizado por captação de poços e nascentes, média superior a 60,0% (Tab. 2.3). Entretanto, a sub-bacia do rio Candeias, unidade que contém a microbacia do rio Taboca, apresenta um quadro crítico no tocante ao mais nobre dos abastecimento de água. Pois dos 14.910 domicílios (urbanos e rurais) apenas 11,7% são assistidos com água de qualidade, ou seja,

recebem algum tipo de tratamento, enquanto 82,9% das moradias o suprimento de água é realizado através de poços e nascentes (Fig. 2.5).

A componente mais relevante, *a priori*, são os 5,33% das residências que não apresentam forma de abastecimento de água no domicílio, percentual superior ao mensurado para as demais bacias do complexo hidrológico do Alto rio Madeira. Além disso, pesquisa desenvolvida pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em diversos municípios do Estado de Rondônia, com destaque para Porto Velho, Buritis, Campo Novo de Rondônia e Ariquemes, revelam índices significativos de coliformes totais e fecais, que demonstram um processo de contaminação da água subterrânea dos poços existentes na região (SOUZA e ARAÚJO, 2002).

Tab. 2.3 - Estimativa de abastecimento por domicílios nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO

Bacias Hidrográficas	Área de Drenagem	Forma de abastecimento de água potável			
		Domicílio	Rede Geral	Poços ou Nascente	Sem Abastecimento
Rio Madeira e Abunã	36.214	3.683	35,2%	59,9%	4,88%
Rio Guaporé	59.339	3.370	13,4%	84,3%	2,2%
Rio Mamoré	23.350	2.297	31,9%	62,9%	5,1%
Rio Machado	75.442	51.479	30,4%	67,9%	1,6%
Bacia Jamari	28.912	6.950	23,7%	74,8%	1,4%
Sub-bacia Candeias	13.131	4.910	11,7%	82,9%	5,3%
Rio Roosevelt	15.538	4.506	70,6%	28,6%	0,8%

Fonte: Elaborado a partir de dados de BRASIL (2000b) e FERNANDES (2000).

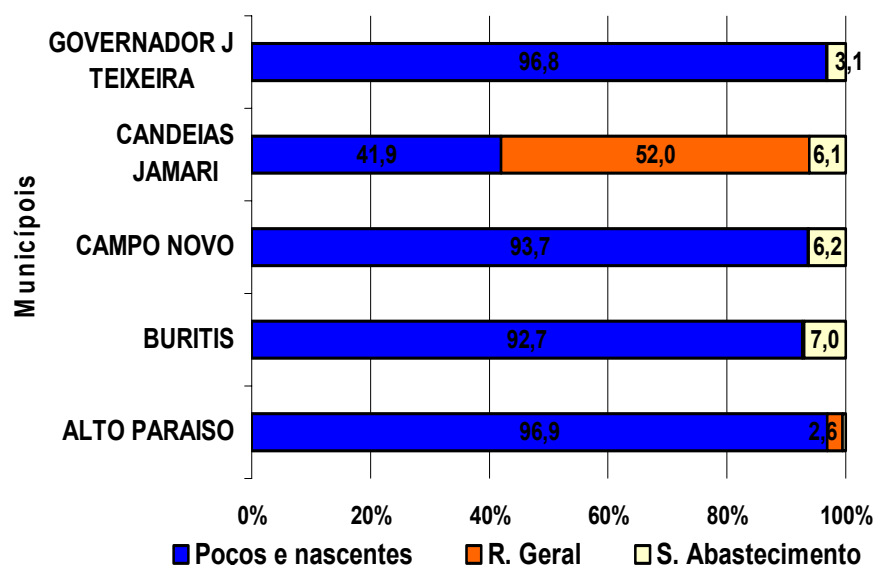


Fig. 2.5 - Abastecimento de água proporcional ao n° de domicílios na sub-bacia do rio Candeias/RO (BRASIL, 2000b).

2.1.5 Saneamento básico e meio ambiente nas sub-bacias hidrográficas

Contando com a elevada capacidade de diluição de poluição, em virtude do volume de água disponível, o saneamento, especialmente o esgotamento sanitário é uma preocupação nitidamente esquecida na BHAM/RO. Já se sabe que o processo de diluição (vertical e horizontal) não resolve os problemas de poluição, mas simplesmente transfere de um espaço geográfico social para o natural (MASSON, 2005).

A falta de tratamento de esgoto na bacia do Alto Madeira-RO mostra um quadro ainda mais crítico que o observado com relação ao abastecimento de água, pois somente 2,90% dos domicílios nesta bacia estão ligados à rede de esgoto, cujo destino final dos rejeitos humanos certamente são os rios e o solos, sem qualquer tratamento prévio. Esta é a realidade que pode ser observada em praticamente toda a Amazônia, uma vez que de 10,4% das residências assistidas por esgotamento sanitário apenas 2,3% recebe algum tipo de tratamento (BRASIL, 2003b).

Os fatos que mais têm contribuído para o agravamento deste problema, como já mencionado é a expansão da rede urbana, fenômeno motivado por grandes projetos agroindustriais, cuja localização geográfica dos núcleos possui uma estreita relação com o uso múltiplo de água, seja para abastecimento ou transporte. Nestes a produção de resíduos humanos desencadeia impactos significativos sobre os recursos hídricos, uma vez que a carga orgânica doméstica, em especial na bacia hidrográfica amazônica, é avaliada em 260t/dia (BRASIL, 2003b).

É importante lembrar, a despeito do lançamento de esgoto em natural, que além de causar sérios problemas ao ecossistema, também tem implicações diretas à saúde, como poderoso disseminador de doenças de veiculação hídrica como a cólera, hepatite e inúmeras enfermidades gastro-intestinais. Estudos desenvolvidos entre 1995 a 2000, registraram mais de 400 mil internações hospitalares provocadas por doenças infecciosas intestinais e quase 200 mil por doenças transmitidas por vetores e reservatórios, onde as crianças são as mais atingidas (BRASIL, *Op. cit.*).

Vários tributários, rios e igarapés na bacia hidrográfica do Alto Madeira/RO, devido ao lançamento direto ou por percolação, estão sendo receptores de grandes cargas de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos proveniente de efluentes urbanos, agropecuários e poluentes industriais que ameaçam paulatinamente a via aquática e humana. Já se encontram no complexo de sub-bacias rondonienses alguns cursos de água perenes em estágio avançado de degradação, principalmente os que cortam áreas urbanas, a exemplo do igarapé Batestaca, Santa Cruz, Rolim de Moura e Taboca, além de outros.

Considerando os dados da pesquisa nacional de saneamento básico do IBGE, dos 34.7194 domicílios distribuídos nas sete bacias hidrográficas de Rondônia 92% não possuem rede coletora de esgoto, onde a fossa séptica e rudimentar são os tipos alternativos de esgotamento sanitário predominante nesta porção da bacia Amazônica, com de 82,67% (Tab. 2.4). A bacia hidrográfica do rio Roosevelt, no cone sul do território rondoniense, destaca-se com 97,33% neste tipo de esgotamento, seguido das bacias do rio Jamari (88,04%), Mamoré (84,04%) e Guaporé (81,96%).

Tab. 2.4 - Estimativa do destino do esgotamento sanitário por domicílios nas sub-bacia do Alto rio Madeira/RO

Bacias Hidrográficas	Área de Drenagem Km²	Tipo de esgotamento sanitário					
		Domicílios	Rede geral (%)	Fossa séptica e rudimentar	Valas (%)	Rios e lagos (%)	Sem Esgoto (%)
Rio Madeira/ Abunã	36.214,36	83.683	8,9	80,0	3,6	1,1	5,6
Rio Guaporé	59.339,38	43.370	0,1	83,0	0,4	0,3	16,3
Rio Mamoré	23.350,05	12.297	6,3	84,0	0,9	0,2	8,5
Rio Machado	75.442,00	151.479	3,0	80,0	2,7	1,0	13,3
Rio Jamari	28.912,00	26.950	0,3	85,5	0,2	0,1	13,9
Sub-bacia Candeias	13.130,78	14.910	0,1	67,2	0,8	0,1	31,7
Rio Roosevelt	15.538,19	14.506	0,6	90,5	0,6	1,0	7,2

Fonte: Elaborado a partir de dados de BRASIL (2000b) e FERNANDES (2000).

A sub-bacia hidrográfica do rio Candeias, embora proporcionalmente apresente o menor percentual do esgoto do tipo fossa séptica e rudimentar (67,24%), destaca-se em virtude da elevada densidade de domicílios (8,8 Km²), pois é a mais alta na bacia do Alto rio Madeira/RO. Ainda, somando as residências urbanas e rurais, cerca de 31,70% não possuem qualquer tipo de esgotamento sanitário.

Estes números mostram a imperiosa necessidade de investimentos na implementação e ampliação do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, incluindo a rede coletora e tratamento de esgoto. Onde são prioritárias as bacias do rio Jamari, rio Guaporé e sub-bacias do rio Candeias em virtude do elevado percentual de captação de água superficial para abastecimento público e esgotamento sanitário.

2.1.6 Efeitos do desmatamento sobre os recursos hídricos

A bacia hidrográfica do Alto rio Madeira é uma das principais regiões contempladas pelo Programa de Monitoramento de Desflorestamento e Queimadas (PRO-ARCO). Esta tem sido foco das atenções de organizações nacionais e internacionais quanto à perda do revestimento de floresta tropical, em virtude das implicações que esse processo pode ocasionar ao meio ambiente em escala global, regional e local.

De modo geral o desmatamento da bacia do Alto rio madeira deriva de vários fatores, entre os quais se destacam quatro: primeiro, o aumento da população em função da vinda de migrantes principalmente das regiões sul e sudeste e nordeste, atraídos pela política de colonização desenvolvida pelo governo federal, o que ocasionou um crescimento da ordem de 342% e uma taxa média geométrica de crescimento anual da população rural de 17,69% entre os anos de 1970 e 1980. Segundo, o crescimento da indústria madeireira, além da pavimentação e ampliação da malha viária que permitiu maior acesso de fazendeiros e colonos a áreas antes inacessíveis. Terceiro, o avanço da atividade antrópica para o interior dessa bacia com a expansão da frente pioneira que passou a avançar para o vale da bacia hidrográfica dos rios Guaporé e Mamoré. E, finalmente, os incêndios provocados pela própria população no manejo das pastagens e de áreas para cultivos (VASCONCELOS e NOVO, 2004; SILVA *et al.*, 2005).

No início da década de 1970 a maior parte da vegetação primária, onde predominavam diversos tipos de floresta tropical na BHAM/RO intercaladas por área de savanas, pastos naturais e outros tipos de vegetação, ainda estavam intactas. A taxa de desmatamento nesse período correspondia a 0,5%, considerando a área total do território rondoniense. Em 1978, através de técnicas de sensoriamento, a partir das primeiras interpretações de imagens obtidas do satélite LANDSAT estimou-se que apenas 420.000 hectares de floresta tropical haviam sido desmatadas, valor que correspondia a 1,76% da área da BHAM/RO (RONDÔNIA, 1998a; DIEGUES, 1999).

Durante a década de 1980 o desflorestamento na BHAM/RO aumentou de maneira drástica entre 1982 a 1988, de 5,4% para aproximadamente 12,57%. Esta tendência de crescimento se manteve, atingido no final desse decênio 13,32% desta área.

Na década de 1990 a intensa atividade de desmatamento devido a conversão das áreas de floresta em pastagem, motivadas pelo novo modelo de desenvolvimento econômico, fundamentado na atividade agropecuária, além de manter o crescimento populacional diversificou a forma de uso e ocupação do solo. Principalmente a atividade de criação de gado, onde tem sido observado um incremento da área de pastagem entre 1985 a 1997 de 14,22% para 16,00% em 2000. Esta atividade fez com que o percentual de área desmatada saltasse de 14,52% para 23,82%, entre os anos de 1991 e 1999. Neste contexto, segundo o Perfil Socioeconômico de Rondônia a taxa de desmatamento acumulado até 2002 estava estimada em 25,99% (RONDÔNIA, 2003).

Conforme os dados produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Núcleo de Sensoriamento Remoto e Climatologia da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental do Rondônia (NUSERC/SEDAM) apontam que em apenas doze anos (1990 a 2002) o desmatamento na BHAM/RO teve um incremento superior a 10% (FERNANDES e GUIMARÃES, 2001).

Este processo deletério ao meio ambiente, até o ano de 1996 concentrou-se basicamente na porção central desta bacia hidrográfica. Este fato pode está relacionado a organização espacial (loteamento de extensas áreas de seringais para colonização) adotada pelo governo na implementação da política de distribuição de terras através de projetos de assentamento oficial desenvolvido e executado (Projeto de Assentamento Integrado – PIC e Projeto de Assentamento Dirigidos – PAD), localizados principalmente na bacia hidrográfica do rio Machado na região central do território rondoniense. Escada (2003) esclarece que dos dezesseis (16) Projetos de Assentamentos (PA) instalados entre os anos de 1970 e 1980 sete (07) encontram-se nesta bacia.

No final do último quartel da década de noventa, com a expansão e surgimento de novas frentes agrícolas, reduziu-se o desflorestamento no núcleo da BHAM/RO, proporcionalmente de 1,71% para 0,80% (128.833 hectares para 67.611 hectares). Mas em outras áreas a taxa de desmatamento crescia, a exemplo do Vale da Bacia hidrográfica do Guaporé, onde o índice de desflorestamento elevou-se de 0,31 para 0,64% e bacia do rio Jamari, de 0,63% para 0,97, entre 1996 e 1999. Porém, nada comparável ao forte crescimento ocorrido na sub-bacia hidrográfica do rio Candeias, onde a devastação da floresta tropical saltou de 0,53% para 3,37% (6.946 hectares para 44.197 hectares) no mesmo período (Tab. 2.5).

Tab. 2.5 - Estimativa do desmatamento acumulado até 2000 nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO

Bacia hidrográfica	Área de drenagem (ha)	Área Desmatada			
		Até 1996 (há)	% da área Da Bacia	Até 1999 (ha)	%da área da Bacia
Rio do Madeira/Abunã	3.621.436	727	0,02	9.667	0,27
Rio Guaporé	5.933.938	18.427	0,31	37.990	0,64
Rio Mamoré	2.335.005	1.153	0,05	6.450	0,28
Rio Machado	7.544.200	128.637	1,71	60.190	0,80
Rio Jamari	2.891.200	18.140	0,63	28.070	0,97
Sub-bacia rio Candeias	1.313.078	6.946	0,53	44.197	3,37
Rio Roosevelt	1.553.819	9114	0,59	4.002	0,26
Total	-	178.032	3,83	95678	6,58

Fonte: Elaborada a partir de dados de Rondônia (1998a) e Batista (2001).

Neste contexto, a preocupação da comunidade científica com o efeito adverso da substituição da cobertura florestal, inclui a ameaça do decréscimo da diversidade biológica e extinção de espécies raras da fauna e flora, degradação dos recursos do solo através de assoreamento e erosão. Ainda, o desaparecimento de cursos de água (rios e igarapés) e especialmente modificação dos ciclos hidrológicos e as mudanças climáticas de ordem regional e principalmente local (REIS e GUZMAN, 1993).

Dentre estas implicações, certamente as alterações do ciclo hidrológico na bacia Amazônica destaca-se no que concerne ao balaço hidrológico superficial. Experimentos desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) em uma pequena bacia hidrográfica modelo, com dimensão de 25 Km² com floresta ombrófila densa a 60 Km ao norte da cidade de Manaus, demonstrou que 25,6% das chuvas é interceptada pela vegetação e retorna à atmosfera com a evaporação direta. Enquanto 45,5% por transpiração das plantas que funcionam como bombas transportadora de água do solo para a atmosfera e apenas cerca de 25,9% das águas precipitadas em uma bacia é drenada pelos rios e igarapés (SALATI *et al.*, 1998) (Fig. 2.6). O mesmo tipo de experimento foi feito através do cálculo de Balaço Hídrico³ na sub-bacia do alto Madeira/RO, cujos resultados são aproximadamente da mesma ordem de grandeza (NUNES *et al.*, 2002) (Fig. 2.7).

A base de abastecimento de água para uso e consumo humano em Rondônia, é basicamente superficial, através da captação em rios e igarapés e do bombeamento da água flutuante do lençol freático, cuja recarga depende da interação e da dinâmica hídrica cíclica entre atmosfera – vegetação – solo.

³ O Mesmo tipo de experimento foi feito para uma, outra pequena bacia modelo na reserva Ducke do INPA, nos arredores de Manaus sendo que os resultados obtidos para o balaço hídrico apresentaram a mesma tendência de valoração.

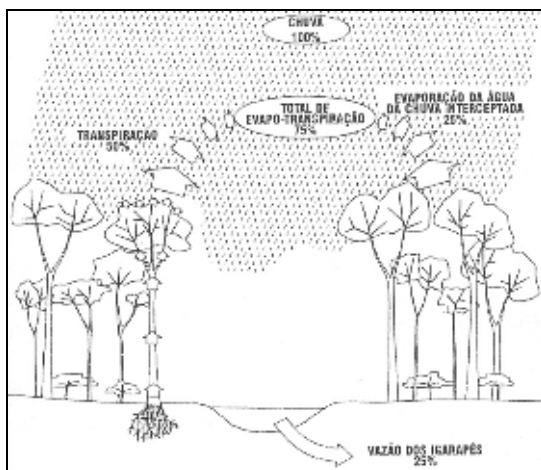


Fig. 2.6 – Balanço Hídrico em bacia modelo. Fonte: Salati *et al.* (*Op. cit.*)

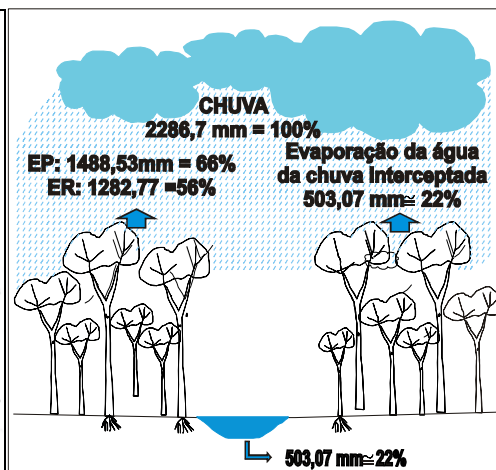


Fig. 2.7 – Balanço hídrico na BHAM/RO. Fonte: Elaborado a partir de Silva (2000)

2.1.7 Uso do solo e os impactos sobre os recursos hídricos

A cobertura vegetal desempenha importante papel no comportamento hidráulico da água no solo, através da redução da quantidade energética que entra no sistema ambiente de uma bacia durante a chuva. Dessa forma minimiza os impactos das gotas de água diretamente no solo reduzindo o processo de erosão (erosividade e erodibilidade)⁴. A vegetação atua no melhoramento dos processos de percolação, infiltração e armazenamento da água, além disso, reduz o escoamento superficial e a ação erosiva laminar. Também funciona com reguladora dos picos de vazão e de equilíbrio térmico superficial nos cursos de água (absorção dos raios solares), assim como favorece a ciclagem de nutrientes e influencia na qualidade da água. Todavia, o desmatamento induz a um processo inverso com implicações aos recursos hídricos em todos os seus compartimentos (MASSON, 2005).

O uso do solo com a conversão de áreas de floresta nativa em vegetação cultivada para produção de grãos e de pastagem tem sido intensificado principalmente nas cabeceiras (áreas das nascentes) dos grandes afluentes do rio Madeira, a exemplo dos rios Roosevelt e Jamari.

⁴Erodibilidade é a condição natural do solo à erosão, enquanto erosividade é o processo de erosão provocado por ação das águas da chuva (GUERRA e GUERRA, 2001).

Esta prática tem acelerado o processo de degradação ambiental, particularmente do solo. A erosão e o assoreamento de rios e igarapés, cuja gênese da-se por liberação de partículas de sedimentos, são os efeitos deletérios mais comuns e visíveis sobre os recursos hídricos nas bacias hidrográficas regionais (SOUZA e ARAUJO, 2002).

O diagnóstico ambiental de Rondônia, que subsidiou o planejamento territorial (Zoneamento econômico e ecológico – ZEE/RO), mostra que 62,1% dos solos na BHAM/RO apresentam de regular a altas restrições na aptidão agrícola dos solos com grande sensibilidade natural. Os solos apropriados ao desenvolvimento da pecuária com pastagem plantada correspondem apenas a 16%, aproximadamente 3.820.735 ha. Considerando a média de cabeças por hectare na Amazônia (0,69 animal por hectare de pasto), Rondônia destaca-se, pois o efetivo, 9.392.354, representa uma ocupação de 2,61 cabeças de bovino por hectare. Em estudo realizado por Batista (2001) em 1999 a bacia do Alto Madeira já apresentava uma área de 4.131.369 ha ocupados por pastagem. O que significa a utilização de áreas que apresentam severas restrições a esse tipo de uso do solo (FERNANDES e GUIMARÃES, 2001; BRASIL, 2003c).

Estudos desenvolvidos por Bertoni e Lonbardi Neto (1993) e Galeti (1982) sobre a perda de solo e água em floresta, gramínea plantada, café e algodão, no Estado de São Paulo, revelou que a perda de água nos dois primeiros ambientes é aproximadamente igual. Contudo, a perda de solo na pastagem é 10 vezes maior que na floresta. Na área com cultivo a perda de água (café = 1,1% e algodão 7,2% das chuvas) e solo (café = 0,9ton/ha, algodão 26,6ton/ha) foi maior que na floresta (0,004 t/ha) e pastagem (0,04ton/ha).

Nesta linha de abordagem, em estudo realizado no Município de Ouro Preto do Oeste (RO), Fearnside (1989), considerando cinco classes de uso do solo (Floresta, plantação de cacau, capoeira, pasto sujo e pasto Limpo), demonstrou que a erosividade e o escoamento superficial era muito maior sob pastagem que sob os outros uso de solo.

As Taxas de particulados transportados nesta porção da Bacia do rio Machado, por meio do processo de erosão, foi 3,5 toneladas de terra por hectare e o escoamento superficial corresponde a 49,8% de uma chuva na área de pasto limpo. Estes valores revelaram-se bem superiores às taxas de 0,33 toneladas de terra por hectare e 2,2% no escoamento superficial registrados na área de floresta (Fig. 2.8).

Nas últimas décadas a pecuária extensiva tornou-se a principal forma de uso do solo nas sub-bacias regionais que compõem a BHAM/RO. Os efeitos da expansão dessa atividade não se limitam simplesmente ao aumento da taxa de desmatamento e erosão, mas também exerce fortes pressões quantitativas e qualitativas sobre os recursos hídricos superficiais através do crescimento da área ocupada e do rebanho.

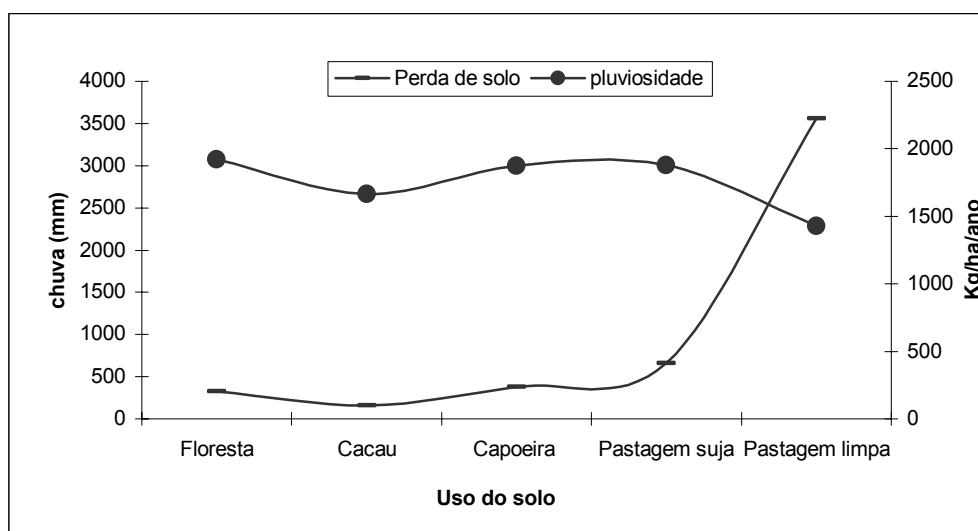


Fig. 2.8 - Perda de solo por erosividade em Ouro Preto do Oeste/RO - 1986 a 1987
Fonte: Elaborado a partir de dados de Fearnside (1989).

Os Dados do Censo Agropecuário produzidos pelo IBGE e pelo Grupo de Pesquisa Agropecuária do Governo de Rondônia indicam um acentuado processo de pecuarização em todas as bacias existentes no Estado, com significativa redução da área de lavoura.

A evolução desse fenômeno tem sido observado entre as décadas de 1985 a 1996 quando a pastagem plantada aumentou de 879.304 mil para 2.578.70 hectares, um incremento de aproximadamente de 1,7 milhão de

hectares de terra, representando em termos percentuais 293% de área aberta. Enquanto a área ocupada com lavoura foi reduzida de 530.044 para 432.308 ha, redução de -18,4% no mesmo período.

Atualmente o uso agrícola do solo na BHAM/RO, cujas principais lavouras são: arroz, feijão, mandioca, milho, cacau, soja e principalmente café, correspondem a 11,93% e a pastagem plantada (extremamente) 88,07% de áreas abertas ou antropizadas (BATISTA, 2001; BRASIL, 1996; FERNANDES e GUIMARAES, 2003) (Tab. 2.6).

Tab. 2.6 - Estimativa de uso do solo por lavoura e pastagem nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO em 1999

Bacia hidrográfica	Área de drenagem (há)	Lavoura (ha)	Lavoura (%)	Pastagem		Total (%)
				(ha)	(%)	
Madeira e Abunã	3.621.436	6.447	0,18	282.591	7,80	7,98
Guaporé	5.933.938	148.128	2,43	803.482	13,42	15,85
Mamoré	2.335.005	7.873	0,34	157.227	6,73	7,07
Machado	7.544.200	326.643	4,27	2.068.870	27,44	29,71
Jamari	2.891.200	32.866	1,52	465.930	18,81	20,33
Sub-bacia Candeias	1.313.078	28.444	2,17	266.283	20,28	22,45
Roosevelt	1.553.819	9.019	1,37	86.978	13,55	14,92
Total		599.420	2,34	4.131.361	17,30	19,93

Fonte: Elaborado a partir de dados do Brasil (2000c) e Fernandes e Guimarães (2003).

Em todas as bacias hidrográficas regionais há uma predominância do uso do solo por pastagem, mesmo nas unidades com reconhecido potencial agrícola a pecuária destaca-se na área em uso agropecuário. Mas existem algumas onde há uma boa relação entre uso do solo agrícola e pastagem, seguindo a tendência que ocorre na bacia Amazônica. Segundo Arima e Veríssimo (2002), aproximadamente 77% da área em uso agropecuário e pastagem e apenas 23% lavoura. Entre 1970 e 1996, o uso do solo agrícola evoluiu de 0,3% para 1,1%, enquanto a pecuária foi de 0,7% para 6,6%, no mesmo período. As bacias do rio machado (lavoura = 4,33% e pastagem = 27,42%), rio Guaporé (lavoura = 2,47% e pastagem = 13,40%) e rio Jamari (lavoura = 1,14% e pastagem = (16,12%) e sub-bacia do rio Candeias (lavoura = 2,17% e pastagem = 20,28%) apresentam tal comportamento de uso do solo. Esta última unidade espacial, em virtude da

recente expansão da frente agrícola (frente pioneira) apresenta o maior crescimento do uso do solo por pastagem (Candeias do Jamari 97,92%, Campo Novo de Rondônia 93%, Buritis, 86,94%, Alto paraíso 83,26% e Governador Jorge Teixeira 88%), principalmente na área das nascentes dos tributários e formadores da rede de drenagem do rio Candeias.

Por outro lado, em algumas bacias o uso do solo por lavoura ocupa uma dimensão muito pequena, geralmente inferior a 1% da área total ocupada por atividades agropecuárias. E um uso por pecuária extensiva em franco processo de ampliação. Apresentam essa peculiaridade as bacias hidrográficas dos rios Madeira e Abunã (lavoura = 0,18% e pastagem = 7,80%), Mamoré (lavoura 0,34% e pastagem = 6,73%) e Roosevelt (lavoura = 0,58% e pastagem = 5,60%). Há uma predominância da pecuária extensiva de corte, para o abastecimento do mercado interno e externo, seguida da pecuária leiteira, que tem crescido o efetivo em virtude da instalação de pólos de coleta e resfriamento da produção para atender os grandes laticínios existentes nas bacias regionais que compõem o complexo da BHAM/RO.

2.1.8 Uso da água na dessedentação de animais e implicações ambientais

A atividade de criação, seja qual for o tipo de rebanho, necessita de acentuado volume de água. No Brasil a pecuária bovina representa a maior parte (72%) do conjunto de todos os rebanhos do país, o que exerce um peso maior sobre o consumo de água, podendo variar conforme o tipo de criação. Na criação intensiva, face ao aumento da produtividade, decorrente da utilização de técnicas modernas de manejo de animais confinados, a demanda de água se destaca. Já a criação extensiva, modalidade típica na bacia Amazônia, também necessita de água para suas necessidades globais e metabólicas, que durante os períodos de estiagem são severamente prejudicadas pela escassez hídrica natural (TELLES, 2002).

Em nível regional a atividade criatória também tem exercido fortes pressões qualitativas e quantitativas sobre os recursos hídricos superficiais, especialmente a criação de bovino, que tem expandido mais rapidamente do que os outros rebanhos. Esta expansão é reflexo, principalmente, do advento das políticas agropecuárias de incentivos fiscais desenvolvida pelo Governo Federal e da abertura de novos eixos de circulação rodoviários visando a ocupação do sudoeste da bacia Amazônica (PAIVA *et al.*, 1991; RONDÔNIA, 1997a). Dessa forma extensas áreas de pastos foram abertas com a derrubada de florestas nativas, onde se desenvolveu basicamente a pecuária em molde extensivo para o abate destinado à produção de carnes e seus derivados. Este setor tem apresentado um notável incremento, sendo responsável pelo grande crescimento no rebanho bovino que saltou, de 1995 a 1999, de 3.928.027 para 5.441.781 cabeças, uma taxa de crescimento de 27,81% no período (Tab. 2.7). Atingindo, em 2003, um total de 9.382.354 cabeças, significando um acréscimo de 42,07% no efetivo de bovinos, seguido do eqüino e do ovino, que tiveram um excedente no efetivo, de 275,92% e 307,60%, respectivamente, na BHAM/RO (BRASIL, 2003c).

Tab. 2.7 - Efetivo dos rebanhos por tipo de criação no alto rio Madeira/RO

Rebanhos	Período				Crescimento 1990-2003 (%)
	1990	1995	1999	2003	
Bovinos	1.718.697	3.928,027	5.441.734	9.392.354	546,48
Suínos	853.012	1.212,091	459.983	251.879	-29,53
Eqüinos	52.263	104.046	120.140	144.204	275,92
Ovinos	23.579	62.292	69.947	72.528	307,60
Muar	37.794	52.471	15.480	21.105	-55,84
Caprinos	26.046	44.754	17.168	13.483	-51,77
Bubalinos	17.445	23.107	11.722	4.221	-24,20
Asininos	5.902	4.106	1.262	1.901	-32,21
Total	2.734.738	5.430.894	6.137.436	9.901.675	362,07

Fonte: Elaborada a partir de dados P.P.M/RO (BRASIL, 2003c).

Na mesma proporção que o crescimento do rebanho, cresceu o consumo de água para dessedentação de animais. Segundo Brasil (1995a) o consumo de água no final da década de noventa, precisamente no ano de

1999, estava estimado em 3,32 m³/s, proporcional ao aumento do rebanho, que se elevou para 5,61 m³/s em 2003 (Fig. 2.9). Este crescimento destaca a pecuária bovina como responsável pelo aumento da taxa de consumo de água, uma vez que esta, no passado estava estimada em 3,15m³/s e passou para 5,44 m³/s no mesmo período. O rebanho eqüino, apesar do aumento significativo no seu efetivo, teve um acréscimo bem modesto, somente 0,01 m³/s no consumo de água se comparado com os demais rebanhos: suínos, bubalinos, asininos, caprinos e muares, que registraram um decréscimo da ordem de 0,50% no consumo de água.

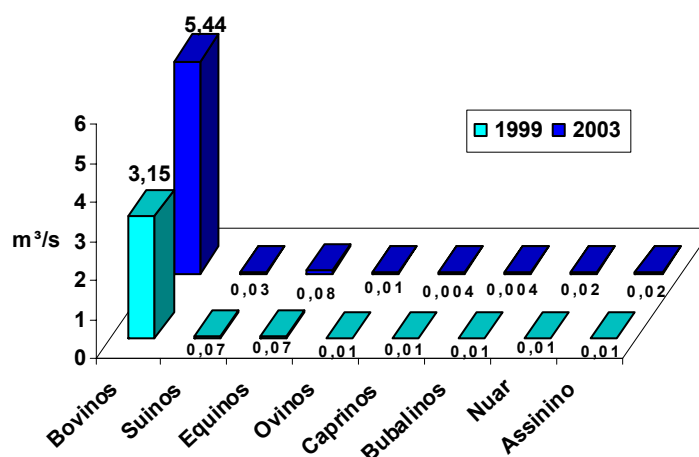


Fig. 2.9 - Estimativa de crescimento do consumo de água para dessedentação de animais - 1999 a 2003 (BRASIL, 2003c; TELLES, 2002)

Nas sub-bacias hidrográficas que originam o complexo de BHAM/RO, a demanda quantitativa e qualitativa de água para dessedentação de animais, definida nos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos como de uso prioritário em situação de escassez, tem aumento em função do número do rebanho.

A bacia hidrográfica do rio Machado absorve aproximadamente 49,80% da totalidade da pecuária regional, rebanho que consome cerca 10.023.317 l/h, ou seja, 49,73% do consumo total neste tipo de uso, correspondendo uma extração do meio ambiente da ordem de 2,79 m³/s. Deste o rebanho bovino gasta 2,71 m³/s, seguido do suíno 0,019 m³/s e do eqüino 0,045 m³/s. O restante, 0,016m³/s encontra-se fracionada entre as

outras criações praticadas na bacia. Um fato é importante de ser frisado, grande parte da pecuária bovina praticada nesta unidade está concentrada no alto e médio curso dos principais contribuintes de água do rio Machado.

A bacia hidrográfica do rio Guaporé, que apresenta uma significativa extensão de áreas destinadas às Unidades de Conservação (RESEX's do rio Cautário, Curralinho e Pedras Negras; REBIO do Guaporé; PE's Corumbiara e Serra dos Reis; T.I's Rio Branco, Massaco e Mequéns), bem como do ponto de vista ecológico, destaca-se no quesito potencial de biodiversidade com elevada fragilidade, uma vez que conforme o ZEE/RO boa parte de suas terras encontra-se nas zonas com alto e medianamente moderada vulnerabilidade natural à erosão ambiental.

No entanto, apesar de não recomendada para o desenvolvimento de atividade de pecuária, esta área concentra 19,47% do rebanho existente na BHAM/RO, sendo 94,47% de bovino criado extensivamente, 2,54% de suínos e 2,99% de outras criações. A demanda estimada de água necessária para o efetivo é de 3.904.084 l/h, o que significa a extração de aproximadamente 1,05 m³/s (19,42%) dos recursos hídricos superficiais.

Atualmente a bacia do rio Jamari suporta um rebanho da ordem 1.259.385 cabeças, 12,71% do rebanho da BHAM/RO. Destes, 95,70% é bovino, 1,78% suínos e 1,32 eqüinos do efetivo previsto. Esta apresenta uma posição confortável com relação ao consumo de água, uma vez que 0,72 m³/s não significa risco ao imenso volume de água retido no lago artificial formado pela barragem da hidrelétrica de Samuel. Todavia, o aumento do efetivo significaria incremento de pasto que proporcional a este tipo de uso do solo poderá ocorrer elevação das taxas de sedimentação do lago devido à perda de solo principalmente à montante da UHE Samuel.

A pecuária na sub-bacia hidrográfica rio Candeias segue a mesma tendência das grandes bacias contidas no meio ambiente rondoniense. Há amplo predomínio do rebanho bovino, cujo efetivo, em apenas seis anos (1997 a 2003), teve um crescimento de 491,46% (116.853 cab < 574.290 cab.), seguido pelo eqüino 251,91% (2.639 cab < 6.648 cab). E houve um modesto decréscimo na criação de suínos de -14,75% (20.995 cab > 17.900

cab.) que somadas representam 99.12% do total de animais criados nessa unidade. Mas o que impressiona é o volume de água captado do ambiente natural para uso na dessedentação de animais, 1.223.648 l/h, superior ao estimado para as bacias dos rios Madeira e Abunã, Mamoré e Roosevelt, onde esta atividade começou a ser desenvolvida mais intensamente a partir da década de 1980 com os projetos de colonização implementados nessas áreas (Tab. 2.8).

Tab. 2.8 - Estimativa do uso de água pela pecuária nas sub-bacias do Alto rio Madeira/RO em 2003

Bacia Hidrográfica (rios)	Bovino. Cons. l/dia = 50		Suíno. Cons. l/dia = 12,5		Eqüinos Cons. l/dia = 50		Vazão Total m³/s
	Efetivo	m³/s	Efetivo	m³/s	Efetivo	M³/s	
Madeira e Abunã	400.092	0,23	14.675	0,002	4.299	0,003	0,24
Guaporé	1.821.331	1,05	48.963	0,007	29.890	0,017	1,09
Mamoré	258.475	0,15	6.337	0,001	3.762	0,002	0,15
Machado	4.682.497	2,71	126.398	0,019	77.450	0,045	2,79
Jamari	1.205.333	0,70	22.540	0,003	16.651	0,010	0,72
Sub-bacia Candeias	574.290	0,33	17.900	0,003	6.648	0,004	0,34
Roosevelt	450.366	0,26	15.066	0,002	5.504	0,003	0,27
Total	9.392.834	5,44	251.879	0,04	144.204	0,080	5,61

Fonte: Elaborado a partir de dados de Brasil (2003c) e Fernandes e Guimarães (2003).

A redução do efetivo de suínos, que já atingiu mais de um milhão de animais, hoje está estimada em pouco mais de duzentas e cinquenta mil cabeças. Isto não significa menor risco de contaminação dos mananciais, pois o potencial de poluição dos dejetos produzidos por este tipo de rebanho, comparado em volume, é de 10 a 12 vezes maior que de esgoto humano⁵. E em alguns caso pode ser 100 vezes mais nocivo que outros poluentes do mesmo gênero. Embora os efluentes da suinocultura sejam altamente poluente, na região a pecuária bovina destaca-se em função do quantitativo e tipo de criação, tornando-se o principal problema de degradação hídrica na BHAM/RO.

⁵ Mellanby (1982) indica que o mais comum tipo de poluição de água é causado por substâncias orgânicas (dejetos de humanos e animais). Estas uma vez liberadas para os cursos de água induzem o crescimento e a multiplicação de bactérias e fungos que neste processo absorve O₂ e desoxigena a água. A demanda bioquímica de oxigênio – DBO é o teste mais empregado neste tipo de avaliação. Quanto maior a demanda de O₂ maior a taxa de poluição da água.

Apesar da grande disponibilidade de água superficial presente na bacia hidrográfica do Alto-Madeira, este quadro é preocupante, não somente no tocante ao aumento do consumo, mas principalmente na redução da qualidade da água, uma vez que a água consumida na atividade pecuária retorna parcialmente para os cursos de drenagem do qual foi retirado. E, conforme, o efetivo existente na bacia hidrográfica, a qualidade do recurso hídrico pode ficar ainda mais prejudicada, já que de 60 a 70% retorna ao meio ambiente na forma de urina ou de outros dejetos (TELLES, 2002).

A água doce, como foi abordado, é o insumo necessário aos processos biológicos de todos os seres vivos, assim como matéria-prima para abastecimento humano, dessedentação de animais, produção industrial, geração de energia, via de transporte e meio receptor de resíduos, entre outras funções. Todas essas formas de uso trazem efeitos diferenciados ao meio hídrico, muitas vezes nocivas, causando mutação aos seus constituintes (Tab. 2.9).

Outras atividades podem influenciar fortemente na qualidade dos recursos hídricos, que direta ou indiretamente propiciam impactos primários ou secundários em virtude de ações e práticas inadequadas. A exemplo da mineração artesanal, praticada intensamente entre os anos de 1978 e 1992 na BHAM/RO (Cachoeira Madeira e Comunidade do Belmonte). No processo de extração de ouro de aluvião foi liberado para biota aquática toneladas de metal pesado, diretamente para os cursos de água ou para a atmosfera sob a forma de vapor, sobretudo mercúrio (Hg), altamente tóxico, principalmente na sua forma orgânica (metil-mercúrio=MeHg) (BASTOS, 2004; LINHARES *et al.*, 2003; LEAL, 1998).

Sem dúvida, grande parte dos problemas relacionados ao uso do solo e água nas sub-bacias regionais da BHAM/RO podem ser mais severos nas pequenas bacias que tiveram um processo de ocupação humana mais precoce, como é o caso das microbacias dos rios Massangana, Santa Cruz, rio Preto Candeias e Taboca, onde foi implantado o PAD Marechal Dutra

Tab.2.9 - Principais problemas relacionados com os recursos hídricos nas bacias hidrográficas de Rondônia

Bacias	Atividades	Questões Críticas	Área de Ocorrência
Madeira	Garimpo de ouro Extração de material base para construção	Poluição por metal pesado; Assoreamento e erosão dos afluentes.	Sub-bacia alto Rio Madeira e baixo Madeira Sub-bacias alto rio Jaci - Paraná e Mutum Paraná e rio Ribeirão
Guaporé	Extrativismo e Pecuária extensiva	Desmatamento e destruição das nascentes e formadores	Sub-bacia rios Cabixi, Vermelho, Corumbiara, Escondido, Verde, Colorado, Branco, São Miguel, Cantarinho, São Domingos e Cautário.
Mamoré	Extrativismo e Pecuária extensiva	Desmatamento e destruição das nascentes e formadores; Poluição hídrica.	Sub-bacia rios Solteiro, rio Novo, rio Pacaás Novos, rio Laje e rio Mamoré.
Machado	Agroindústria, agricultura e pecuária extensiva e expansão urbana.	Assoreamento e poluição dos rios por e agrotóxicos. Desmatamento destruição das nascentes, poluição por falta de saneamento básico, Poluição hídrica e do solo	Sub-bacia rio Preto, Baixo, Médio e Alto rio Machado, rio Machadinho, Alto e Baixo rio Jarú, rio Urupá, rio Muque, Rio Rolim de Moura, Alto e Baixo Pimenta Bueno e rio Comemoração
Jamari	Mineração industrial de cassiterita, extração, agricultura e pecuária extensiva.	Assoreamento e poluição dos rios por metais pesados e agrotóxicos. Desmatamento	Sub-bacia alto e baixo rio Candeias e alto e Baixo Rio Jamari
Abunã	Agricultura e pecuária extensiva	Desmatamento, erosão, assoreamento e contaminação por agrotóxicos	Rio Abunã
Roosevelt	Agricultura mecanizada	Assoreamento dos rios e poluição por agrotóxicos	Sub-bacia rio Branco Roosevelt, rio Roosevelt e rio Capitão Cardoso e Tenente Marques

Fonte: Adaptado por Joiada Moreira da Silva a partir de Leal (1998).

2.2 PROBLEMÁTICA

O equilíbrio entre o desenvolvimento sócio-econômico e a conservação dos recursos naturais vem se transformando, ao longo de décadas, em um dos mais sérios desafios da humanidade, principalmente no que concerne a conservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos na Amazônia.

Os desequilíbrios ambientais na bacia hidrográfica Amazônica, essencialmente as sub-bacias existentes no território rondoniense, têm relação estreita com a dinâmica de ocupação e uso do solo recente da região. Para compreender esse processo é importante enfatizar dois momentos distintos da economia regional, o período que vai até o final dos anos sessenta, e o posterior a esse (estendendo-se a década de oitenta), quando a paisagem e a economia de Rondônia começam a mudar radicalmente.

Até o final dos anos sessenta as principais atividades econômicas de Rondônia estavam assentadas no extrativismo vegetal (caça, pesca e coleta de frutos da floresta) e nos sistemas tradicionais, agrícola e pecuária. Dentre estes sistemas destacavam-se a agricultura migratória e a de várzea, praticadas por nativos e migrantes nordestinos que vieram para região com propósito de trabalhar nos seringais. E, a pecuária (bovina), realizada por meio de sistema extensivo, ainda incipiente nessa porção do espaço Amazônico (BECKER, 1982; BECKER, 1998).

Os sistemas de agricultura tradicional somado às atividades extrativas, notadamente da seringueira e da castanha-do-brasil, por se constituírem em “sistemas naturais”, denominados atualmente de sistemas sustentáveis, traziam pequenas alterações ao ecossistema conferindo ao meio ambiente local uma relação de equilíbrio⁶ entre o homem e o meio natural (MOTA, 2001).

No princípio dos anos setenta, com a inserção de novos sistemas agropecuários, e a partir da consolidação de projetos de assentamentos,

⁶ Exceto o sistema de agricultura migratória, pois estas trazem alterações ao ambiente quando desenvolvida em grande escala temporal e espacial (KITAMURA, 1994).

com destaque para o PIC⁷ (PIC – Ouro Preto), PAD⁸ (Burareiro) e posteriormente os PAR⁹ e PA¹⁰ (PA - Rio Preto Candeias e Vale do Jamari), a paisagem começa a se transformar de forma radical. Ainda, paralelamente, ocorre ascensão da atividade de mineração artesanal em várias localidades do espaço Rondoniense. Por consequência dessa mudança ocorreu o incremento na população local de novos modos de trato cultural do solo (VALVERDE, 1979; BRASIL, 1979; AMARAL, 2004).

A atividade agropecuária, enquanto uma das modalidades de uso do solo é, na região, um dos setores que cresceu exponencialmente em meados dos anos oitenta, apresentando características marcantes e bem distintas daquelas praticadas em décadas anteriores. Dentre estas características o próprio modo de ocupação e de uso do solo, que se dá em função da entrada de migrantes do centro-sul do Brasil, e o fato do processo ocorrer em áreas de terra firme, mudando a disposição de ocupação e uso do solo, antes baseada no extrativismo e na agricultura tradicional, desenvolvida em solo de Várzea.

E, finalmente esse processo ocorre com a mudança no uso do sistema de manejo do solo, trazidos das regiões de origem dos colonos que vieram para o território de Rondônia e ignorando as especificidades do meio ambiente regional e os sistemas de produção desenvolvidos pela população local.

A modificação no sistema de produção primária significou o alargamento na atividade agropecuária, contribuindo para o crescimento da economia regional e ao mesmo tempo trouxe consequências ambientais até pouco tempo desconhecidas. Especialmente no que concerne ao manejo do solo, praticado pelos colonos migrantes, onde a floresta é um empecilho ao desenvolvimento. A substituição da floresta por espécies cultivadas em outras regiões brasileiras e a inserção de tecnologias importadas tornou-se prática para o progresso econômico regional (KITAMURA, 1994).

⁷ PIC - Projeto Integrado de Colonização.

⁸ PAD - Projeto de Assentamento Dirigido.

⁹ PAR - Projeto de Assentamento Rápido.

¹⁰ PA - Projeto de Assentamento (BRASIL, *Op. cit.*).

O complexo padrão histórico de ocupação e uso do solo realizados em nome do desenvolvimento econômico é a própria causa de degradação ambiental da paisagem do espaço rondoniense. Onde o desflorestamento é o princípio dos processos de predação ambiental, pois a partir desse emanam outras formas de degradação, a exemplo da erosão, assoreamento dos rios, aumento da carga de partículas de sedimentos, e, por fim, alteração do ciclo hidrológico em escala global, regional e local (AGUIAR, 2000).

Na escala regional, as implicações ambientais que estão inter-relacionadas às alterações repentinas no uso do solo já são alvo de investigação científica, sobretudo os problemas de poluição da água e do solo, assim com a perda da biodiversidade. E, ainda, em escala local, principalmente no domínio de bacias hidrográficas, podem ser citadas as questões de erosão laminar, linear (ravinas e voçoroca), assoreamento, contaminação e poluição dos cursos de água, e conseqüentemente redução do volume da água potável destinada ao uso e consumo da sociedade humana.

O problema central deste estudo são os processos de deterioração dos recursos naturais estimulados pela ocupação e especialmente pela dinâmica de uso do solo, levando-nos a delinear uma resposta para a questão: Quais as conseqüências que as mudanças do uso do solo pode trazer a qualidade da água superficial da microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias/RO (Braço Direito) no ano de 2003?

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água em diferentes classes de uso do solo na microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito - RO, no ano de 2003.

2.3.2 Objetivos específicos

- Levantar as modalidades de uso do solo existentes na microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias no ano de 2003.
- Identificar os principais usos dos recursos hídricos superficiais na microbacia do rio Preto Candeias no ano de 2003.

CAPÍTULO 3

3.1 TEORIAS E CONCEITOS AMBIENTAIS

3.1.1 Meio ambiente e planejamento ambiental em microbacia hidrográfica

Compreender o meio ambiente, tendo com unidade territorial de análise geográfica a microbacia hidrográfica do rio Taboca, se faz necessário partir do princípio que o ambiente atual desta área é produto da ação transformadora do homem e da capacidade da recuperação – resiliência¹¹ – que a natureza dispõe para garantir um ambiente ecologicamente equilibrado.

Neste trabalho cujo tema central é investigar as implicações que o uso do solo pode causar à qualidade dos recursos hídricos superficiais de uma microbacia é importante entender os conceitos de ambiental e planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. Estas têm sido cada vez mais incorporadas aos estudos de cunho técnico científicos. Também é conveniente compreender o processo histórico que permeia o termo meio ambiente, polêmico e muitas vezes contraditório.

É de fundamental importância, ainda, como forma de preparar o terreno para análises a serem desenvolvidas, começar explorando a respeito do conceito de meio ambiente, uma vez que nas últimas décadas do século XX esta expressão passou a ser amplamente utilizada por diversos ramos das ciências sociais e naturais. Com destaque à biologia, ecologia, economia e principalmente pela geografia, sendo esta eminentemente ambientalista desde sua origem como ciência, e que trataremos com maior profundidade neste capítulo.

¹¹ Capacidade de um ecossistema ou de outro sistema natural de voltar às condições originais ou ao estado estável depois de uma turbulência (Art, 2001).

Muitos são os estudos produzidos e publicados que abordam esta temática (meio ambiente), sendo as obras mais antigas de Hipócrates e Aristóteles e de outros filósofos Gregos, que continham materiais chamando atenção da inter-relação homem e a natureza. Entretanto, eles não tiveram um rótulo ao termo que designa esta interação. Ao contrário do biólogo alemão Ernest Haeckel que em meados do século XIX aproximadamente, descobriu que existia uma estreita relação entre o ambiente e hereditariedade dos organismos e, denominou esta influência mútua de ecologia e em sentido mais amplo de meio ambiente (SETTI *et al.*, 2001).

Etimologicamente o termo “ambiente” tem origem latina – *ambiens, entis*: significa o que rodeia ou meio em que determinados seres vivem, um conjunto de condições que envolvem e sustentam os seres vivos na biosfera, como um todo ou uma parte desta. Do mesmo modo, o termo “meio” origina-se do latim (*milieu*), expressa uma visão de lugar, é aquilo que envolve circunda um objeto de estudo, ou mesmo aquilo que lhe é interior. Um meio que pode ser entendido como espaço ou território geográfico, caracteriza-se por seus atributos e componentes físicos e químicos, mais recentemente, biológicos (JOLLIVET e PAVÉ, 2000).

Para legislação que preconiza direito ambiental brasileiro a expressão “meio ambiente”, usada por inúmeros teóricos na definição da inter-relação do homem com a natureza, considera que a palavra “meio” e “ambiente” no seu significado epistemológico são sinônimos, uma vez, que o meio¹² certamente é aquilo que envolve o ambiente. Por isso, empregar um o outro com complemento implica em um contra-senso conceitual e metodológico (MACHADO, 1992).

A partir, da concepção teórica do pensamento geográfico Mendonça (1994) esclarece que o meio ambiente trabalhado na geografia envolve dois momentos: o primeiro que vai da origem da geografia no século XIX, estendendo-se até meados dos anos 50 ou 60 do século XX e o outro que inicia no ano de 1965 até os dias atuais. Neste aspecto, a temática ambiental foi tratada no primeiro momento pela corrente eminentemente

¹² Martins (1988) conceitua meio (habitat ou ambiente) como o conjunto de todos os fatores e elementos que cercam uma dada espécie de ser vivo.

naturalista que entendia o meio ambiente como o processo de descrição da paisagem¹³ natural da superfície terrestre (compreendida através do relevo, clima, vegetação, hidrologia, fauna e flora) totalmente dissociados da relação sociedade humana.

A produção científica do primeiro momento, dos geógrafos Alemães, Alexandre Von Humboldt, Carl Ritter e Fredrerich Ratzel, em que pese a relevância de seus trabalhos para a ascensão do conhecimento geográfico, fundamentavam a concepção empírica, pois buscavam através da descrição dos elementos naturais (meio ambiente) compreender os diferentes lugares através da relação homem e natureza como afirma Mendonça (1994, p. 24 e 25), que os:

“... inúmeros geógrafos que legaram importantes contribuições científicas para a compreensão do quadro natural (meio ambiente) do planeta e marcaram a historiografia deste período. Ratzel, embora tenha se destacado mais pelas proposições da análise geopolítica, deu continuidade à produção geopolítica, seguindo mais ou menos a linha de Humboldt e Ritter. Ratzel produziu uma descrição dos lugares onde o natural e o humano se apresentava dissociados, e tentou explicar o determinismo dos lugares sobre os homens como forma de escamotear a dominação cultural ...”

Os estudos desenvolvidos pelo teórico Paul Vidal de La Blache¹⁴, francês que propôs a corrente possibilista, contribuíram para a evolução do pensamento geográfico com a proposta de análise regional e posteriormente o estudo do meio ambiente, pois traz em sua teoria a separação entre elementos físico-naturais e humano-sociais presentes nas diferentes paisagens regionais (MENDONÇA, *Op. cit.*).

La Blache, com base nesta proposta idealiza o objeto da ciência geográfica como a relação homem - natureza, na perspectiva da paisagem, colocando o homem como um ser ativo e influenciado pelo meio: que atua sobre este o transformando conforme sua necessidade e propósito social (MORAES, 1999).

¹³ Alexandre Von Humboldt propôs, no início do século XIX, o conceito de paisagem, com uma conotação científica ligada à ciência geográfica, considerando esta como a totalidade das características de uma região da Terra.

¹⁴ Apesar da importância de sua proposta no que concerne à análise regional, esta não demonstra na prática a inter-relação do homem com o meio natural, uma vez que para este teórico o meio físico (recursos naturais) nada mais é que matéria para ser utilizada no desenvolvimento das sociedades humanas.

Na mesma linha teórica de La Blache, verticalizando na abordagem dos elementos naturais da paisagem, Emmanuel de Martonne propõe a divisão da geografia física-natural em sub-ramos: Geomorfologia, Climatologia, Biogeografia e hidrologia (encarregada na análise das águas superficiais, continentais e oceânicas), que se ocupariam no tratamento das peculiaridades naturais da paisagem, ficando esta subdivisão incumbida da temática meio ambiente. O trabalho de Martonne¹⁵ demonstra muito bem o conceito de meio ambiente aplicado pela geografia neste primeiro momento. Pois, nessa subdivisão não se percebe uma interação entre os sub-ramos, ou seja, é como se a vegetação natural, as variações climáticas, as feições morfológicas (relevo) e as massas de água tivessem vida própria e fossem independentes, permanecendo desconectadas e não interagindo na configuração do meio ambiente das diferentes paisagens da superfície terrestre (MENDONÇA, 1994).

Entretanto, foi necessário aproximadamente quatro décadas até que Penck e Chorley apresentassem a noção de ciclo (sistema aberto e/ou fechado) na elaboração do relevo e Sthaler sobre a dinâmica climática e seus efeitos ao meio ambiente. Essa nova visão resultou em uma nova roupagem e proporcionou um salto de qualidade na abordagem ambiental, embora não tenha inserindo o homem como ator também responsável na modificação do meio natural (CASSETI, 1995; MENDONÇA, Op. cit.).

Já nos anos 50, o pensamento geográfico, precisamente a geografia física, revitaliza-se, a partir da abordagem de modelagem e quantificação com a introdução da teoria dos sistemas na análise dos fenômenos naturais. No decorrer deste período de renovação dos métodos analíticos da ciência geográfica, emerge no início dos anos sessenta com V. Sotchava a proposta metodológica de *geossistema*¹⁶ aplicada simplesmente à investigação da paisagem natural da superfície terrestre. Esta totalmente dissociada das questões relativas a sociedade. Essa proposição foi marcante

¹⁵ *Tratado da Geografia Física*.

¹⁶ O Geossistema é resultado de um conjunto de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos. É um conceito do espaço geográfico material, natural ou humano. Os estudos que envolvem o geossistema são realizados de forma integrada, ou seja, da conexão da natureza com a sociedade humana (MENDONÇA, 2001a).

com resultados relevantes no tocante ao conhecimento geográfico na antiga e extinta União Soviética e também na Alemanha Oriental, principais nações que formavam neste período o bloco socialista (MENDONÇA, 1994).

No Brasil, os principais expoentes que contribuíram para o refinamento do conhecimento geográfico que permeia a noção de meio ambiente no período em questão foram Aroldo Azevedo, Lysia Bernardes e Dora de Amarante Romariz, além de outros que desenvolveram seus estudos com ênfase aos aspectos naturais da paisagem na superfície do território brasileiro.

É preciso salientar que até aos anos 60, do ponto de vista da sociedade e da ciência, o conceito de meio ambiente era entendido como a natureza presente nos diversos espaços continental com todos os seus elementos e componentes e que a geografia, a biologia, a geologia e outras, defendiam em linhas gerais a mesma idéia relacionando a inter-relação meio-natureza-homem.

A partir de meados da década de 1960 começaram os primeiros debates focando e tratando os fenômenos naturais sobre a ótica da dinâmica ambiental (paisagem) interagindo com as atividades (uso do solo) sociais de produção. No bojo dessa discussão são desenvolvidas novas propostas metodológicas, inserindo nestas a ação antrópica (degradação) como um dos elementos de análise nos estudos sobre meio ambiente (BERTRAND, 2004).

Esta nova tentativa de tratamento teórico-metodológico do conceito de meio ambiente emergiu principalmente na escola geográfica francesa e dentre os principais expoentes que podem ser mencionados, destaca: Tricart (1977), que desenvolveu com bastante propriedade estudos inserindo as questões antrópicas como elemento possibilitador de modelagem do meio natural. Este demonstrou que havia possibilidade de tratar os problemas ambientais de forma integrada através da geografia física moderna. Nesta perspectiva, influenciados pelo pensamento geográfico francês, no Brasil, merecem ser citados dois importantes nomes, Monteiro (1976) e Ab'Saber (1962).

No decorrer das décadas de 1970 e 1980, ainda que bastante influenciada pela corrente naturalista, a temática ambiental, dentro da geografia, quanto a “inter-relação” sociedade-natureza, foi sendo introduzida paulatinamente nos estudos dessa ciência. Isso aconteceu em função, principalmente, da evolução teórico-metodológica das questões ambientais tratadas pela geografia física. A exemplo da proposta metodológica de Bertrand e Monteiro que destacam a influência da ação antrópica e sua inter-relação com os aspectos fisiográficos da paisagem superficial terrestre (MENDONÇA, 2001b).

Esta nova forma de tratar as questões ambientais propiciou a esta caráter de ciência também preocupada com a qualidade do meio (lugar) onde vive o homem. A partir de então, ocorre uma mudança na forma de análise, principalmente na geografia física e advogado pelos geógrafos naturalistas, que tradicionalmente concebiam os estudos de meio ambiente firmado na descrição da paisagem natural como se esta fosse um santuário intocável que deveria existir separadamente da sociedade civilizada (colocada em um segundo plano). O meio ambiente passa a ser visto como um recurso disponível a ser utilizado pela sociedade e, onde, os estudos deveriam, também, focar seu uso e conservação, considerando as peculiaridades de determinados lugares, no sentido de preservar a biodiversidade para utilização pelas gerações futuras (MENDONÇA, 1994).

Este enfoque ambiental e as transformações que marcaram a trajetória histórica durante a evolução do conceito de “meio ambiente” teve enorme importância no Brasil no final dos anos oitenta, principalmente no ano de 1988. Neste ano foi publicada a nova legislação ambiental brasileira, que dentre outras normatizações, veio para regulamentar algumas atividades relacionadas ao meio ambiente. A partir deste instrumento legal passa a ser obrigatório, para empreendimentos de pequeno médio e grandes portes (hidroelétricos, agropecuário, agroflorestal, agroindustrial, hidráulico, etc.), a elaboração de inúmeros instrumentos como: Estudo de Impacto Ambiental - EIA, Relatório de Impacto Ambientai - RIMA, Plano de Controle Ambiental –

PCA, Relatório de controle Ambiental – RCA, para implementação de atividades produtivas que possam causar mudanças ao meio ambiente.

Considerando as publicações pertinentes a temática meio ambiente, principalmente as literaturas de Mota (2001), Vernier (1994) e Gonçalves (1996), pode-se deduzir o que se compreende atualmente por meio ambiente. Que teve origem na evolução do pensamento geográfico, condição que lhe confere destaque no âmbito das ciências sociais e naturais quanto a abordagem do meio ambiente de forma integrada.

Em suas análises Jollivet e Pavê (2000) partem de uma outra vertente, onde as investigações sobre o meio ambiente possuem dupla gênese. A primeira de origem social, que emerge aproximadamente nos anos 60 com a tomada de consciência de certo quantitativo de problemas decorrentes do desenvolvimento, sobretudo econômico, da sociedade moderna. A segunda de origem científica, mais antiga, que provém do esforço de apreensão da natureza, do meio natural, da identificação e do estudo de seus elementos componentes. Estes teóricos advogam que foi através dessa dualidade que generalizou e popularizou-se a expressão meio ambiente.

Fundamentada na idéia central de meio ambiente surge no Conselho Internacional de Língua Francesa, de forma tímida, a primeira proposta de definição com significado teórico e prático referente meio ambiente. Esta explicitava que o meio ambiente se constitui por um “... conjunto de agentes físicos, químicos, biológicos e de fatores sociais suscetíveis a produzir uns efeitos diretos ou indiretos, imediatos ou a longo prazo sobre os seres vivos e as atividades humanas”. Dessa forma, as propostas sobre este termo, nesse período, carregavam uma forte interpretação naturalista centrada nos agentes responsáveis pela constituição do ambiente, sendo colocado em segundo plano o homem e as atividades humanas praticadas no meio (JOLLIVET e PAVÉ, *Op. cit.*, p. 61).

A partir dos anos sessenta cresce em todo o mundo a preocupação quanto os efeitos indesejáveis do desenvolvimento econômico, especialmente sobre a saúde do ambiente natural, entre os quais se

destaca: a deterioração da qualidade do ar e da água, o acúmulo de resíduos sólidos, processos de urbanização acelerado e o mau uso do solo, conseqüências tipicamente originadas de uma economia industrializada. Assim, as discussões desse período estavam fortemente influenciadas pela experiência dos países industrializados, privilegiando os danos ao meio ambiente, em detrimento das questões socioeconômicas relacionadas aos problemas ambientais (KITAMURA, 1994).

Preocupados com a qualidade do meio ambiente, cientistas e Chefes de Estado dos cinco continentes, na tentativa de equacionar as questões ambientais, frente ao acelerado processo de degradação, realizaram a conferência mundial das Nações Unidas para Desenvolvimento do Meio Ambiente Humano em Estocolmo em 1972. Esta teve o mérito de lançar as bases para a abordagem dos problemas ambientais a partir de uma ótica mais globalizante de desenvolvimento. Com esse propósito, neste encontro definiu-se o meio ambiente como um sistema físico e biológico global onde vive o homem e outros organismos, um sistema complexo com muitos componentes interagindo em seu interior. Esta definição é relevante porque traz o homem como parte integrante do meio ambiente: com os efeitos da atividade humana sobre a natureza (MARGULIS, 1996).

A sanção da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins, mecanismos de formulação e sua aplicabilidade no Território Brasileiro trata meio ambiente “como um conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (SETTI, 2001, p. 21).

Literalmente, o meio ambiente que nos preocupa, enquanto pesquisadores e que nos imbuímos a investigar, é aquele relacionado ao homem e as sociedades humanas, bem como, suas transformações que colocam em risco o eficiente funcionamento dos organismos existentes no espaço geográfico. Com ênfase à microbacia hidrográfica de estudo, isto considerando que o meio ambiente desta unidade de análise é resultado de processos de origem natural e de antrópica. Esta última condição passou a

ter atualmente enorme importância, pelo menos a curto e médio prazo, pelo fato de interagirem com os processos naturais a ponto de conseguirem alterar o estado de equilíbrio de um determinado ambiente, a exemplo da microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias - RO.

3.1.2 Planejamento ambiental dos recursos hídricos

Nas últimas décadas o homem passou a perceber que os recursos disponíveis no meio ambiente têm limite em quantidade e qualidade, e que, embora a natureza possua um elevado potencial de depuração, este certamente também é limitado. E por conhecer, ainda que superficialmente, essas limitações, o homem passou a ter certeza que era preciso planejar as ações de uso e consumo dos recursos naturais, a exemplo da água e do solo.

Pela capacidade de raciocínio e discernimento, o homem pode planejar e avaliar o que ocorreu em situações semelhantes e prever o que é necessário fazer no futuro, repetindo o que deu certo e evitando os erros do passado. A este processo racional de organizar previamente as atividades futuras com base no conhecimento do passado denomina-se “planejamento” (FLORIANO, 2002).

O planejamento, no sentido amplo, corresponde a um processo de previsão de necessidades e racionalização de emprego de meios, matérias e recursos humanos disponíveis, com a finalidade de alcançar um objetivo concreto, em tempo determinado e em etapas definidas, sempre partindo do conhecimento científico de uma situação problema original e real (MENEGOLLA, 1988; SANTOS e NASCIMENTO, 1992).

O planejamento ambiental é uma expressão recente no meio técnico científico e acadêmico e incorporou-se à linguagem dos profissionais que trabalham as questões relacionadas ao meio ambiente no Brasil com a promulgação da lei 6.938 de agosto de 1981, que versa sobre a política Nacional de Meio Ambiente. Esta traz como princípio o planejamento e o

monitoramento da qualidade do meio ambiente. Em função dessa norma o planejamento ambiental começou a ganhar importância, inicialmente como um complemento aos estudos e projetos urbanos, territorial e regional, para posteriormente ser peça essencial em qualquer tipo de empreendimento (RIBEIRO, 2004; BRASIL, 2002b).

Embora existam muitas definições sobre planejamento ambiental, este termo ainda não possui uma definição muito precisa, ora é confundido com o planejamento territorial, ora é uma extensão de outro tipo de planejamento setorial (planejamento urbano, empresarial e administrativo) que foram acrescentados às questões ambientais. Almeida (1999) chama atenção e destaca que as propostas de definição de planejamento ambiental estão subdivididas em duas linhas de abordagem: a que considera o planejamento ambiental como um conjunto formado pela metodologia e procedimentos de avaliação das consequências ambientais, com objetivo de identificar ações corretivas; a segunda considera que planejamento ambiental consiste em uma reunião de métodos que avalia as contradições entre a aptidão e o uso territorial e espacial.

Planejamento ambiental pode ainda ser conceituado como um processo político, social, econômico e tecnológico que possui um caráter educativo e científico. São procedimentos onde os indivíduos, representantes da sociedade organizada (líderes políticos, comunitários e sindicais), incluindo os poderes governamentais (Federal, Estadual, Municipal e Distrital), privados e não-governamental (UNESCO, FAO, WWF, etc.) podem escolher as melhores alternativas para conservação dos recursos naturais (água e solo), buscando um desenvolvimento compatível e harmonioso que respeite e preserve a biodiversidade existente nos ecossistemas terrestre e aquático (NUNES, 2001).

Parece evidente que qualquer interferência no meio ambiente, pelo homem, necessita de um estudo de acompanhamento das ações. Em função dessa realidade percebe-se que o termo planejamento ambiental é utilizado de forma ampla e generalizado. Pode ser utilizado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma área que considere fatores

físico-naturais e socioeconômicos para avaliação das possibilidades de uso do território e dos recursos naturais. Ainda que haja, de acordo com os objetivos e métodos de cada estudo, certas lacunas em determinados fatores como o planejamento ambiental do uso do solo de uma bacia hidrográfica (BOTELHO, 1999).

Para um eficiente estudo de avaliação em qualquer ramo da ciência desenvolvido no âmbito de uma bacia hidrográfica, dentro de uma abordagem de planejamento ou gerenciamento ambiental, é necessário e indispensável conhecer e ter domínio de conceitos de qualidade ambiental, risco ambiental, capacidade de suporte e monitoramento ambiental (PIRES e SANTOS, 1995).

Qualidade ambiental pode ser compreendida como a soma dos padrões encontrados em uma série de componentes que nos cerca e influencia diretamente ou indiretamente a vida, a exemplo da qualidade da água, do ar, do solo, etc. Entretanto, é comum hoje, nas grandes cidades brasileiras, este conceito ser confundido com qualidade de vida, uma vez que o cidadão toma como variáveis as condições dos custos com transporte, energia e alimentação, mas não costuma perceber a importância das funções ambientais para o bom funcionamento dos processos ecológicos, e por consequência para as condições de vida da sociedade (NUNES, 2001).

Capacidade de suporte refere-se as características dos recursos naturais (solo e água) e pode ser entendido como o momento no qual a estrutura de um ecossistema é degradada e suas funções comprometidas por consequência da redução da qualidade ambiental. Por isso capacidade de suporte é a máxima população, animal ou humano, que um dado território pode suportar. Este é um conceito ecológico que está relacionado à capacidade de um ambiente suportar certo número de indivíduos, que é limitado pela disponibilidade de algum recurso ambiental (alimentação, água, espaço e abrigo) (MOTA, 2001).

Risco Ambiental deriva de modificações, naturais e tecnológicas (desmoronamentos, enchentes, contaminação e poluição), o que implica a possibilidade ou a probabilidade de ocorrência de impactos ao meio

ambiente. Dentre outros graus, estes podem ser negativos e positivos. Quando as alterações são negativas devem ser identificadas, analisadas, mapeadas e manejadas para que se possa reduzi-las ou mesmo anulá-las (PIRES e SANTOS, 1995).

O monitoramento é de fundamental importância em qualquer ramo da ciência que trate as questões experimentais, em especial àquelas relacionadas com o meio ambiente. Porém, a avaliação rotineira, quantitativa ou qualitativa, de qualquer forma de degradação ambiental pode ser desenvolvida através de foto aérea, imagem de satélite ou de radar, estações experimentais e hidrometeorológica, coleta de amostra de água, solo, rochas, sedimentos e seres vivos que constituem o monitoramento ambiental (CUNHA e GUERRA, 1996).

O monitoramento hídrico é um conjunto de práticas feitas sistematicamente em um corpo hídrico, no sentido de conhecer as reais condições quanti-qualitativas dos aspectos físicos, químicos e biológicos. No caso específico de um rio que é utilizado como fonte de captação, abastecimento e outros usos (uso múltiplo), a exemplo do rio Preto Candeias, a avaliação deve ser permanente. A frequência de observação pode variar no espaço e no tempo, de acordo com a homogeneidade e heterogeneidade da ocupação e uso do solo, processos que conduzem às oscilações de poluição e contaminação em uma bacia hidrográfica (MELLO e VASCONCELOS, 1998).

É importante ressaltar, considerando as etapas ou os elementos fundamentais do Planejamento Ambiental (identificação e previsão, necessidade e racionalização, avaliação ou monitoramento e controle), que certamente a avaliação, em especial do uso do solo e qualidade de água, ganhou caráter genérico e tem sido empregado para determinar diversos estudos e projetos de pesquisas de planejamento. Contudo, deve corresponder apenas a uma etapa ou fase de trabalho referente à avaliação nos estudos do meio ambiente.

3.1.3 Bacia hidrográfica: unidade espacial fundamental no planejamento ambiental

Quanto aos estudos referentes à bacia hidrográfica e aos recursos hídricos, estes têm frequentemente estabelecido confusão no que diz respeito ao entendimento dos conceitos de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica – GBH e Gerenciamentos dos Recursos Hídricos - GRH uma vez que esse trata particularmente do processo gerencial de um único recurso, “a água”, a ser realizado no âmbito de uma bacia hidrográfica.

O GBH pode ser considerado como resultado da adoção desta como unidade de planejamento e gestão dos recursos naturais (solo, ar, água, fauna, flora e outros recursos), enquanto o GRH busca o equilíbrio entre a necessidade e a disponibilidade de água (demanda e oferta) em uma bacia hidrográfica. Por isso, empregar os conceitos GBH e GRH como sinônimos implica certamente em um retrocesso conceitual, teórico e metodológico (LANNA, 1995).

No Brasil a política de recursos hídricos sempre foi realizada de forma compartimentada e não integrada. Tundisi (2003) ressalta que foram necessários mais de 50 anos para que esta forma tradicional de tratamento dos recursos hídricos fosse renovada. Atualmente partiu-se para uma abordagem integrada referente o gerenciamento, estudos e atividades ambientais relacionado ao uso múltiplo da água. Esta concepção deu à bacia hidrográfica grande destaque como unidade territorial de análise apropriada para a implementação de ações voltada para um possível desenvolvimento equilibrado entre homem-natureza. Ainda, na visão desse autor, a bacia hidrográfica apresenta vantagem e peculiaridades fundamentais para o desenvolvimento de estudos interdisciplinares que distingue esta de outras unidades espaciais:

“A bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo estender-se por várias escalas espaciais, desde pequenas bacias de 100 a 200 Km² até grandes bacias hidrográficas como a bacia do Prata (3.000.00 km²). É um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos. Oferece oportunidade para desenvolvimento de parcerias e a resolução de conflitos. Permite que a população local participe do processo de decisão. Estimula a participação da

população e a educação ambiental e sanitária. Garante visão sistêmica adequada para o treinamento em gerenciamento de recursos hídricos e para o controle da eutrofização (gerentes, tomadores de decisão e Técnicas) (TUNDISI, 2003, p. 108).”

A utilização da bacia hidrográfica como uma unidade ambiental de planejamento está na praticidade que esta oferece no acompanhamento dos processos de renovação e manutenção dos recursos. Pois é possível compreender melhor as relações entre causas e efeitos, principalmente no tocante à qualidade dos recursos hídricos superficiais, condição esta que possibilita uma tomada de decisão mais coerente pela sociedade civil organizada e principalmente poder público e executivo em caso de equilíbrio em um de seus constituintes natural e social (LANNA, 1995).

A bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial na geografia física desde a fim dos anos sessenta. Mas foi no final da última década, de fato, que esta passou a ser incorporada amplamente em pesquisa nos diversos campos das ciências ambientais, como unidade fundamental de planejamento territorial. O que ocorreu com a aprovação da Lei 9.433 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos no momento em que se configura a apropriação de uma parcela desse espaço através do uso e ocupação do solo (BOTELHO e SILVA, 2004). Porém, independente de ser adotada legalmente como uma unidade ambiental de análise por excelência, esta condição se faz presente através de seus limites topográficos, que são aqueles que se apresentam de forma materializada em sua constituição física (LAMONICA, 2004).

Os limites topográficos funcionam como divisor natural de água e representam uma linha imaginária rígida em torno de uma determinada área da superfície terrestre, concretizando no meio ambiente os limites que dividem (fronteira natural) as precipitações (chuva) que vão alimentar um, ou outro sistema fluvial perene ou intermitente. A topografia também determina a localização da área da nascente e da foz ou confluência das unidades conhecidas por bacia hidrográfica. Em termos gerais há um elenco de conceitos que procuram definir bacia hidrográfica e em sua maioria têm

como base essencial de referência os “limites topográficos” (LAMONICA, 2004).

Do ponto de vista da hidrologia aplicada, a bacia hidrográfica é caracterizada como uma área de captação natural de água da chuva que converge os escoamentos para um único ponto de saída. Em função dessa peculiaridade a bacia compõe-se essencialmente de um conjunto de superfícies e vertentes e de uma rede de drenagem formada por uma diversidade de cursos de água que confluem até resultar um curso único no exutório¹⁷. Esta pode ser ainda considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo canal principal (SILVEIRA, 2000).

Em outra linha de abordagem a bacia é definida como uma área da superfície terrestre limitada pela altitude (picos, colinas, serras), ou seja, pela topografia local que drena por um canal (curso fluvial) ou através de um sistema conectado de canais um considerado volume de efluente hídrico, este vertendo através de uma única saída, como propõe Netto (1998, p. 97 e 98):

“Encostas, topos ou cristas e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbanos e áreas irrigadas, entre outras unidades espaciais, estão interligados como componentes de bacias de drenagem. A bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas.”

Ainda, algumas propostas relacionam a bacia hidrográfica com uma determinada região¹⁸, ocorrendo confusão de conceitos. A exemplo da Bacia Amazônica, muitas vezes confundida com a Região Amazônica. Neste sentido, a bacias hidrográfica, pluvial e de drenagem são confundidas, vindo de encontro a proposta de Chistofoletti (1980, p. 102) quando este define a bacia hidrográfica simplesmente por uma área drenada por um determinado

¹⁷ Surgência ou fonte natural resultante do afloramento da formação aquífera subterrânea (GUERRA e GUERRA, 2001).

¹⁸ Lencione (1999), em sua obra sobre Região Geográfica, concebe Região como a parte da totalidade do espaço geográfico, onde este presente a sociedade. Isso porque viver significa conhecer o espaço circulante e produzir interpretações a partir das mais simples experiência. Portanto, o conceito de região existe enquanto espaço social criado pela ideologia e conhecimento do homem.

rio. Este em suas reflexões afirma que é: "... um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial".

De acordo com Botelho (1999) uma bacia Hidrográfica que drena uma determinada porção da superfície terrestre pode estar inserida em outra bacia de maior tamanho e ainda conter um número variado de bacias de menor dimensão. Estas são denominadas de sub-bacias, a exemplo da sub-bacia do rio Madeira que está inserida na bacia do Amazonas. A este respeito Bentes - Gama (2005) conceitua sub-bacia como toda área com drenagem direta ao curso principal de uma bacia cujas dimensões podem variar aproximadamente entre 100 Km² a 700 Km². Portanto, um conjunto de sub-bacias formam uma bacia hidrográfica.

A atual proposta de subdivisão do sistema de drenagem do território rondoniense, onde a bacia hidrográfica do rio Candeias foi compartimentada em Alto rio Candeias e Baixo rio Candeias, é no mínimo uma aplicação conceitual equivocada, considerando que estes equivalem a um mesmo canal, que por sua vez drenam água para uma bacia de maior porte: bacia do rio Jamari. Para uma proposta de políticas de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, pode ser adotada esta subdivisão, mas não deve ser considerada como bacia a partir da nomenclatura Alto e Baixo, uma vez que os afluentes da sub-bacia formam uma unidade hidrológica de maior tamanho (FERNANDES, 2000).

Cabe, nessa análise, salientar que a temática sub-bacia hidrográfica é relativamente nova, pois a bibliografia disponível sobre experiências teóricas e concretas que poderiam ser utilizadas com maior envergadura é rara, principalmente quanto à metodologia para elaboração de planos de divisão de bacias hidrográficas.

A partir de uma concepção sistêmica Rodrigues e Adami (2005) opõem-se as propostas clássicas que definem bacia hidrográfica, considerando esta como uma área superficial drenada por uma rede de cursos fluviais interligados. Assim como também afirma que o uso dos termos bacia hidrográfica e rede de drenagem, área de drenagem, enquanto

sinônimos, comum em algumas literaturas relacionadas às ciências de Terra, é um equívoco conceitual nesta temática.

Para dirimir estas confusões Rodrigues e Adami (2005) consideram a bacia como um geossistema com dimensões espaciais que agrupam certo volume de material, especialmente sólido e líquido com delimitação interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento da água, oriunda dos fenômenos atmosféricos, interferem no fluxo de matéria e energia de um rio ou uma rede de canais fluviais. Incluindo, portanto, os espaços de circulação, armazenagem e de saída da água e de materiais por ela transportado. Estes, apesar de tratarem a bacia como um sistema, trazem alguns traços das definições tradicionais. E Ainda que esta traga algumas impressões no tocante a delimitação externa de bacia hidrográfica subterrânea ou aquífera hidrogeológica, geralmente não coincide com os superficiais.

A partir da criação do Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica – PNMH, implementado através do Decreto Lei Nº. 94.076 de 5 de março de 1987, a terminologia microbacia difundiu-se pelo País, sobretudo no sul e sudeste brasileiro. No PNMH a microbacia foi definida como correspondente a uma área drenada por um curso de água e seus afluentes a montante de uma determinada seção transversal para o qual converge às águas que drenam a área considerada (BRASIL, 1987). Quanto a esta definição Botelho (1999) enfatiza que não há um conceito para microbacia hidrográfica enquanto unidade ambiental da análise e tampouco de planejamento.

A microbacia hidrográfica é considerada como uma unidade mínima delimitada com base na classificação de uma bacia de drenagem em seus diferentes níveis hierárquicos, fracionando-a até a menor porção possível. Esta proposta contradiz a definição clássica de bacia hidrográfica e conseqüentemente a noção de microbacia aplicada ao desenvolvimento de inúmeras pesquisas nos últimos vinte anos (BERTONI E LONBARDI NETO, 1993).

Atualmente uma outra concepção de microbacia está atrelada a dimensão, para área de estudo ou de pesquisa. Porém, esta ainda não está pré-fixada, a exemplo de Duarte *et al.* (2004), que, em seu estudo considera uma microbacia a área de 262,25ha, correspondente ao rio Timbaúba no Estado na Bahia. Enquanto Araújo *et al.* (2002) consideram uma área de 12.556 ha., o que corresponde a área da microbacia do riacho de areia no sul da Bahia.

Bentes - Gama (2005) considera a bacia hidrográfica como uma unidade geográfica ideal para caracterizar, diagnosticar, avaliar e planejar o uso dos recursos naturais (água e solo). Diante disso define microbacia como sendo toda área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, e ainda afirma que várias microbacias de tamanho igual ou menor que 100Km² formam uma sub-bacia.

Segundo Freitas e Kerr (1996) a área da microbacia pode ser estabelecida ou delimitada dependendo do objeto de estudo que se pretende desenvolver. Entretanto, existem algumas sugestões que consideram a microbacia de até 25 Km² fundamental para os estudos hidrológicos e entre 10 a 50 Km² para o planejamento e conservação do meio ambiente.

Atualmente a definição de microbacia está fortemente relacionada a proposta de planejamento e conservação ambiental, sobretudo do meio rural. Mas esta deve estar relacionada a bacia hidrográfica como condição essencial ao estabelecimento da área cuja extensão é função da análise de alguns elementos que estarão envolvidos na pesquisa, a exemplo da metodologia empregada na avaliação dos recursos naturais e tempo disponível para o desenvolvimento do estudo, conforme em suas reflexão advoga Bertoni & Lombardi Neto (1993, p.334) que:

“A microbacia hidrográfica, unidade básica das atividades é entendida como uma fisiografia drenada por um curso de água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem direta ou indiretamente para um leito ou outro espelho de água, constituindo assim uma unidade ideal para o planejamento integrado e estudos e aplicação de manejo dos recursos naturais.”

Embora o termo microbacia não possua uma definição muito precisa, pode ser compreendido a partir da definição de bacia hidrográfica, que integra uma visão de conjunto no conhecimento do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas. Isso porque mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações e efeitos, principalmente nos fluxos de descarga de carga sólida em suspensão, dissolvida, etc. Em função dessa realidade e em virtude do processo de ocupação e uso do solo ocorridos no interior da microbacia do rio Preto Candeias braço direito (Taboca) nos levaram a adotar esta unidade espacial como adequada para estudos de avaliação e monitoramento do uso atual do solo e as implicações que esta utilização pode trazer aos recursos hídricos superficiais.

3.1.4 Água

O uso racional da água e sua conservação é um dos principais desafios rumo ao abstrato desenvolvimento sustentável dos recursos naturais. Isto porque a água constitui um insumo fundamental à todo ser vivo, configurando-se elemento insubstituível para a manutenção de qualquer forma de vida, além de proporcionar relativa estabilidade energética ao meio ambiente.

É um mineral líquido formado por dois átomos de hidrogênio (H_2) e um de oxigênio (O_1), estes elementos constituem uma molécula unida quando são ligados quimicamente através de uma ligação covalente, onde cada átomo de hidrogênio e de oxigênio têm um elétron comum. Apesar da simplicidade de sua fórmula química (H_2O) é surpreendente que apesar dos avanços tecnológicos e científicos ainda não tenha sido possível produzi-la artificialmente. No entanto, em laboratório, é possível alterar as propriedades da água, melhorando sua qualidade, a exemplo da redução da quantidade de sódio (Na) totais dissolvidos através do processo de dessalinização (REBOUÇAS, 2004).

Este é certamente o mineral mais abundante e importante existente na superfície terrestre. Através de pesquisas verificou-se que a quantidade total estimada de água, em todos os seus estados físicos (sólido ou congelada, líquida e gasoso ou vapor), presente na biosfera, é cerca de 1.386 milhões de Km³, valor que tem permanecido de modo aproximadamente constante durante os últimos 500 milhões de anos. Todavia, a distribuição deste recurso não é homogêneo quanto a sua potabilidade e disponibilidade, uma vez que mais de 97,5% do volume total de água da Terra é salgado e encontra-se estocada, formando os oceanos e mares. Apenas 2,5% formam a água doce disponível. Deste percentual a maior parcela (68,9%) forma as regiões geladas ou polares, as geleiras e neves permanentes presente nos cumes dos picos mais altos existentes no Planeta Terra. O restante, 29,9%, cerca de 0,5% do total da água doce, estão armazenadas nos reservatórios naturais subterrâneos, 0,9% estão confinadas no solo e nos pântanos e somente 0,3% preenche rios e lagos. Esta, na verdade, cobre mais de 70% da superfície da Terra e é o composto químico majoritário no controle hidroclimático por reter grande quantidade de calor (REBOUÇAS *et al*, 2002).

Há três atributos básicos diretamente inter-relacionados à água: quantidade, qualidade e regime. Este último traduzido basicamente por sua disponibilidade temporal. Tais atributos, como mencionado, estão conectados, influenciando-se mutuamente, por isso, qualquer alteração na salubridade da água de um rio pode modificar a capacidade de depuração e, conseqüentemente, a qualidade da água. Modificações na sazonalidade do ciclo hidroclimático e no regime de um curso fluvial podem levar a efeitos deletérios na época de cheia e, por conseguinte na de estiagem. Assim como rios com água de melhor qualidade podem atrair muitos usuários, levando com o tempo à degradação *quanti-qualitativa* do sistema ambiente da bacia como um todo (LEAL, 1998).

A água, em razão das características hidroclimáticas influenciadas por diferenças latitudinais e altitudinais, pode apresentar variabilidade espacial global regional e local. Neste particular Tundisi (2003) argumenta

que o Brasil, País de grande dimensão continental, potencial e disponibilidade hídrica, apresenta desigualdade na distribuição natural de água por região, assim como na oferta conforme a densidade populacional.

No cenário mundial, o país ocupa uma posição de destaque, privilegiada em relação aos demais países da América do Sul quanto à descarga hídrica (água doce) produzida ($177.900 \text{ m}^3/\text{s}$ mais $73.100 \text{ m}^3/\text{s}$ da Amazônia internacional). O que representa aproximadamente 53% ($334.000 \text{ m}^3/\text{s}$) da disponibilidade hídrica existente no América Latina, respectivamente 12% do total mundial ($1.488.000 \text{ m}^3/\text{s}$). Entretanto, a distribuição deste volume não é homogênea, pois a maior disponibilidade hídrica, da ordem de 78% do total nacional, concentra-se nas bacias hidrográficas presente na região Norte (Amazônica, Tocantins e sub-bacia do Madeira). Nesta região a densidade populacional é da ordem de $5 \text{ hab}/\text{Km}^2$. Ao contrário do que ocorre nas bacias que abrangem a região Sudeste (Paraná, Atlântico Leste e Nordeste), que representam aproximadamente 27% dos recursos hídricos brasileiro e concentram 95% de toda população (SETTI *et al.*, 2001).

Aparentemente o território brasileiro dispõe de água de boa qualidade em abundância, idéia que impulsiona culturalmente o uso excessivo e conseqüentemente o desperdício. Este mito tem contribuído para escassez quantitativa e principalmente qualitativa dos recursos hídricos. Neste aspecto, as questões relacionadas à escassez, decorrem fundamentalmente do crescimento acentuado das demandas localizadas e da degradação da qualidade da água, sobretudo superficial, por conseqüência dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola, como afirma Tucci (2002, p. 267): “A expansão do uso da água sem uma visão ambiental produz deterioração dos mananciais (superficiais e subterrâneos) e a redução da cobertura de água segura para população (escassez qualitativa)”.

Os ambientes aquáticos, com a intensificação do processo de ocupação e uso do solo, passaram a servir de reservatórios temporários ou finais de uma grande variedade de contaminantes e poluentes, lançados em

grandes quantidades no solo ou diretamente nos corpos líquidos superficiais. Desta forma Rodriguez (2001) argumenta que a degradação do ambiente aquático, provocado em sua maioria pelas atividades desenvolvidas pelo homem, direta ou indiretamente por meio da introdução de substâncias químicas (orgânicas ou inorgânicas), pode produzir efeitos insalubres, tais como: prejuízo aos seres vivos, perigo à saúde humana, efeitos negativos nas atividades aquáticas (pescas, lazer, etc.) e prejuízos à qualidade dos recursos hídricos com relação ao uso na agricultura e outras atividades economicamente sustentáveis.

Do ponto de vista qualitativo a água é caracterizada a partir de três fatores: estéticos (cor, odor, sabor, turbidez, etc.), fisiológicos (toxidade, patogenidade, salinidade, etc.) e ecológicos (pH, oxigênio, particulados dissolvido e suspenso, produtividade de nutrientes e orgânicos). Os estéticos alteram os aspectos físicos, visíveis e têm consequência exclusivamente aos usos e consumos humanos. Os fisiológicos estão relacionados com a saúde dos seres vivos, principalmente do homem e animais, e os ecológicos com a preservação da vida contida nos ecossistemas terrestres, para os quais direta ou indiretamente a água de qualidade é imprescindível para seu bom funcionamento (BRANCO 1991). Esta temática abrange diversos campos do conhecimento e por isso, nesta dissertação, optou-se por alguns parâmetros dos fatores estéticos e ecológicos (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, turbidez, etc.).

Conforme quantitativo de minerais dissolvido, a água pode ser classificada em três tipos principais: a) *salinas*, quando esta apresenta salinidade igual ou superior a 30‰; b) *salobras*, ao apresentar taxas de salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰; c) *doce*, aquelas com salinidade inferior a 0,5‰ (BRASIL, 2005a). Neste sentido Barbosa e Santos (2005) argumenta que embora a água seja abundante, na superfície terrestre é pequena a sua disponibilidade para o uso do homem, especialmente do tipo doce. E os rios, igarapés e lagos são as formas mais utilizáveis de captação e abastecimento, ao mesmo tempo mais vulneráveis à poluição e contaminação.

A legislação brasileira, na esfera Federal, através da Resolução Conama nº. 357/2005 e na esfera Estadual pela Lei 547/97¹⁹, definem os padrões de qualidade de água para aplicação em determinados usos e consumos. Esta última estabelece cinco classes de qualidade para os corpos hídricos interiores localizados na área de jurisdição do Estado de Rondônia. Destas, quatro pertencem à classe Especial (de 1 a 4) e são destinadas ao abastecimento doméstico com ou sem restrições ao uso e consumo. A quinta classe é para uso predominantemente não consultivo. Além disso, foram definidos os requisitos para cada uma das classe, ou seja, os parâmetros e indicadores relativos ao seu uso (BRASIL, 2005a; RONDÔNIA, 1997b).

A expressão qualidade da água não se restringe a um grau de pureza absoluta, mais sim a um padrão equivalente ao encontrado em condições naturais, isto é, tal como se encontra nas nascentes antes da interferência do homem. Além disso, há um grau de pureza desejável, o qual depende do seu uso ou consumo Branco (1993).

A qualidade das águas depende principalmente das condições geológicas, geomorfológicas e de cobertura vegetal da bacia hidrográfica, assim como do comportamento dos ecossistemas terrestres, de água doce e das ações do homem. Dentre as ações do homem que mais podem influenciar a qualidade da água, destacam-se os lançamentos de cargas nos sistemas hídricos, alteração do uso do solo rural e urbano e as modificações no sistema fluvial (TUCCI, 2001).

A qualidade da água pode ser avaliada através de medidas quantitativas como determinações físicas e químicas na água e em materiais particulados ou testes bioquímico-biológicos (medidas de DBO₅ testem de toxicidade). Ou através de medidas semi-quantitativas tais como: índices

¹⁹ O Decreto Lei nº. 7.903 de 01 de julho de 1997, dispõe sobre a proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhorias da qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia que classifica os corpos hídricos em: Artigo 7º: § I – classe Especial – sem prévio ou com simples filtração e posterior desinfecção; § II Classe 1 – uso após tratamento simplificado, filtração e cloração; § III classe 2 - Uso após tratamento convencional; § IV classe 3 – sem tratamento e § V classe 4 – água destinada aos usos menos exigentes também sem tratamento (RONDÔNIA, *Op. cit.*).

bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies, odor, etc. Tais determinações podem ser estabelecidas diretamente no campo e no laboratório (RODRIGUEZ, 2001).

A redução na qualidade da água está relacionada com a proximidade da rede de drenagem natural com a fonte de poluição e/ou de contaminação. A determinação do grau de insalubridade deve estar associado ao tipo de uso do solo. Assim, de um modo bastante simples, o termo poluição é definido como sendo a alteração das características físicas, químicas e biológicas que prejudicam um ou mais tipos de usos da água (BASSOI e GUAZELLI, 2004).

O termo poluição pode ser atribuído a uma ruptura no ritmo harmonioso de um ecossistema, seja natural ou antrópico. Porém, pode ocorrer contaminação do ecossistema aquático de um rio sem que haja poluição (BARBOSA e SANTOS, 2005).

Do ponto de vista espacial, a poluição da água pode ser pontual ou difusa. O processo pontual se deve ao despejo de efluentes (carga de detritos) industrial e residencial que atingem os corpos hídricos através da rede de esgoto cloacal ou pluvial. O difuso se deve ao escoamento rural e urbano distribuído ao longo da bacia de drenagem (TUCCI, 2003)

O comprometimento do grau de potabilidade da água para fins de uso múltiplo é decorrente da poluição causada por diferentes fontes, tais como: efluentes domésticos (orgânicos, microorganismos e patogênicos), efluentes industriais (orgânicos e inorgânicos) e deflúvios superficiais urbanos e agrícolas. Este último composto por partículas sedimentares, nutrientes, agro-químicos e excremento animal. Há um consenso geral, pela comunidade científica, que a atividade agropecuária (uso do solo destinado à agricultura e pecuária) destaca-se na contaminação dos cursos de água perenes, sendo uma atividade com elevado potencial de degradação e que a qualidade da água é um reflexo da forma de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica (MERTEN e MINELLA, 2002).

A degradação da água através da contaminação superficial pela agricultura decorre principalmente devido ao uso inadequado dos solos. É

comum na atividade agrícola, em regiões úmidas, o aporte de produtos agroquímicos (pesticidas, fungicidas, fertilizantes) empregados no controle de pragas e na correção de solos. Estes contaminantes são disponibilizados por meio do escoamento superficial e percolação aos cursos fluviais.

A poluição ocasionada pela atividade primária no meio rural, proporcionando redução na salubridade dos recursos hídricos, pode ocorrer, como já mencionado, na forma pontual e difusa (TUCCI, 2003). A primeira refere-se a contaminação proveniente da criação de animais, praticado geralmente no sistema confinado ou semi-confinado, a exemplo da avicultura, suinocultura, bovinocultura leiteira, etc. Estas produzem elevado quantitativo de resíduos orgânicos e muitas vezes descartados diretamente no meio ambiente.

A bovinocultura, apesar de praticada principalmente na modalidade extensiva (criação solta no pasto natural ou plantado), é motivo de preocupação, não somente pelo avanço do desflorestamento da vegetação natural, mas devido ao aumento do efetivo e número de estabelecimentos com estruturas para confinamento temporários da criação nas proximidades de mananciais, onde são lançados os dejetos produzidos sem qualquer tratamento prévio (RONDÔNIA, 1997a).

Merten e Minella (2002) argumentam que os resíduos orgânicos produzidos pela pecuária principalmente a suinocultura são geralmente ricos em nitrogênio, fósforo, potássio e outros elementos, e seu material orgânico apresenta uma alto DBO_5 . Estes são responsáveis pela maioria dos impactos aos ecossistemas aquáticos superficiais, uma vez que altas taxas de fósforo causam eutrofização das águas e o DBO_5 diminuição do percentual de oxigênio disponível.

Caber ressaltar que este estudo não tem a pretensão de classificar o grau de pureza ou de potabilidade, conforme padrão estabelecido pela legislação vigente sobre o assunto. Mas, tão somente, avaliar e discutir de forma integrada a qualidade da água em diferentes classes de uso do solo (agrícola e pecuária) e suas implicações ao meio ambiente na microbacia do rio Taboca.

3.1.5 Aspectos conceituais de uso do solo

A qualidade da água dos rios no meio natural é resultado das características fisiográficas (clima, geologia, relevo, solo, vegetação) que predominam na formação de cada paisagem. Mas, o uso do solo através do desenvolvimento agropecuário, altera sensivelmente a composição físico-química e biológica dos recursos hídricos naturais.

Desse modo, entender os conceitos de “uso do solo” e da terra, bem como suas aplicações práticas no meio ambiente, é fundamental para a tomada de decisão, escolha e eleição das técnicas a serem utilizadas no processo de avaliação das implicações quantitativas e qualitativas referente ao grau de pureza da água disponível para uso e consumo em uma bacia hidrográfica. Estes termos têm sido empregados de forma genérica para distinguir as diversas formas de ocupação do espaço geográfico, agrícola e urbano de uma determinada região da superfície terrestre.

Palmieri e Larach (1996) e Oliveira (2000) esclarecem que o conceito de “uso do solo”, largamente utilizado pelas ciências exatas e da terra, possui significado mais restrito, pois este faz referência a palavra solo (pedon), estando relacionado como um conjunto de corpos naturais tridimensionais resultantes da ação integrada dos elementos do meio físico (bióticos) contendo matérias vivas (abióticos) com capacidade de suportar plantas. Enquanto a expressão “uso da terra”, formada pela palavra primitiva terra, possui significado mais abrangente, podendo ser compreendida também por solo e os vários atributos existentes em uma área e região geográfica, como os substratos geológicos e hidrológicos, além de resultados das atividades sociais, econômicas e culturais desenvolvidas pelo homem.

Frequentemente algumas literaturas consideram a expressão uso da terra como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, ou seja, é a utilização cultural da terra (NASCIMENTO e GARCIA, 2004). A partir dessa concepção Ross (1995) justifica a importância do levantamento do uso da terra, a medida que os efeitos do uso mal planejado causam

deterioração ao meio ambiente, com processos que provocam erosão, inundação, assoreamento dos cursos de água e redução qualitativa da água.

Alguns estudos empregam o termo “uso do solo” para designar a forma pela qual o espaço geográfico é ocupado e organizado, considerando tantos os elementos do meio físico natural quanto as atividades que vêm sendo desenvolvidas pelo homem numa determinada região geográfica. Outros consideram o uso solo como um dos recursos essenciais no meio de produção de gêneros alimentícios e matéria prima, devendo ser conduzido através de técnicas que proporcionem a sustentabilidade das atividades produtivas para garantir o equilíbrio ambiental dos agroecossistemas (OLIVEIRA, 2000).

Aguiar (2000) e Escada (2003), estudando as diversas formas e a evolução dos padrões da Terra no sudoeste Amazônico, colocam que o termo Uso do Solo refere-se aos propósitos humanos cuja finalidade é ocupar uma superfície agregada a uma dada cobertura, como exemplo: pecuária, recreação, conservação, áreas residenciais e áreas agrícolas. Neste caso, um único grupo de cobertura pode suportar múltiplos usos do solo e ao mesmo tempo um único sistema de uso pode incluir diversas coberturas, podendo combinar áreas cultivadas com pastagem, bem como áreas de reserva e áreas construídas. Porém, as mudanças no uso normalmente acarretam modificações na cobertura do solo, mas podem ocorrer transformações na superfície sem que isto signifique alterações no seu uso.

Considerando as colocações dos autores, compreende-se que as expressões uso do solo e uso da terra, apesar da distinção semântica e conceitual, estão intimamente relacionadas, uma vez que as atividades desenvolvidas pelo homem em sua maioria ocupam uma porção geográfica da Terra sob um determinado tipo de solo, independente dos aspectos naturais e artificiais que neste predominam.

Neste estudo optou-se por utilizar o termo uso solo, pois os problemas de qualidade da água na área de estudo podem vincular-se a

ausência de uma política desenvolvimento eficiente voltado ao planejamento, manejo e conservação solo.

Em decorrência do padrão do uso do solo que predomina em uma determinada área ou unidade territorial geográfica de análise, a água, principalmente dos rios, pode ser impactada de forma a atingir índices biogeoquímicos insalubres para uso e consumo humano. Estas mudanças negativas ocorrem em diversos rios, com diferentes dimensões, localizados próximos à grandes centros urbanos onde apresentam altos níveis de degradação, a exemplo dos rios Tietê, Paraíba do Sul, Pinheiro, Cuiabá, dos Tanques, Machado ou Ji-paraná e Urupá. Ao mesmo tempo se observa que em alguns rios localizados fora de áreas industriais, onde a atividade agropecuária é destaque, que estes começam a ser modificados. Estes impactos aquáticos são motivos de preocupação em nível nacional e mundial. E, em virtude desta situação a atividade de monitoramento (avaliação) está crescendo rapidamente e tem sido amplamente incentivada por organizações nacionais e internacionais, dentre as quais a Organização Mundial de Saúde – OMS, que dita uma série de padrões de potabilidade de água com resultados e inúmeros limites de qualidade, o que ultrapassa mais de 100 padrões (RODRIGUEZ, 2001).

Ballester *et al.* (2002) estudando a composição biogeoquímica dos sistemas fluviais dos principais tributários que forma a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, esclarecem que a maior parte da variações observadas na qualidade da água neste ecossistema pode ser explicada pela mudança espaço-temporal no uso da cobertura do solo. Ainda considera que os principais fatores que determinam mudanças na composição química das águas superficiais são: remoção das florestas nativas associada à exploração das áreas agrícolas e urbanas, que resultam na alteração das entradas e ciclos de nutrientes e no ciclo hidrológico.

Arcova e Cicco (1999), ao avaliar fatores que influenciam a qualidade da água de duas microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica e duas onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva na região de Cunha, no Estado de São Paulo, observou que nas

pequenas unidades geográficas de análises, cuja paisagem natural encontra-se relativamente intacta, alguns parâmetros físicos e químicos, como: temperatura da água, oxigênio dissolvido – OD, Turbidez, cor aparente e condutividade, mantiveram-se relativamente estáveis com valores inferiores aos da microbacia onde predomina o uso agropecuário.

Donadio *et al.* (2005), ao estudarem a influência da ação antrópica na qualidade da água em quatro mananciais (nascente), dois com presença de vegetação natural remanescente e dois com predominância de atividades agrícolas na microbacia hidrográfica do Córrego Rico, concluíram que a presença remanescente de vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos. Assim como as características do solo e seus diferentes usos influenciam na variação qualitativa da água desta microbacia. Afirmam ainda que em nascentes onde ocorre a conversão da vegetação natural por lavouras, variáveis como cor, turbidez, alcalinidade, nitrogênio total e fósforo são os principais elementos químicos de degradação das águas superficiais.

Castro e Mendonça (2004), avaliando os impactos das atividades humanas sobre os recursos hídricos de pequenas bacias hidrográficas na região serrana do Estado do Espírito Santo, confirmam que o acréscimo das concentrações de sólidos dissolvidos contribui para o aumento da condutividade elétrica. O mesmo acontece com a turbidez, que por consequência do elevado percentual de sólidos em suspensão carregados para os cursos de água devido à falta de proteção do solo, causam depreciações estéticas e ecológicas da água.

Alberti *et al.* (2004) analisaram as condições ambientais e sua influência na variação limnológica na microbacia hidrográfica do arroio Sangra Alberti, localizada na região central do Rio grande do sul, e argumentam que as bacias, enquanto unidade territorial de análise geográfica é um sistema aberto, por isso, as causas e as soluções da poluição não são encontradas com avaliação única da água. Ao mesmo tempo, apontam que os núcleos urbanos desprovidos de sistemas de tratamento e controle de efluentes domésticos, industriais e agropecuários são responsáveis pelo desequilíbrio ecológico dos sistemas aquáticos. E

esclarece que a recuperação e preservação de mananciais podem ser realizadas através de medidas simples, porém eficazes, a exemplo do reflorestamento das margens dos cursos de água, conforme legislação do Código Florestal 4.771/65. Outras medidas, mais complexas, podem ser necessárias para mitigar os impactos causados ao meio ambiente pela expansão da urbanização, como a implantação de estações de tratamento e decantação de esgoto.

As florestas representam em grande parte uma proteção efetiva na minimização e em alguns casos anulação de processos de perda de solo, principalmente em bacias onde as atividades agropecuárias são praticadas sem manejo sustentável do solo. Do mesmo modo que a falta de política de saneamento básico, realidade presente na maioria dos municípios brasileiros, é um dos fatores que mais tem contribuído na degradação do solo e do meio ambiente como um todo.

3.1.6 Reflexões a partir da microbacia como unidade básica de gerenciamento hídrico em Rondônia

No que tange as definições de bacia, sub-bacia e microbacia hidrográfica, a mais simplificada, delineada no tratado de “Jay²⁰” no século XVII, precisamente em 1794, pelo EUA e Inglaterra e as propostas mais modernas empregadas largamente no planejamento e gerenciamento em nível internacional, a bacia é considerada como uma unidade sistêmica ambiental. Nos diferentes ramos da ciência, como na política social legislativa, não há uma definição precisa para a expressão bacia e suas divisões hierárquicas espaciais (SETTI, 2000). Conceitualmente as inúmeras definições variam epistemologicamente na forma literária, não em conteúdo.

A legislação brasileira de recursos hídricos é considerada por muitos especialistas e cientistas políticos internacionais, a exemplo do ex-secretário Nacional de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente

²⁰ Tratado firmado entre nações anglo-saxônicas, visando a liberação da navegação de rios e afluentes entres Norte Americanos e Ingleses, onde bacia foi definido como: “Conjunto hidrológico formado pelo rio e seus afluentes” (SETTI, *Op. cit.*).

(SNHR/MMA, 2001) Raymundo José Santos Garrido, com uma das mais modernas, trazendo estância inovadora como os comitês de Bacia, esta não apresenta com clareza o conceito de bacia hidrográfica e bacia hidrogeológica, uma vez que esta última geralmente transcende as unidades superficiais. Basta observar a alusão feita no Capítulo III, art. 37 nos parágrafos I e II da Lei 9433/97, que categoriza a totalidade dos cursos de água como “bacia”, os tributários como “sub-bacia” e os tributários desses tributários como “microbacia hidrográfica”.

Apesar dos fundamentos da Legislação de Recursos Hídricos (Título I, Capítulo I, Art. 1º, Parágrafo V) considerarem a bacia hidrográfica como Unidade Territorial para implementação das Políticas e Sistemas Nacionais de Recursos Hídricos, esta não contempla a bacia como Unidade Básica para qualquer planejamento e conservação dos recursos. Ao contrário da Lei nº. 8.171 de 1991, que dispõe da Política Agrícola, onde no Capítulo VI, que versa sobre a Proteção ao Meio Ambiente e da Conservação dos Recursos Naturais, Art. 20, onde a bacia hidrográfica é considerada como Unidade Básica de planejamento do uso e da conservação dos recursos naturais. Dentre estes a água.

A política Estadual de Recursos hídricos, que cria o sistema de gerenciamento e o fundo de recursos hídricos, instituída através de publicação da Lei Complementar nº. 255, de 25 de janeiro de 2002, regulamentado pelo Decreto nº. 10.114 de 20 de setembro do mesmo ano, está basicamente calcada na legislação federal de recursos hídricos. Destaque no Capítulo IV, Seção I, art. 14º, onde a bacia e a sub-bacia hidrográfica são tomadas como a unidade espacial fundamental para o planejamento e gerenciamento desta política (RONDÔNIA, 2002b).

Esta também não apresenta claramente uma proposta que defina bacia hidrográfica ou hidrogeológica. Além disso, foi retirada do escopo desta norma a possibilidade de criação de uma política de gestão hídrica e de criação de comitê ou comitês de microbacia. Pois no seu capítulo II, referente o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/RO), Seção IV (Dos Comitês de Bacias Hidrográficas) art. 12º. e

20º., estabelece somente duas hierarquia de comitês: Bacia e sub-bacia hidrográficas Estaduais, ignorando a possibilidade de um consócio de gestão e gerenciamento a partir de uma microbacia.

Sobre este ponto de vista, é bem verdade que a adoção da bacia hidrográfica como célula básica para o planejamento e análise ambiental permite uma maior coerência na implementação de um modelo de gerenciamento, gestão e monitoramento (avaliação) dos diversos componentes e dos processos relacionados a interação homem-natureza que nela ocorrem. Esta, enquanto unidade de análise dos fenômenos geográficos admite uma visão sistêmica e integrada de ambientes, das implicações e controle de oferta e demanda de recursos naturais, em especial de água.

Possibilita uma abordagem eficiente da qualidade da água, bem como a identificação das causas e efeitos e posteriormente a execução de medidas corretivas visando atingir um grau de pureza da água, esta uma vez contaminada. Mas não pode ser negligenciado a complexidade que apresenta no momento da implantação de um modelo de gestão e gerenciamento aos moldes da legislação de recursos hídricos vigente. Pois há uma dualidade entre a escala natural, imposta pela rede de drenagem, que não se superpõe às fronteiras políticas administrativas nacionais (estadual, distrital, municipal) e até internacionais, dificultando a aplicação e o cumprimento de normas regulamentadas e agregação de dados e informações a serem levantados para subsidiar a confecção de instrumentos de gestão dos recursos hídricos (MASSON, 2005; BOTELHO e SILVA, 2004).

Há um consenso na comunidade científica (determinismo territorial) que a bacia hidrográfica é a unidade territorial, nas quais todos os atores naturais e humanos se inter-relacionam de maneira mútua e intrínseca, dentro da visão holística de meio ambiente (RODRIGUEZ, 2001). Mas paira uma dúvida que de imediato surge como um problema crucial, observado no rol de definições já apresentados sobre esta expressão. Quando adotar a bacia, sub-bacia e microbacia na execução de modelos de

gerenciamento, avaliação e controle de um determinado fenômeno relativo aos recursos naturais?

Na realidade esta questão (escala) não é um problema eminentemente restrito à ciência geográfica, mas esta incerteza também se observa na hidrologia, na hidrogeologia, na engenharia ambiental e na Geociência. Dificuldade que passa a existir no desenvolvimento das diferentes etapas de uma pesquisa em diferentes campos científicos.

A escala²¹ de análise, termo incorporado ao imaginário da ciência geográfica, nos remete a uma reflexão longínqua das idéias de representação puramente matemática dos fenômenos (sociais e naturais), que circunda acepção de bacia hidrográfica e suas hierarquia, principalmente no cenário Amazônico, como afirma Castro (1995, p. 127):

“Na realidade, todo fenômeno tem uma dimensão de ocorrência, de observação e de análise mais apropriada. A escala é também uma medida, mas não necessariamente do fenômeno, mas aquela escolhida para melhor observá-lo, dimensioná-lo e mensurá-lo. Não é possível, portanto, confundir a escala, medida arbitrária, com a dimensão do que é observado.”

Lacoste (1988) propõe uma classificação em categoria de nível espacial de análise, que corresponde a sete ordens de grandezas essenciais para a percepção das diversidades dos fenômenos em nível global, regional e local:

— Na primeira ordem de grandeza espacial a dimensão se mensura em “dezenas de milhares de quilômetros”, a exemplo da divisão continental, oceanos e das zonas hidro-climáticas;

— A segunda ordem de grandeza, onde as dimensões referem-se a milhares de quilômetros enquadra-se nesta escala de análise: os mares, as grandes cadeias de montanhas como a cordilheira do Himalaia,

²¹ Racine *et al.* (1983) ratificam que na Ciência Geográfica não é possível avaliar diretamente uma distribuição qualquer sem levar em conta a escala. Os autores esclarecem que a dispersão dos fenômenos apresentam formas grupadas ou concentradas na medida em que se amplia a escala de estudo. A diminuição progressiva da escala aumenta a probabilidade de homogeneidade do espaço estudado. A questão que se coloca nesta passagem de uma escala para outra é se as modificações na natureza ou na medida de dispersão serão previsíveis. Pois a tendência de homogeneização dos fenômenos cresce na razão inversa da escala, regra válida tanto na escala cartográfica quanto na escala geográfica (esta estruturada por abstração sucessiva).

Rochosas e os Andes, além da rede de drenagem oriunda desses complexos geológicos (bacia hidrográfica Amazônica). A terceira ordem de grandeza é aferida em centenas de quilômetros e corresponde aos domínios morfo-climáticos, fitogeográfico e fitoecológicos, etc., as grandes bacias hidrográficas regionais, a exemplo das bacias hidrográficas dos rios Negro, Solimões-Amazonas, Tapajós, Tocantins-Araguaia, Juruá, Purus e do Madeira.

_ A quarta ordem de grandeza, de numerosa extensão que chegam até “dezenas quilômetros” e restringem as sub-bacias regionais como as Bacias hidrográficas dos rios Guaporé, Mamoré, Jamari, Roosevelt e Machado.

_ A quinta ordem de grandeza, ainda mais numerosa, última divisão em “quilômetros” cabe as análises dos fenômenos em escala local. Nesta estão todas as 42 sub-bacias previstas na proposta estadual de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Alto rio Madeira/RO. Também o complexo de microbacia rio Preto Candeias (dentre outras de mesma dimensão) onde se localiza a micro-unidade hidrográfica de estudo. Faz parte dessa os municípios, os núcleos urbanos e as cidades de suporte socioeconômico local (Ji-paraná, Cacoal, Vilhena, Ariquemes, G. Mirim, etc.).

_ A sexta e sétima ordem de grandeza, composta de um inumerável conjunto de dimensões, a medição é realizada em metros, escala de análise dos fenômenos pontuais dentro de uma lógica socioeconômica e natural. A exemplo dos cursos de drenagem que compõem a área urbana: igarapé dos Tanques, Igarapé do Batestaca.

O complexo sistema de drenagem da bacia hidrográfica Amazônica, de segunda ordem de grandeza, é formado por distintos centros de conexão, acumulação e dispersão do fluxo de água. No cenário regional as bacias do alto rio Madeira/RO juntamente com a do Alto Juruá/AC e Purus/AC de terceira ordem de grandeza constituem grandes centros dispersores (fornecedores) de fluxo de água do sul e sudoeste Amazônico,

responsáveis por uma parcela considerável no balanço do ciclo hídrico do rio Amazonas.

A manutenção destes não é realizada exclusivamente pela descarga líquida, proveniente do degelo e do grande volume de precipitação que ocorrem no reverso da Cordilheira dos Andes, mas também pela água drenada de milhares de pequenos núcleos de dispersão (perenes e intermitentes) de quarta a sexta ordem de grandeza (sub-Bacias e microbacias) que contribuem para manutenção hídrica local e regional.

Na perspectiva de implementação de uma política Estadual de planejamento, gerenciamento e gestão dos recursos hídricos, onde a bacia é a unidade espacial a ser adotada, a microbacia hidrográfica passa a ser a unidade de análise apropriada em uma visão sistêmica na percepção dos micro-fenômenos que emanam das atividades humanas sobre a natureza. Isso porque, na hierarquia genética dos corpos de água a bacia hidrográfica do Alto rio Madeira/RO é privilegiada, pois além de ser um centro de acumulação de água regional é por excelência um ambiente rico em mananciais ou nascentes. Portanto, se imaginarmos uma pirâmide de distribuição hídrica natural semelhante à de população, tendo com referência a bacia Amazônica, proporcionalmente a BHAM/RO apresentaria uma base e topo relativamente homogênea no tocante ao quantitativo de cursos de água e de nascentes.

Esta discussão certamente está longe do esgotamento teórico quanto a escala de análise e de representação gráfica, que nada mais é de que o resultado dos fenômenos analisados em um plano vertical e algumas vezes horizontal, a respeito da temática que envolve a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise. Porém, as abstrações teóricas apresentadas acima remetem a uma reflexão de que o poder público, essencialmente Estadual, deve centrar esforços no sentido de rever a política de regulamentação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos de Rondônia. Principalmente no quesito estruturação de comitê de bacia, bem como no enquadramento dos corpos de água onde esta não apresenta os limites e padrão de potabilidade de água a serem considerados

na avaliação do controle e monitoramento da qualidade da água superficial e subterrânea no território rondoniense. Incorrendo no equívoco de pensar que todos os cursos de água existentes nos diversos ecossistemas brasileiro apresentam os mesmos padrões físico, químico e biológico. Não obstante, a promulgação da Lei dos Recursos Hídricos do Estado de Rondônia, concebida no seio da sociedade, significa um grande avanço na descentralização política, administrativa e financeira dos recursos hídricos.

CAPÍTULO 4

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização Geográfica

O estudo foi realizado na microbacia do rio Preto Candeias Braço direito é regionalmente denominada pelos colonos de rio Taboca. É importante afluente e formador da margem direita do rio Preto Candeias, localizada na porção Centro-Norte de Rondônia na Amazônia Ocidental, com uma extensão aproximada de 145,508 Km², delimitadas pelas coordenadas geográficas: 8° 48' 42" e 9° 39' 00" de latitude Sul e 63° 42' 17" e 63° 33' 31" de longitude Oeste (Fig. 4.1)

A área de estudo faz parte do complexo de sete microbacias que formam a bacia hidrográfica do rio Preto Candeias, afluente do alto rio Candeias, que regionalmente faz parte da bacia hidrográfica do rio Jamari, afluente da margem direita do Rio Madeira que constitui a sub-bacia 15 na divisão da bacia hidrográfica Amazônica Brasileira.

O rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca) é formado pela junção do igarapé Taboquinha que nasce no alto da Serra de Massangana a 192 metros de altitude, próximo a linha C70 do projeto de Assentamento Dirigido Marechal Dutra no município de Ariquemes/RO e pelo igarapé Formigão, que tem suas nascentes na zona de contato do complexo geológico Massangana e Jamari, com 125 metros de altitude nas proximidades da linha C90 do PAD – Marechal Dutra já nos limite do município de Alto Paraíso/RO.

O rio Taboca tem como principal afluente o igarapé Corgão, com nascente na linha C95 e que serve de fonte de captação e abastecimento de água para as propriedades situadas na porção sudeste da microbacia

avaliada. Este desemboca nas adjacências da linha C115 na área do Projeto de Assentamento Alegria do Alto rio Preto. A partir desta junção o rio Preto Candeias Braço Direito serve de limite político administrativo entre os municípios de Alto Paraíso/RO, Candeias do Jamari/RO e Itapuã do Oeste/RO.

Após percorrer cerca de 100 km o rio Taboca se junta ao rio Preto Candeias Braço Esquerdo na área do Assentamento Vale do Jamari, nas imediações da linha 631, no município de Candeias do Jamari e forma o rio Preto Candeias, que deságua no Rio Candeias próximo ao núcleo urbano de Candeias do Jamari.

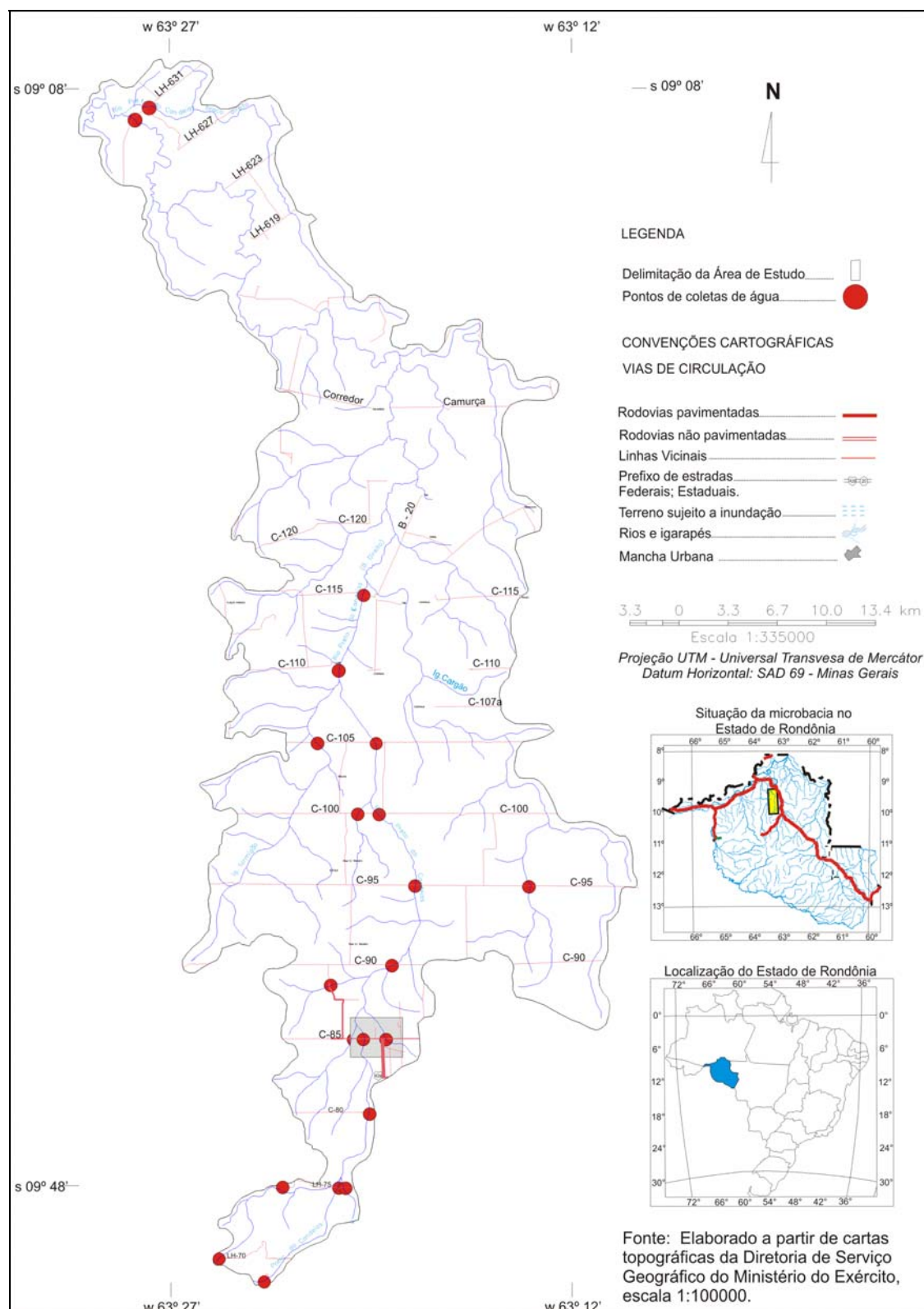


Fig. 4.1 – Localização da área de estudo

4.2 DESCRIÇÃO DO MEIO FÍSICO

4.2.1 Geologia e Hidrogeologia

Para o entendimento do uso atual do solo na microbacia hidrográfica de análise é imprescindível saber como esta se originou. Isto significa conhecer a história geológica e a composição litológica local, uma vez que o solo é constituído por materiais oriundos do processo de intemperismo das rochas.

A rede de drenagem que forma a microbacia de estudo, da nascente até próximo ao núcleo rural de Triunfo, apresenta evidências de maciços geológicos pertencentes a borda noroeste do escudo do Brasil - Central (Província Estrutural do Tapajós), composta essencialmente de rochas e estruturas arqueanas pertencente ao Domínio Tectônico Estratigráfico Ariquemes-PortoVelho. A foz é localizada em uma estreita faixa da bacia geológica Amazônica localmente denominada de bacia sedimentar da formação superficial onde predominam rochas e estruturas sedimentares do Terciário e Quaternário. Este domínio apresenta localmente três unidades litológicas: o Complexo Jamari (associação de rochas mais antigas da área de estudo), *Younger granites* de Rondônia que é um grupo de rochas de grande importância econômica no campo de exploração mineral (cassiterita e topázio) e a Suíte Alto Candeias formada por tipos rochosos muito apreciável para uso na construção civil.

O Complexo Jamari é o embasamento regional representado principalmente por rochas ortoderivadas (associação heterogenia de rochas polideformadas) transformadas em condições P/T, apresentando variabilidade de médio para alto grau de metamorfismo. É composta por gnaisses, migmatitos, granitos, anfibolitos e granulitos que formam o maciço observado em diversos locais na bacia hidrográfica rio Jamari, de onde provém a denominação. Esta associação de rochas no espaço analisado

serve de substrato para a deposição de sedimentos e de encaixamento para o afloramento de granitos de Rondônia (SCANDOLARA, 1999).

A tipologia petrográfica dominante são quartzos, feldspato alcalino e plagioclásio, que são elementos majoritários e têm como minerais mais comuns a biotita e hornblenda. Os sienogranitos e quartzo ocorrem como cristais hipidioblásticos a xenoblásticos de dimensões extremamente variadas, exibindo diferentes intensidades dos efeitos de tensões internas. Apresentam rochas polimetamórficas, charnoendesbitos, anfíbolitos magmáticos e granulitos, havendo zonas graníticas e/ou granodioríticas e faixas de quartzodiaritos, com metamorfismos nas fácies, anfíbolitos e granulitos (SCANDOLARA, 1999).

A descoberta de cassiterita no então Território Federal de Rondônia, no início da década de 50, despertou grande interesse econômico e técnico científico, sobretudo, na determinação da composição mineralógica das áreas geneticamente relacionadas a corpos graníticos intrusivos provenientes de rochas gnáissicas, a exemplo do “Younger granites de Rondônia” e “Granito Intrusivo Alto Candeias”.

Os granitos intrusivos existentes na área da nascente do rio Preto Candeias, da mesma origem geológica dos granitos intrusivos do maciço Alto Candeias, são delimitados por um pequeno corpo de dimensão batolítica, exibindo contorno alongado na direção (W E), sendo sua verdadeira extensão ainda desconhecida. Embasamento que Bettencourt *et. al*, (1997) fundamentado nos dados geocronológicos classificou em suas análises geológicas de Suíte Intrusiva Alto Candeias.

Basicamente este maciço é composto por rochas de granito porfíricos²² de granulação média e grossa, podendo apresentar textualmente materiais equigranulares em granulação fina e média. Prevaecem rochas com cristalização muito fina, a exemplo dos aplitos que são constituído de minerais de quartzo, feldspato alcalino e pequena quantidade de mica, sendo a mais freqüente a moscovita e o sienito. Caracteriza-se pela baixa ou relativa ausência de quartzo e freqüência de

²² Porfírica: arranjo dos minerais numa rocha.

hornblenda. Esse granito caracteriza-se quimicamente por rochas subalcalinas compostas com um conteúdo principal variando de 68,4 a 74,6% de quartzo e entre 8,5 a 9,2% de feldspatos potássicos, padrão geoquímico que se assemelha a outros granitos existentes em Rondônia (SCANDOLARA, *Op., cit.*).

O *Younger Granites* de Rondônia – Nyg é um conjunto de rochas intrusivas que possuem uma ampla distribuição na porção centro-oriental do território Rondoniense. Com esta designação incluem-se vários complexos situados no domínio Ariquemes-Porto Velho, representados pelos maciços de Ariquemes, São Carlos, Caritianas, Pedra Branca, Santa Bárbara, Jacundá e Massangana. Porém, nesse trabalho, merece atenção especial o granitóide massangana, ambiente geológico onde se localiza a principal nascente do rio Preto Candeias Braço Direito.

O complexo granítico massangana apresenta forma geométrica elipsoidal (subcircular) com alongamento na direção nordeste e sudeste. É composto por um amplo batólito e Stocks epizonais multifásicos, alojado segundo o controle de alinhamento N-S e NE-SW. Apresenta dimensão de aproximadamente 900 Km² de superfície exposta. As rochas desse maciço são essencialmente granitos e sienitos, que normalmente afloram no formato de extensos lajeados nas vertentes e cristais dos morros ou na forma de blocos e matacões arredondados (ROMANINI, 1981)

De acordo com as características químicas (petrográfica) das rochas que formam o granitóide massangana, este evoluiu de episódios magmáticos em três fases intrusivos distintas. No entanto, neste estudo detalham-se somente as fases massangana e taboca. A Fase mais precoce (fase Massangana) apresenta composição mineral essencial de feldspato potássicos, quartzo, plagioclásio e biotitas, onde os acessórios mais típicos é o zircão, apatita, e fluorita. Estes exibem coloração rósea clara, textura porfíroide com presença de megacristais tabulares ou ovóides de feldspato alcalinos. A última fase com denominação geográfica de taboca é constituída por rochas sieníticas (quartzo-sienitos e quartzo-monzonitos) de afinidade alcalinas que ocorrem eruptivamente nos granitos de fase intermediária.

Este ambiente geológico surge preenchendo sistemas de fraturas ortogonais²³ com espessura menor que um metro, podendo chegar a mil metros. Esta fase possui arranjo mineralógico de ortoclásio pertítico (feldspato potássico $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 9,4 – 10,4%), plagioclásio, hornblenda e quartzo (SiO_2 entre 55 -72%) (ROMANINI, 1981).

A cobertura sedimentar indiferenciada encontra-se capeando o embasamento cristalino (complexo Jamari e Massangana), geralmente formado por uma interação complexa de materiais que variam desde cascalhos até a fração de argilas, com lateritização. As Lateritas imaturas na área de estudo representam um tipo de formação com baixo grau evolutivo.

Há também a formação de sedimentos fluviais que estão relacionados a dinâmica hidrológica da rede de drenagem local. Esta é responsável pela organização estratigráfica horizontal dos depósitos sedimentares encontrados na área de análise, cuja composição granulométrica varia de areia grossa a fina, apresentando também silte e argila.

No levantamento exploratório hidrogeológico realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais de Rondônia – CPRM, através da prospecção em 88 poços, classificou os aquíferos a partir da definição da estrutura de geológica em seis (06) compartimentos Hidrolitológicos, no qual a microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito situa-se em sua totalidade nos aquíferos fraturados descontínuos livres formados pelas rochas do Complexo Jamari, do Complexo gnáissico-migmatítico de Jaru e Complexo granulítico Santa Luiza. Neste aquífero foram perfurados 24 poços com 150m de profundidade e que revelaram uma baixa permeabilidade na recarga, uma vez que a vazão específica medida foi da ordem de $0,27\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, pouca expressiva para o abastecimento a longo prazo (BRASIL, 1998a)

Diante das características hidrogeológicas, que confere uma baixa disponibilidade de água subterrânea, para suprir suas necessidades de água, a população da área de estudo utiliza as reservas naturais de água

²³ Rompimento irregular de uma determinada superfície rochosa.

doce superficial. Esta condição nos leva a ratificar a importância de uma política de gerenciamento de recursos naturais voltada à preservação do meio ambiente em nível de microbacia hidrográfica.

4.2.2 Solos

Os solos da microbacia hidrográfica estudada é resultado da ação do clima, da decomposição da vegetação, da topografia (relevo) e do intemperismo das rochas. Esta concepção tem se sustentado e vem sendo defendida em inúmeros trabalhos internacionais e nacionais (VIEIRA, 1975). Conforme o mapeamento e classificação taxionômica realizada por Rondônia (1998b) foram identificados cinco classes de solos (Fig. 4.2): Latossolos, Argissolos (podzólicos), Litossolos e Gleissolos (Tab. 4.1).

Tab. 4.1 - Solos na microbacia Rio Preto Candeias (Braço Direito)

Tipos de solos	Área Km²	Percentual %
Latossolos Amarelo Distróficos – LAd	1.278	84,0
Latossolos Vermelho Eutróficos LVe	59,5	3,9
Argissolos Distróficos Ad	104,4	6,9
Litossolos – Re	26,8	1,8
Gleissolos – G	53,8	3,5
Total	1.522	100

Fonte: Elaborado com base em dados de Rondônia (*Op. cit*)

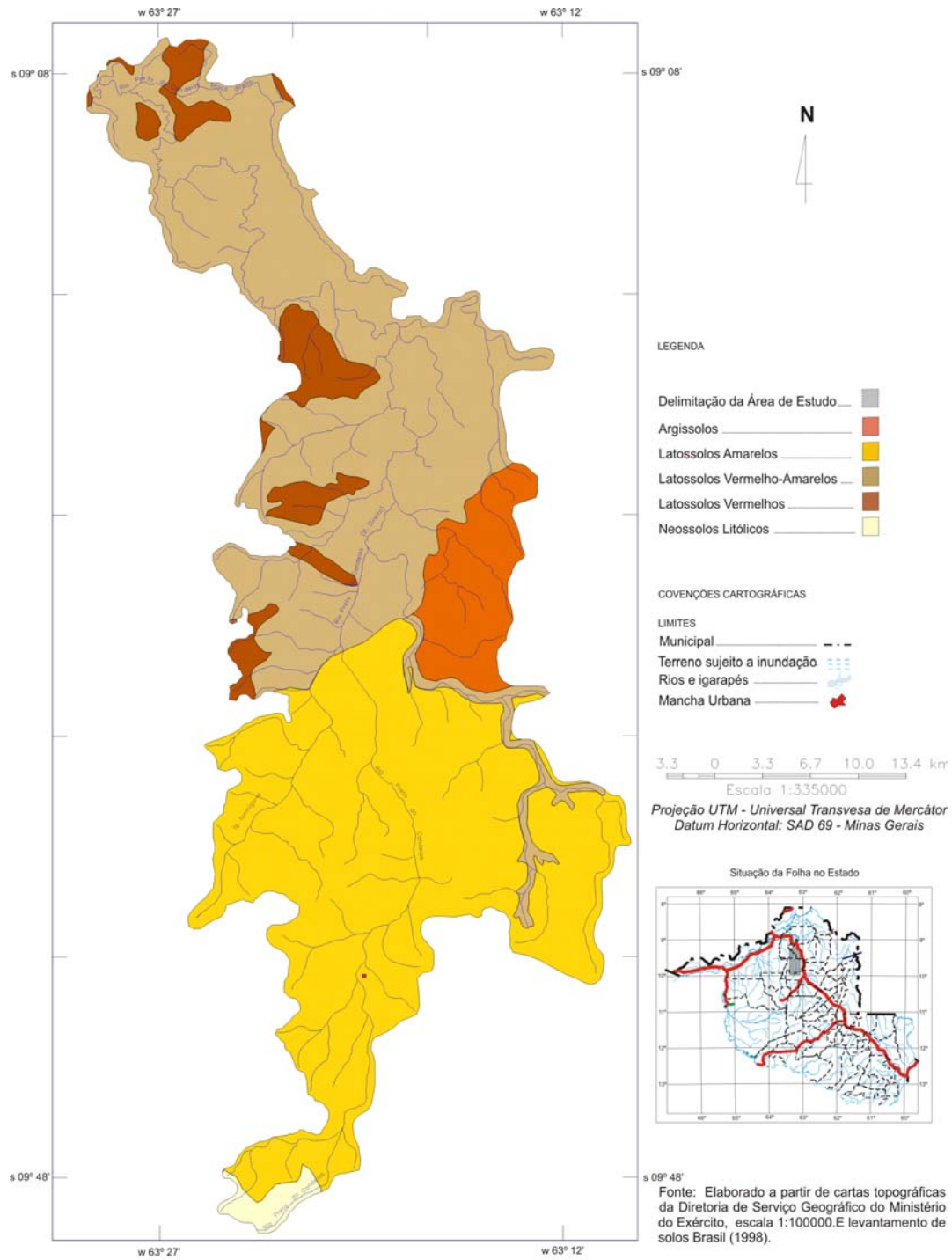


Fig. 4.2 Classes de Solos na microbacia Rio Preto Candeias Braço Direito

A partir das análises físico-químicas e na classificação taxonômica desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (BRASIL, 1999) identificou-se dois grupos pedogenéticos distintos de formação dos solos. O primeiro originário do processo de intemperismo em que a rocha matriz sofre no meio ambiente. Desse processo são derivados os Latossolos, Argilosos e Litossolos. O segundo compreende os solos cuja origem está relacionada ao retrabalhamento das partículas (transporte e deposição) de solos (hidromórficos) que por ação dos cursos de água podem apresentar encharcamento permanentes ou periódicos, influenciando a disposição das camadas ou horizontes, considerando a dinâmica hidrológica regional e local. Com estas características há, na área de estudo, uma associação de Gleissolos (ÁLVARES *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2003).

Os Latossolos (Oxisols), principal classe de solo da região, representa aproximadamente 87,3% da superfície da microbacia. São solos que apresentam horizonte B latossólico (Bw) com avançado estágio de intemperização, com formação de argila de baixa atividade e capacidade de troca catiônica entre 2,91 a 10,90. São solos geralmente ácidos ou fortemente ácidos com pH entre 3,8 a 5,6. A textura varia de média a muito argilosa (teores de argila superior a 700g/kg e areia e silte inferior a 150g/Kg), com predominância de argilominerais do grupo 1:1 (caulinitico-gibbsíticos), portanto destituído de minerais primários. Estes solos são desenvolvidos de mineral retrabalhado derivado de solos quimicamente pobres. No ambiente ocupam superfície mais elevada, planaltos, e geralmente terraços fluviais (RONDÔNIA, 1998b).

A partir destas características, derivam desse processo perfis: Latossolos Amarelo Distrófico – LAD, localizado a leste da linha C85 do PAD Marechal Dutra (perfil – 1364); a 25 Km da Rodovia BR 364, a leste da microbacia (perfil – 1383); e Latossolos Vermelho situados na linha C70 do PAD Marechal Dutra (perfil – 1957). Os latossolos, de modo geral, apresentam reduzida suscetibilidade à erosão quando recobertos por

vegetação. Ainda, a permeabilidade e drenabilidade podem oscilar de boa a irregular (Tab. 4.2)

Tab. 4.2 - Perfil Latossolos Amarelo distróficos microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Perfil	Areia	Silte	Argila	pH	CTC
1957	600	130	260	5,6	8,54
	410	130	460	4,7	4,89
	340	100	560	5,0	4,03
	340	100	560	5,0	3,02
1364	280	100	620	4,2	7,66
	210	120	670	4,5	4,80
	220	70	710	4,7	2,91

Fonte: Elaborado com base em dados de Rondônia (1998b)

Os argilossolos (Ultisols) são encontrados em áreas relativamente pouco extensas nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro Oeste, sendo muito comum no norte brasileiro, correspondendo a cerca de 6,90% dos solos mapeados na microbacia do rio Taboca. Esta classe pedológica compreende solo “não hidromórficos” constituído por material mineralizado que tem como característica pedogenética a transferência lateral ou vertical de material (matéria orgânica e óxidos de Fe e Al) do horizonte “A”. Propiciam acumulação de argila através do processo de iluviação em uma camada sub-superficial originando um horizonte B textural imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial. Em ambiente natural apresentam perfis bem desenvolvidos, profundos e medianamente profundos, bem e moderadamente drenados, com diferenciação da textura entre o horizonte superficial mais arenoso e o sub-superficial argiloso (GUERRA e BOTELHO, 1998; ÁLVARES *et al.*, 1996).

De acordo com o sistema de classificação foram observados três perfis de Argissolos, onde dois são Argissolos Vermelho Amarelo – AA, os quais estão situados na linha C105 no PAD Marechal Dutra, a 60km da cidade de Alto Paraíso/RO (perfil – 1399) e na linha C100 no PAD Marechal Dutra (perfil – 1142). O terceiro é Argissolos Vermelho Escuro, localizado no travessão das linhas C90 e C95 (perfil – 1354), aproximadamente a 10 km do núcleo urbano de Alto Paraíso/RO.

Dentre estes o perfil 1354 reflete nitidamente a importância da preservação da cobertura vegetal, em função da granulometria que predomina nestes tipos de solos onde a fração areia geralmente apresenta valores entre 800 g/kg a 460 g/kg, enquanto os percentuais de silte e argila são baixíssimos. Além disso, seu aproveitamento agrícola depende de um manejo agroquímico para aumento da produtividade, uma vez que o pH varia de muito a fortemente ácido (4,5 a 4,2) e a capacidade trocável de cátion é extremamente baixa (4,76 a 2,06). Apresentam certas suscetibilidades aos processos erosivos, que serão tão mais intensos quanto maiores forem as discontinuidades texturais e estruturais no ambiente (Tab. 4.3).

Tab. 4.3 - Perfil argissolos vermelho amarelo da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Perfil	Areia	Silte	Argila	pH	CTC
1354	840	30	130	4,5	4,76
	560	100	340	4,3	3,76
	500	100	400	4,2	2,47
	460	100	440	4,7	2,06

Fonte: Elaborado com base em dados de Rondônia (1998b)

Os solos Litólicos localizam-se na área da nascente do rio Preto Candeias Braço Direito (perfil – 1356). São pouco evoluído, geralmente rasos com no máximo 50cm até o contato com a rocha matriz, textura média a arenosa (teores areia variando de 240 kg/g a 390kg/g e argila 510kg/g a 680kg/g) e fertilidade variada, estando esta última relacionado, ao material de origem e ao clima. Caracteriza-se pela presença de um horizonte “A” sobre o embasamento do Complexo Massangana e Jamari (Tab. 4.4). Devido a pequena espessura desse solo (0 a 38 cm de profundidade) o fluxo de água em seu interior é precocemente interrompido, facilitando o escoamento em superfície gerado pela rápida saturação do solo, e em sub-superfície na zona de contato com a rocha. Circunstância que pode responder pela ocorrência de processos erosivos e assoreamento dos cursos de água na microbacia.

Tab. 4.4 - Perfil Litossolos distróficos da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Perfil	Areia	Silte	Argila	pH	CTC
1356	390	100	510	4,1	8,16
	250	100	650	4,5	2,12
	240	80	680	4,7	3,41

Fonte: Elaborado com base em dados de Rondônia (1998b).

Os Gleyssolos²⁴ (inceptisols) são solos hidromórficos mal drenados, pouco profundos, apresentando-se conforme seu material de origem em distróficos ou eutróficos. Na área de estudo encontram-se distribuídos ao longo do curso de drenagem, principalmente nas áreas que sofrem contínuos e periódicos encharcamento de água. Este subdivide em glei húmico quando o horizonte superficial (horizonte - A) apresenta uma espessura igual ou superior a 20 cm, com coloração escura e teores de matéria orgânica (MO) relativamente elevada, bem como carbono maior ou igual a 2,5% (GUERRA e BOTELHO, 1998). Entretanto, quando o horizonte superficial aparece no ambiente menos espesso, com tonalidade mais clara e com menor percentual de MO caracterizando um horizonte A moderado, tem-se o glei pouco húmico e glei pouco húmico (SILVA *et al.*, 2003).

Com essas peculiaridades há uma mancha de solo glei distróficos situada na linha C80 do PAD Marechal Dutra, cerca de 13km a oeste do travessão de acesso a cidade de Alto Paraíso/RO. Apresente textura argilo-arenosa com concentração de areia elevada (550kg/g a 510kg/g), argila um pouco inferior (380kg/g a 440kg/g) e baixíssimas disponibilidades de silte (50kg/g a 70kg). Neste tipo de solo os horizontes são muito ácidos ou extremamente ácido (4,4 a 5,2) devido a presença de MO e baixa capacidade de troca iônica, variando de 6,36 a 2,98. A coloração predominante é de bruno - acinzentado a cinzento – claro devido a pouca espessura do horizonte diagnóstico, de 0 a 10cm de profundidade e 1,47% de carbono. Este pode ser classificado de Gleyssolos pouco húmico (Tab. 4.5).

²⁴ Este tipo de solos foi encontrado na calha principal do rio Preto Candeias Braço Direito em pontos isolados não mapeados no levantamento realizados por Rondônia (1998b)

Tab. 4.5 - Perfil Gleyssolos distróficos da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Perfil	Areia	Silte	Argila	pH	CTC
1356	550	70	380	4,4	6,36
	530	50	420	4,6	4,03
	510	50	440	4,7	3,02
	530	50	420	5,2	2,98

Fonte: Elaborado com base em dados de Rondônia (1998b)

4.2.3 Clima

O clima na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca) é influenciado pelo sistema de circulação atmosférica que atua na macro-região climática amazônica. Nesta região diariamente os regimes térmicos e pluviométricos são influenciados pelos sistemas de meso-escala, destaque para os sistemas de linha de instabilidade tropical – IT que são oriundas da variação termodinâmica existe entre a massa equatorial continental e da frente polar, quando permanece semi-estacionada sobre a região amazônica. Outro sistema de meso-escala que influencia no clima da microbacia de estudo, são as frentes polares – FP estas originárias da região gelada da Antártica. Da periferia dessa região ventos polares partem periodicamente em direção ao Equador, invadindo o continente sul-americano com rajadas de ventos de oeste a sudeste que chegam a atingir até a microbacia de análise ao mudarem sua trajetória para sudeste a nordeste. O clima da área de estudo ainda é influenciado indiretamente através de convergência intertropical dos ventos alísios de sudestes e nordeste que dão origem à zona de convergência intertropical – ZCIT. Esta corrente é responsável por chuvas torrenciais no hemisfério norte, porém no hemisfério sul em particular na região norte da Amazônia sua progressão espacial é limitada, geralmente não ultrapassa o paralelo 5° de latitude sul, ficando o sudoeste amazônico especialmente onde se situa a microbacia do rio Preto Candeias - RO, sujeita apenas aos seus maiores deslocamentos, os quais são muito raros. Desse modo, as chuvas mais intensas e pesadas da região setentrional de Rondônia, dependem exclusivamente das

correntes de oeste representadas pelas linhas de instabilidade tropical e de sudeste do deslocamento da frente fria – FP.

A microbacia do rio Taboca por estar localizada nas baixas latitudes em torno dos 10° de latitude Sul e possuir regionalmente uma topografia variando em torno de 75 metros próximo a confluência com o rio Candeias e 192 metros na área das nascentes na Serra de Massangana, caracteriza-se quando ao seu regime térmico como predomínio de altas temperaturas. Sua temperatura média anual varia de 24° C a 25° C. Não são raras em qualquer mês do ano as temperaturas médias máximas absolutas diárias atingirem as 35° C. Entretanto, as temperaturas máximas e as médias apresentam uma notável irregularidade com forte queda térmica nas últimas horas das noites. Sendo em qualquer mês verificado, freqüentemente, mínimas diárias próximas a 20° C (RONDÔNIA, 1999).

As temperaturas mínimas absolutas ocorrem no inverno Amazônico, resultam principalmente da chegada do anticiclone polar (frente fria) nessa região. A mínima registrada nos últimos dois anos baixou a temperatura no espaço de análise, quando os termômetros registraram 18° C, fenômeno que se repete anualmente sobretudo nas meses de maio, junho e julho, caracterizando o período da “friagem”. Fenômeno comum nesta parte da Amazônia, como afirma Nimer (1990) que;

“Os *anticiclones polares*, periodicamente invadem o continente Sul-Americano com ventos de W a SW nas altas latitudes, mas adquirindo, frequentemente, a direção S a SE em se aproximando do trópico sobre o Território Brasileiro. Da sua origem a trajetória (W – SW), com menor intensidade, esta chega á região norte. A frente polar atinge o sudoeste amazônico, causando chuvas frontais acompanhada de queda de temperaturas, principalmente nos estados do Acre e Rondônia provocando friagem.”

Em virtude do sistema de circulação atmosférica descrita, a microbacia do rio Preto candeias encontra-se a região geografia mais pluviosa de Rondônia. Com média anual de precipitação entre 2600 mm a 2200 mm. Como esse valor a pluviosidade da área de estudo apresenta-se acima do total médio anual de 2100 mm a 2300 mm registrado na região.

Entretanto, as precipitações não se distribuem igualmente durante o ano. A maior ocorrência de chuva acontece nos meses de

novembro a março resultando numa concentração de 1437 mm, enquanto que o menor volume de eventos pluviais sucede-se no trimestre de junho a agosto, quando o ambiente torna-se geralmente muito seco registrando nesse período de relativa estiagem, chuvas inferiores a 60mm/mês.

O clima na microbacia de estudo é do tipo tropical úmido, com forte queda de precipitação no inverno amazônico, estação na qual o meio ambiente estudado apresenta três meses ecologicamente secos: junho, julho e agosto, em média sujeitos a forte desvio pluviométrico estacional, ao longo do ano, com marcante tendência a se tornar mais seco, durante todo ano, observa-se insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna, especialmente no inverno quando a temperatura mínimas noturnas descem, freqüentemente próximo a 20°C (Fig. 4.3).

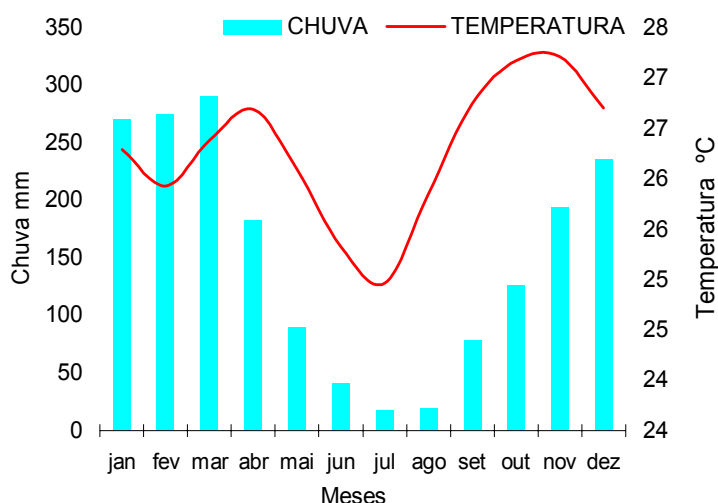


Fig. 4.3 – Média mensal de chuva e temperatura na área de estudo

Fonte: Elaborado a partir de dados da ANEEL (2003d)

O clima regional (Rondônia) é “tropical chuvoso” com duas subdivisões a Am e Aw, segundo a classificação de KÖPPEN (SUDO, 1974). O tipo Am caracteriza-se por apresentar totais pluviométricos elevados e moderados períodos de estiagem e o Aw, por totais pluviométrico anual oscilando entre elevado e moderado, com nítido período de estiagem. O do Tipo Am é identificado nas regiões do médio vale do rio Madeira além do paralelo 10° de latitude sul e o Aw na região do baixo rio mamoré e todo

vale da bacia hidrográfica ao norte da coordenada já referida. Considerando o exposto o tipo climático que impera na área analisada e do tipo Aw, pois a microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias está localizada acima do paralelo de 10° de latitude sul Schmidt (1942).

4.2.4 Sistema de drenagem natural

A rede de drenagem da área de estudo é reflexo da reunião de variáveis como: distribuição e intensidade dos elementos climáticos, temperatura e umidade, da coesão, massividade, heterogeneidade, porosidade, permeabilidade das classes de solos existentes, das propriedades físicas; tectônicas, neotectônicas e dos arranjos litológicos que constituem a geologia, bem como da inter-relação da estrutura geológica endógena, que determina as formas topográficas (relevos), e exógenas, que proporcionam a sinuosidade originando morfoestruturas e morfoesculturas da paisagem local.

A drenagem, enquanto curso de água avaliada, apresenta inúmeros sinônimos, conforme a região de origem dos habitantes que dela se serve. Esta, localmente denomina-se de *rio*, *ribeirão*, *banhado*, *arroio*, *riacho* e *igarapé*. Dentre essas o *igarapé*²⁵ é popularmente empregada pelos moradores locais para designar os cursos secundários de pequena extensão, comum na bacia Amazônica (LIMA, 2002).

Em função do fornecimento de água a drenagem apresenta trechos perenes, por exemplo, o rio Preto Candeias Braço Direito denominado pelos colonos de rio Taboca, é o nível de base local. Também

²⁵ A bacia do Amazonas-Solimões, uma das mais importantes do planeta, recebe para a sua drenagem secundária denominações tais como: *Igarapé*, como visto acima, *paraná* e *furo*. Parará são cursos de água que subdividem um rio, em razão da presença de uma ilha, enquanto furos são braços de água que ligam um curso de água (paraná) a outro ou a um lago (LIMA, 2002).

há cursos intermitentes²⁶, como é o caso do igarapé Corgão, bem como inúmeros canais efêmeros²⁷.

A rede de drenagem da microbacia é constituída por um conjunto de canais de escoamento integrado que depende não somente do regime de chuvas mais também das perdas por evapotranspiração e infiltração. Porém, a disposição espacial dos rios é controlada em grande parte pela estrutura geológica que define o padrão de drenagem local.

Considerados os padrões fundamentais de drenagem, por exemplo, os parâmetros de escoamento, gênese e geometria do escoamento fluvial, a unidade hidrológica analisada pode ser classificada de *exorreica*²⁸, pois através das conexões que esta faz com os rios Jamari, Candeias, Madeira e Amazonas deságua no oceano Atlântico (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Em relação à inclinação das camadas geológicas que compõem a estrutura litológica do rio Taboca, este pode ser classificado de *ressequente*²⁹, pois o escoamento superficial de suas águas da-se perpendicular aos rios Candeias e Jamari, de maior representatividade em termos hidrológico regional. Além disso, sua nascente está situada em níveis altimétricos mais baixos cerca de 192m de altitude no *reverso das escarpas*³⁰ da Serra de massangana, enquanto os outros dois (rios Candeias e Jamari) nascem em patamares mais elevados na frente da *cuesta*³¹ na Serra dos Pacaás Novos.

Com base na geometria dos canais e no índice de forma que confere a pequena bacia estudada um formato retangular, a rede de

²⁶ Rios que desaparecem temporariamente em virtude de fenômenos geológicos e hidrogeológicos (GUERRA e GUERRA, 2001).

²⁷ Rios de curta duração que possui água no período chuvoso e desaparece no período seco (*Ibid.*).

²⁸ Drenagem hierarquizada cujo escoamento direto o indireto organiza-se até o mar (*Ibid.*).

²⁹ Rios que correm na mesma direção dos rios conseqüentes, porém, nasce em níveis topográficos mais baixos e desemboca geralmente em um rio subseqüente (*Ibid.*).

³⁰ Lado oposto da rampa ou aclave do terreno que aparecem na bordas dos planaltos, serra e morros testemunhos (*Ibid.*).

³¹ Forma de relevo dissimétrico constituída por uma sucessão alternada das camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso e um corte abrupto ou íngreme na chamada frente de *cuesta* (*Ibid.*).

drenagem pode ser classificada de *dendrítica*³², estando adaptada as condições estruturais tectônicas e litológicas impostas pelos maciços de Massangana e Jamari, que em certos trechos originam confluências de ângulos quase retos.

A análise hierárquica fluvial foi realizada através da classificação proposta por Strahler (1984). Este atribuiu os menores canais, sem tributários (mananciais ou nascentes perenes) como de primeira ordem e da confluência de dois desse padrão forma um canal de ordem superior, ou seja, de segunda ordem, e assim sucessivamente, até o encontro desses com o mar ou uma unidade territorial hidrológica de análise de maior extensão que a considerada no estudo.

O sistema de drenagem do rio Taboca apresenta 82 canais de 1º ordem e 16 de 2º ordem, caracterizando uma unidade rica em nascentes, possuindo uma razão de bifurcação de 5,1 N_c , 5,3 N_c e 3,0 N_c para os canais de 2ª ordem (16 canais), de 3º ordem (03 canais) e 4º ordem (01 canal), respectivamente (Tab. 4.6 e Fig. 4.4).

Tab. 4.6 - Dados morfométricos da microbacia do rio Taboca

CANAIS		Comprimento Linear dos Canais (Km)	RAZÃO		
Ordem	Nº.		Bifurcação Rb	Comprimento Médio (m)	Comprimento e bifurcação
1º	82	383	-	4,66	-
2º	16	123	5,1	7,69	0,19
3º	3	67	5,3	22,3	0,54
4º	1	96	3,0	96,0	1,43
	102	670	4,46	6,56	0,73

Fonte: Elaborado por Silva, J. M.

³² Drenagem conhecida como arborescente pela sua semelhança com os galhos de uma árvore que desenvolve sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontais. Geralmente apresenta formas retangulares (*Ibid.*).

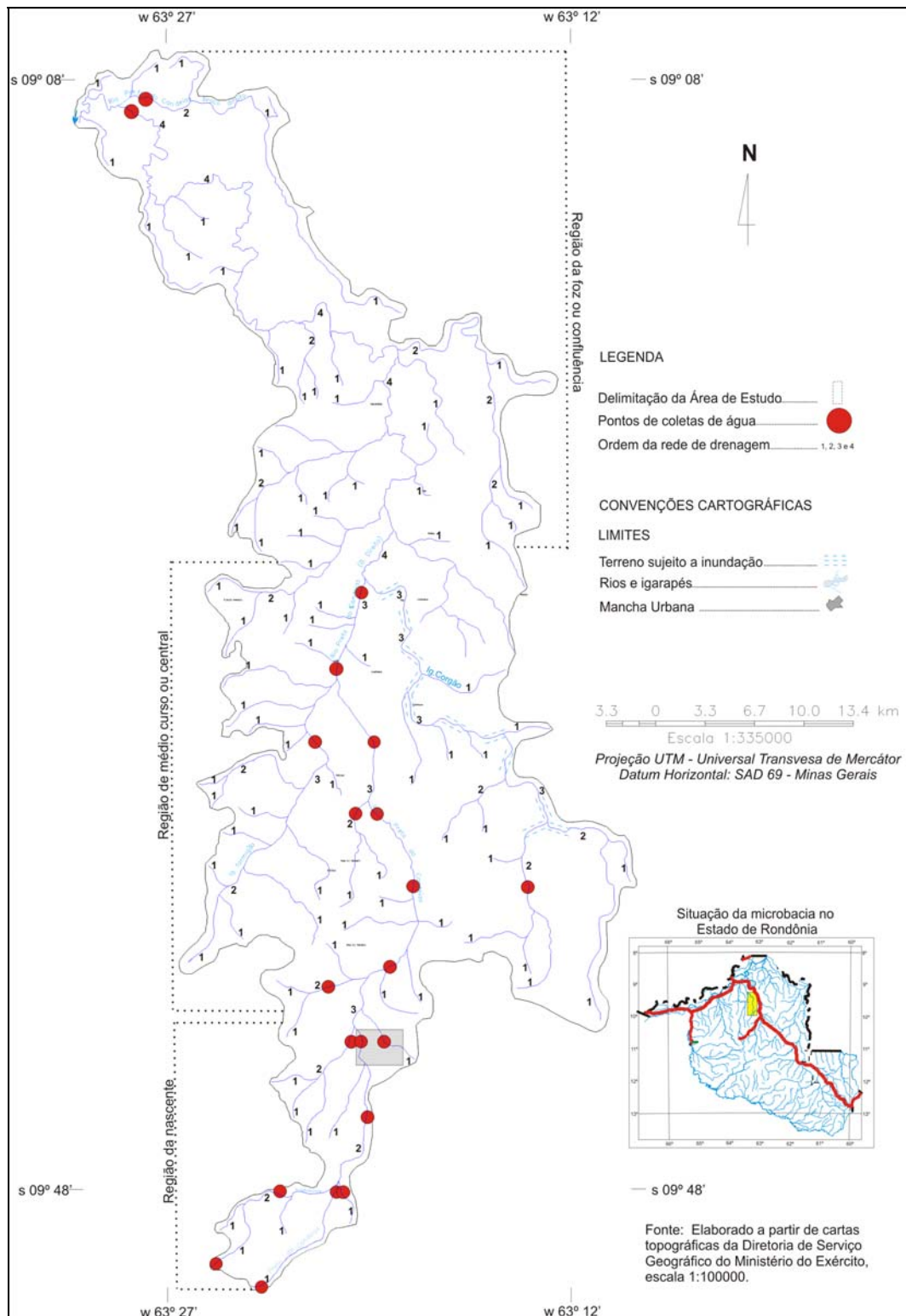


Fig. 4.4 – Rede da drenagem da área de estudo

Estudos hidrológicos desenvolvidos no noroeste da Amazônia ocidental afirmam que os rios da sub-bacia hidrográfica dos rios Candeias, unidade na qual se encontra a microbacia Taboca está submetida a um regime hidrometeorológico que controla o escoamento superficial. O período de cheia inunda o leito maior no trimestre de fevereiro a abril e no período de vazante (menor descarga líquida), volta ao seu leito menor, mantém-se encaixado, período que vai de agosto a outubro (BRASIL, 1985; MORTATTI, 1988).

A drenagem analisada é constituída por mananciais³³ do rio Taboca e está situada, em sua totalidade, no embasamento regional do Complexo Jamari e local no Massangana, onde a litologia propiciou manchas de latossolos, argissolos e litossolos, dentre outras que estão recobertas por floresta aberta com presença de matas de terra firme e periodicamente inundadas, confinadas nos leitos dos rios e igarapés.

4.2.5 Cobertura vegetal do solo

A microbacia avaliada localiza-se inteiramente na zona tropical, apresenta uma cobertura vegetal adaptada ao clima atual, definido essencialmente, como já foi mencionado, pela pouca variabilidade de temperatura (média em torno dos 25°C e 26°C) e pelos elevados quantitativos de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com pouca deficiência hídrica mensal no balanço de umidade versus temperatura anual. Esta particularidade confere a esta unidade de análise uma grande diversificação de domínios florísticos e tipos de vegetação. Neste estudo são considerados os grandes domínios fitogeográficos Amazônicos (BOHER e GONÇALVES, 1990).

Há dois grandes grupos fitogeográficos na microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito, classificado nos levantamentos de vegetação brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

³³ Porto natural de descarga de água subterrânea formado na interseção de um aquífero e da superfície do solo (GUERRA e GUERRA, 2001)

(BRASIL, 1992): a) floresta ombrófila; b) vegetação cultivada. Onde praticamente 70% da área da microbacia é composta por floresta ombrófila aberta e uma estreita porção por floresta ombrófila densa. Além disso, há presença de uma vegetação originária da atividade agropastoril (vegetação antropogênica) classificada por conversão como vegetação cultivada, que correspondentes a cerca 30% da área avaliada (Fig. 4.5).

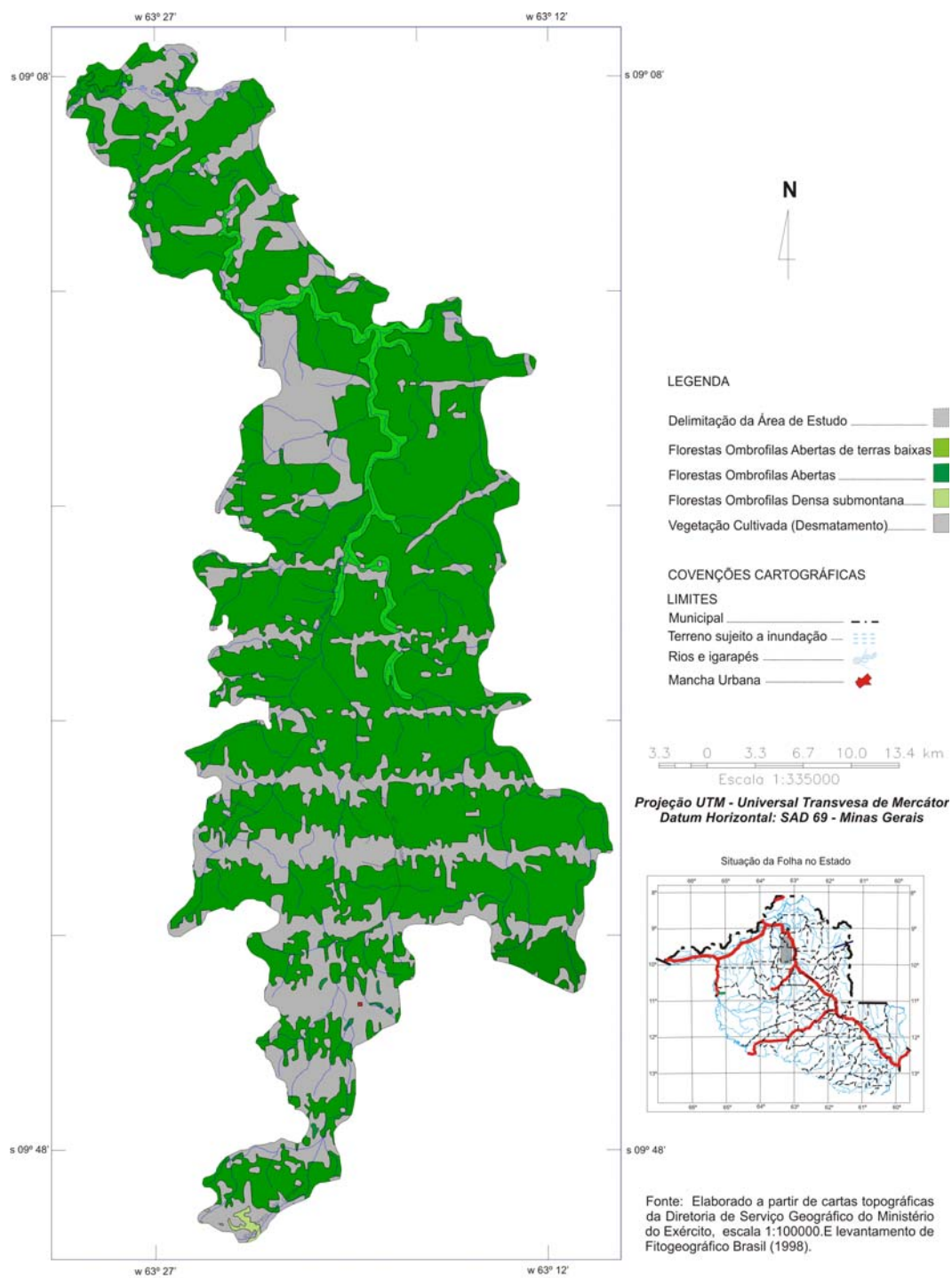


Fig. 4.5 – Cobertura Vegetal da área de estudo

A floresta ombrofila aberta encontra-se bastante alterada da nascente até a junção do igarapé Corgão. São modificações provocadas pelas incessantes atividades agropecuárias praticada desde o período de colonização nesta porção da bacia Amazônica. As poucas áreas que ainda guardam traços de floresta nativa apresentam uma composição florestal de espécies arbóreas com indivíduos distribuídos mais espaçados que os estratos de floresta densa. Os dosséis são poucos contíguos e descontínuos, permitindo a penetração da radiação solar no sub-bosque e propiciando o desenvolvimento de inúmeras espécies rasteiras que dão origem a faciação de palmeiras, babaçu e cipós, típicas neste domínio (BRASIL, 1992).

Foram identificadas duas classes taxonômicas de floresta aberta na área de estudo com peculiaridades distintas: as florestas ombrófilas abertas de terras baixas que ocupam predominantemente o leito maior (vales fluviais) bem evidente do médio curso do igarapé Corgão. Feição que se amplia pelo vale do rio Preto Candeias Braço Direito até as adjacências da confluência com o rio Preto Candeias Braço Esquerdo. Esta se desenvolve sobre solos hidromórficos de pouca profundidade, mal drenado e relevo plano não ultrapassando 100m de altitude, que periodicamente sofrem inundações no período chuvoso (outubro a abril). As espécies que se sobressaem neste ambiente são normalmente palmeiras como: buriti (*Mauritia sp*), açaí (*Enterpe sp*), patauí (*Jessenia batana*) e canaranas (denominada de taboca) do gênero dos bambusa (BRASIL, 1992)

Na área de nascente prevalece a floresta ombrofila aberta, que é intercalada com a floresta ombrofila densa, no entanto, é a fisionomia predominante e estar presente até a confluência do rio Preto Candeias Braço Direito com o rio Preto Candeias. Revesti relevos ondulados com topografia (cotas inferiores a 100m de altitude) mais acentuada que a floresta aberta de terras baixas, bem como solos relativamente rasos a profundos, geralmente latossolos e argilossolos . As espécies arbóreas mais comum são: babaçu (*Orbignia martiana*), cedro (*Cedrela Odorata*), angelim-da-mata (*Hymenolobium excelsum*) e Mogno (*Swetenia macrophylla*). As

três últimas espécies largamente exploradas pela indústria madeireira estão praticamente extintas devido a extração predatória desses arvoredos em virtude do seu alto valor comercial (BOHRER e GONÇALVES, 1990).

A floresta ombrofila densa submontana aparece em uma pequena extensão na área da nascente, sobretudo na baixas cadeias de montanhas formadas pelo embasamento geológico de Massangana e Jamari. Sua estrutura fundamental é dada pelas fanerofitas³⁴, sempre verde com fisiologia de alta transpiração e menor presença de sub-bosques que a floresta aberta.

Este domínio de vegetação apresenta espécies que raramente ultrapassam 30m de altura, formando basicamente quatro multi-estratos: a) árvores emergentes que sobressaem por cima do dossel da floresta; b) constituído por árvores formando uma cobertura vegetal³⁵ quase uniforme, o estrato propriamente dito desse domínio fitogeográfico; c) submata formada por árvores menores; d) constituído por arvoretas, subarbustos e ervas mais altas. Esta fisionomia desenvolve-se em solos rasos e pouco profundos, normalmente litossolos, podendo também ocorrer em latossolos e argissolos. O relevo típico desse ambiente fitoecológico são as áreas planaltinas com topografia variando de 100m a 600m, a exemplo das colinas baixas de formação circular e estruturas plutônicas (BOHRER e GONÇALVES, 1990).

As espécies de arvoredos mais freqüentes na floresta densa submontana são o Jataí Porosa (*Diolium guianensis*), Copaíba (*Capaifera multijuga*), Táxi Preto (*Tachigalia paniculata*), Aguariquara (*Minquartia guianensis*), Ipê Amarelo (*Tabebuia Seratifolia*), Angelim Pedra (*Dinizia excelsa*), Castanheira (*Bertolletia excelsa*) e Seringueira (*Hevea Brasiliense*) (BRASIL, 1992).

³⁴ Plantas lenhosas cujos brotos de hibernação ou dormentes estão localizados mais de 25 centímetros acima do nível do chão (ART, 2001).

³⁵ O Termo Cobertura vem das ciências naturais e denota o estado físico da terra, a cobertura biofísica observada na superfície da terra (FAO, 2000). Está relacionada a quantidade de tipo de vegetação, águas e rochas (ESCADA, 2003)

O diagnóstico ambiental realizado para subsidiar o Zoneamento Sócio Econômico Ecológico de Rondônia-ZEE/RO revelou que atualmente a floresta ombrofila densa representa menos de 4% das florestas rondonienses. Este percentual pode ser atribuído ao fato que este conjunto de arbóreos e arvoretas é bastante apreciável pela indústria madeireira por seu alto valor comercial. E suas áreas são convertidas em pastagem e plantação de café, arroz, milho, guaraná e mandioca, realidade típica constatada na área de estudo (BRASIL, *Op. cit.*).

4.2.6 Estruturas geomorfológicas

O relevo da área de estudo está estreitamente relacionado aos principais traços estruturais da geologia local e dos terrenos sedimentares indiferenciados, originários de processos erosivos oriundos do intemperismo de rochas do cristalino, integrantes do Escudo do Brasil Central, dispostas respectivamente na porção meridional da bacia sedimentar Amazônica. Assim, o relevo da unidade hidrológica de análise foi agrupado em três conjuntos morfológicos: a) formação circular em estruturas plutônicas de colinas baixas; b) superfície de aplainamento; c) planície de inundáveis e vales de rios secundários.

O relevo de superfície tabular com forma circular em estruturas plutônicas originadas pelos afloramentos superficiais de materiais intrusivos encontram-se localizados na área da nascente, representados por algumas unidades entre as linhas C-70 e C-80, a 15Km ao sul do núcleo urbano do município de Alto Paraíso - RO. A sudoeste dessa cidade são observados, nas adjacências do travessão B-20, que liga a linhas C85 e c90 e também no travessão B-0, que une as linhas C105 e 110, estruturas morfológicas que neste último ponto marcam a divisão natural da drenagem local entre o rio Candeias e rio Preto Candeias Braço Direito. Estas unidades caracterizam-se por agrupamentos de colinas baixas com médio grau de dissecação em virtude da resistência do material presente nestes ambientes.

Normalmente apresentam uma topografia bem definida com altitudes aproximadas de 400m e declividades próximas aos 15% (RONDÔNIA, 1998c).

A unidade definida como superfície de aplanamento corresponde a mais de 80% do relevo da microbacia estudada. Estas formas originam-se através de processo erosivo atual e subatual elaborados regionalmente sobre litologias sedimentares indiferenciadas (Quaternários-Neogênicos). Os estudos geomorfológicos desenvolvido por Rondônia, (1998c) descreve como uma unidade extensa de áreas aplainadas cuja altimetria varia entre 200 e 300m, possuindo trechos com variado grau de dissecação, presença de interflúvios tabulares e vales, que conforme a densidade da rede de drenagem podem apresentar três distintos níveis de dissecação:

- Nível 1, de dissecação baixa com esporádica aparição de *Inselbergs* e *Tors*. Corresponde as formas de relevo de maior expressão na microbacia hidrográfica e localiza-se em ambas as margem na porção central da rede de drenagem do rio Preto Candeias. Ainda, esta unidade pode apresentar interflúvios esculpido, possuindo de 1750 a 3000m com aprofundamento de vales que na média não ultrapassa com 20m.

- Nível II, caracteriza-se por apresentar dissecação média a nenhum *Inselberg*. Compreende as unidades de relevo que ocorrem em diminutas áreas no rio Taboquinha, no sopé das colinas circulares plutônicas e na área de junção do rio Preto Candeias Braço Esquerdo e Direito da microbacia avaliada. Há presença de superfície planas e de esporádica a nenhum *Inselberg*. O nivelamento desta superfície atualmente vem sendo dessecado pelo sistema fluvial em virtude de fatores climáticos, principalmente umidade. Fato que tende a proporcionar redução na profundidade dos vales, mantendo-se inferiores a 20m e consequentemente dimensões interfluviais medianas entre 750 e 1750m.

- Nível III, com dissecação baixa e muitos *Tors* e *Hillocks*, encontra-se principalmente na porção central da microbacia de estudo. Estas unidade são bem características, pois possuem alturas médias entre 250 a 300m e superfícies planas com muitos *Tors Hillocks* residuais.

Também apresentam interflúvios entre 1750 a 3000m com aprofundamento dos vales de 20m, em média talhados por rede de drenagem com padrão subdendrítico de baixa densidade (RONDÔNIA, 1998c).

As planícies inundáveis, formadas por depósitos fluviais ocorrem com dimensões variadas nos rios principais e secundários na bacia hidrográfica amazônica. Este ambiente é resultante da sedimentação formada por argilas e siltes depositados por colmatagem nos lagos e terrenos periodicamente inundados, apresentando em locais especiais formações arenosas sob a forma de diques marginais construídos e reconstruídos a partir da dinâmica hidro-climática atuante na região (GATTO, 1990).

Na microbacia avaliada foi observada unidade de relevo classificado por Rondônia (1998c) como planícies fluviais de rios secundários. Esta se limita exclusivamente a área marginal, formada em toda extensão no igarapé Corgão, cuja extensão pode variar entre 750m a 1000m de largura. São terrenos planos, correspondendo a planícies periodicamente inundada associada a áreas alagadiças e pantanosas, formadas basicamente de sedimentos aluviais inconsolidados, principalmente de aluviões atuais, ambiente propícios ao desenvolvimento de solos imperfeitamente drenados, a exemplos dos Gleyssolos.

CAPÍTULO 5

5.1 MATERIAIS E MÉTODO

O desenvolvimento de pesquisa sobre a utilização do solo e água pelo homem, assim como a compreensão das relações entre estes elementos, contribui para expressar as condições de salubridade do meio ambiente. Com esta linha de abordagem a proposição metodológica teve início por um minucioso levantamento bibliográfico, na busca de um método adequado para avaliação em microbacia hidrográfica.

No escopo desta dissertação o objeto é o estudo do uso do solo e suas influências à transformação do meio aquático natural através da avaliação da qualidade da água na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito, denominado regionalmente por Taboca.

A base que fundamenta a execução desse trabalho esta alicerçada na metodologia desenvolvida por Panichi *et al.*, (1993), empregada no planejamento e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas na região sul do Brasil. Procedimento que se tornou importante no meio técnico científico, principalmente nos estudos (inventários) de manejo do solo agrícola e conservação do meio ambiente. Nesta linha de abordagem se iniciou os primeiros estudos envolvendo uso do solo e dos recursos hídricos adotando a bacia hidrográfica como unidade básica de análise.

Considerando a peculiaridade do meio ambiente amazônico, essencialmente da porção sudoeste dessa região, território rondoniense, onde se localiza a microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca), os procedimentos e técnicas foram adaptados com base na resolução nº. 06/2000 do Governo do Estado de Rondônia. Esta versa sobre as etapas de diagnóstico de uso e aproveitamento do solo e dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

Em virtude da legislação que regulamenta a política estadual de recursos hídricos não dispor de um padrão de classificação dos corpos de água, decidiu-se pela utilização dos limites estabelecidos em nível federal, previsto na Resolução N°. 357 de 17 de março de 2005, que substituiu a Resolução 20/86, ambas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005a). Esta dispõe sobre o classificação dos corpos de água doces interiores existentes na totalidade do território nacional. E, também, das diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água doces superficiais, bem como estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes (físicos, químicos e biológicos).

Os parâmetros a serem considerados na avaliação da qualidade da água neste estudo foram selecionados a partir do Índice de Qualidade de água – IQA, elaborado pelo Nacional Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos. Esse passou a ser utilizado no Brasil pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), onde foi adaptado da versão original para atender a realidade brasileira. Nessa adequação o parâmetro nitrito foi substituído pelo nitrogênio total e o fosfato total pelo fósforo total, mantendo o mesmo pesos de ponderação (BRASIL, 2003d)

Portanto, o IQA é composto por nove parâmetros: Oxigênio Dissolvido – OD, Coliformes Fecais – CF, Potencial Hidrogeônico – pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO_{5,20}, Temperatura - °C, Nitrogênio Total – NT, Fósforo Total – FT, Turbidez – UNT e Resíduos Total – RT, parâmetros com seus respectivos pesos (w) fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Dentre esses foram nomeados seis (06) parâmetros: oxigênio dissolvido, potencial hidrogênio, temperatura, resíduos total (total de sólido dissolvido), nitrogênio total (nitrito e nitrato) e turbidez. Além disso, foi também considerada a condutividade específica, que não faz parte do IQA na avaliação da qualidade da água superficial, mas foi incluído devido sua importância na identificação da carga iônica (íons e cátions) (CARVALHO *et al.*, 2004).

Tendo em vista a complexidade da análise em função do grande volume de dados (geologia, solo, vegetação, clima, hidrologia, agricultura, e

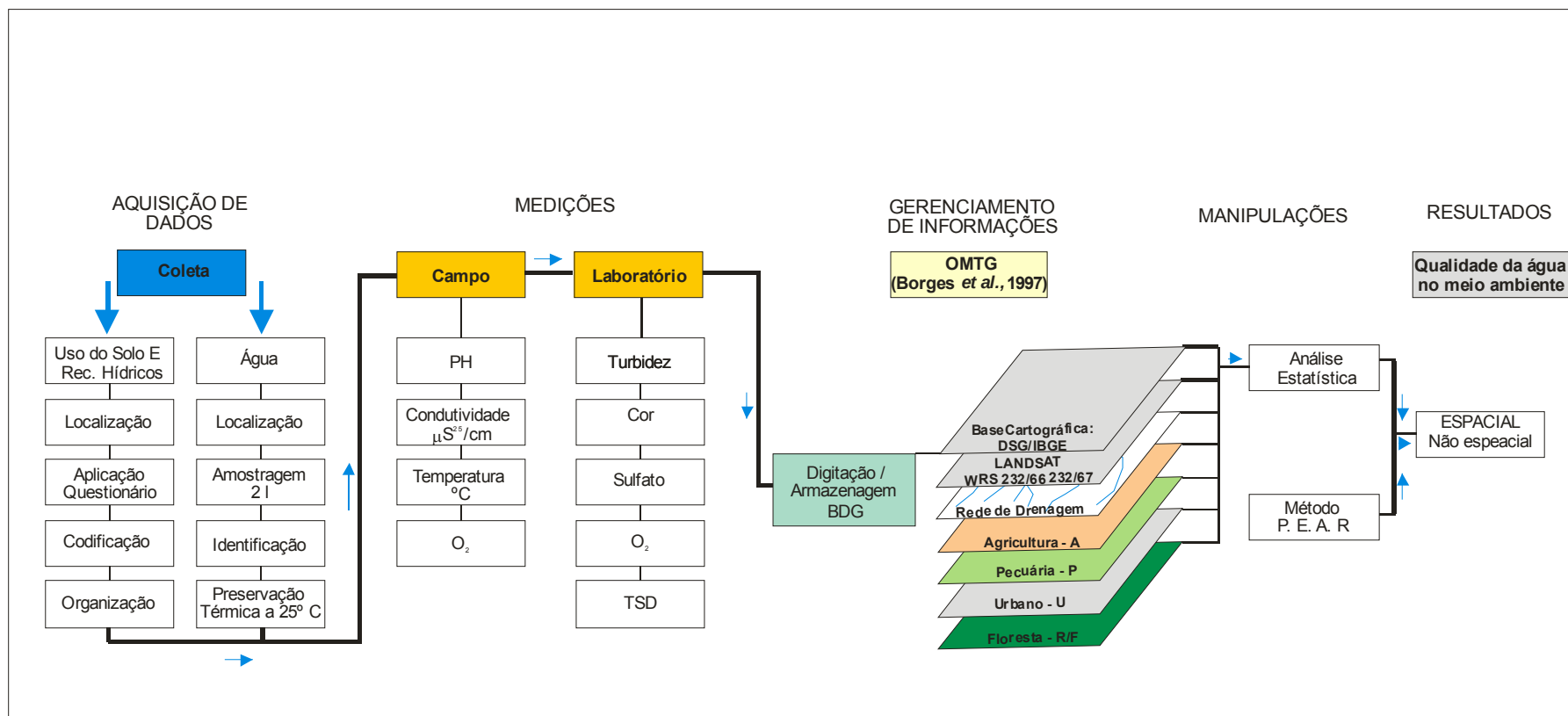
pecuária, sistema de cultivo, e de criação), foi utilizada como ferramenta de análise das variáveis os softwares: Sistemas de Informação Geográfica – SIG (*SPRING 4.2*), Sistema de Modelagem Numérica Espacial – SMNE, Microsoft Office Excel, Word, Access / SQL 7.0 XP 2003, aplicativo gráfico (*CORELDRAW 12*) e Microsoft Office Visio ferramentas (*OMT-G 2004*). Através destes foi possível uma exploração mais exaustiva dos dados, bem como, estabelecer estratégias para facilitar a tomada de decisão.

Para melhor compreensão do tema proposto, fragmentou-se a execução da pesquisa em três momentos distintos: reambulação de campo, laboratorial e de gabinete, desenvolvido de forma alternada considerando a natureza do trabalho (Fig. 5.1).

O método foi desenvolvido a partir do modelo Pressão – Estado – Resposta – PER, elaborado pela Organização Econômica para Cooperação e o Desenvolvimento – OECD em 1993, adaptado por Oliveira (1994) com a Análise Integrada do Meio Ambiente, decidiu-se propor, a nível conceitual, uma fusão com algumas adaptações para serem utilizadas em SIG (DOMINGUES e RIBEIRO, 1996). Foram incluídos como indicadores de pressão ao meio ambiente da microbacia em estudo, as classes de uso do solo (agricultura e pecuária) e os indicadores do uso da água (dessedentação de animais, abastecimento público).

Ainda, na Estrutura Principal do Método foi adicionada uma fase de avaliação Quanti-qualitativa espacial e não-espacial, aplicada em SIG. Este compatível com o ambiente computacional (Hardware e software) utilizado nesse estudo, no qual os dados foram analisados a partir do conceito de classes de dados ou informações geográficas, como afirma CÂMARA e MEDEIROS (1998, p. 6):

“O que distingue um sistema de informações Geográficas (SIG) de outros tipos de sistemas de informações são as funções que realizam as análises espaciais. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não-espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais e buscam fazer simulações (modelos sobre os fenômenos do mundo Real, seus aspectos ou parâmetros).”



Fonte: Elaborado a partir de SCHIVETTI, A. E CAMARGO, A. F. M. (2003)

Fig. 5.1 - Organograma Metodológico

Os fenômenos apresentam certa peculiaridade e distinção no espaço geográfico (microbacia do rio Preto Candeias - braço direito), estes podem ser modelados e arquivados ora como dados ora como informações. Paira sobre estes uma distinção que é essencial no processo de avaliação ambiental em SIG, uma vez que o primeiro é representado por um conjunto de valores numéricos e atributos correspondentes a descrição de uma fato ocorrido no espaço geográfico. Enquanto a informação é um conjunto ou coleção de dados que possui um determinado significado para um uso ou aplicação em particular, ou seja, foi adicionado ao dado um componente fundamental que difere ambos, a interpretação. Esta pode ser expressa de forma oral, escrita ou simbólica espacial (pontos, linhas e polígonos) (SILVA, 1999b).

Os dados ambientais avaliados na microbacia de estudo através de SIG, pertencem a três classes de dados contínuos discretos e não espaciais, onde as duas primeiras são de natureza espacial, ou seja, dados georreferenciados (coordenados latitude e longitude) ou simplesmente dados geográficos. A classe não-espacial refere-se a objetos que não possuem localização espacial associada, mas são imprescindíveis à descrição dos fatos e fenômenos da área de estudo, especificamente de um indivíduo (idade, nome, pH, valores de área, silte, argila, etc.) (CÂMARA *et al.*, 1996).

Em geoprocessamento³⁶, o espaço geográfico é modelado segundo duas visões: os modelos de campos e de objetos. Os modelos geo-campos representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço. O modelo geo-objetos representam o espaço geográfico como uma coleção de classes individualizadas (CÂMARA *et al.*, 1996). Com base nesses conceitos, optou-se pela visão de modelagem em geo-campos, em virtude que a maior parte das variáveis que representam os fenômenos naturais e antrópicos na microbacia avaliada, se distribui de forma contínua

³⁶ Medeiros e Câmara (1996) definem geoprocessamento como a disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas. O objetivo principal é subsidiar ferramentas computacionais para que as diferentes áreas do conhecimento determinem as mudanças no espaço e no tempo de um fenômeno geográfico.

no espaço geográfico, a exemplo do tipo de solo, relevo, geologia, clima e uso do solo.

É importante esclarecer que os fenômenos naturais não variam no espaço de forma abrupta e não possuem limites definidos, mas apenas gradiente de mudança (transição suave). Assim, os geo-campos podem ser representados por três categorias de dados adotados neste estudo: Temático – um geo-campo temático associa cada ponto do espaço a um tema de uma classe no mapa; Numérico – o geo-campo numérico associa a cada ponto do espaço um valor real; Imagem – Esta categoria abrange dados obtidos por meio de sensoriamento remoto pela discretização da resposta espectral de uma área da superfície terrestre. Contudo, devido a natureza dos dados de sensoriamento remoto esta pode ser considerada realmente como uma categoria de geo-campo especial (BRASIL, 2005b)

A partir desses conceitos, o método devidamente ajustado para ser aplicado neste trabalho passou a ser definido por Pressão – Estado – Avaliação – Respostas – PEAR (Fig. 5.2).

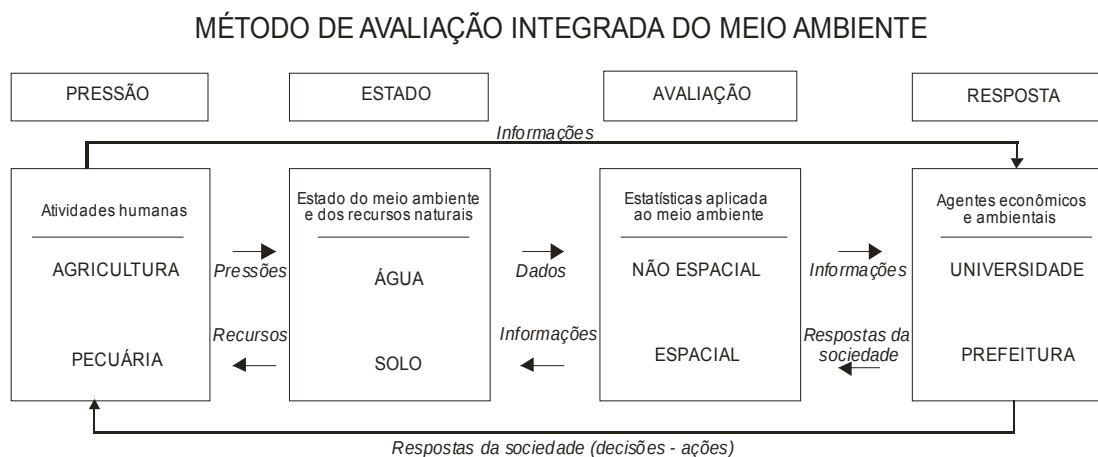


Fig. 5.2 - Organograma simplificado do método.

Fonte: Adaptado por Joiada M. da Silva com base em Oliveira (1994) e Domingues e Ribeiro (1996).

A escolha do modelo PEAR, usado na definição de indicadores de pressão referente qualidade da água versus uso do solo, como proposta de avaliação integrada do meio ambiente, parte da premissa que esse método é bastante flexível para estudos interdisciplinares, uma vez que trabalha com causa e efeito evidenciando as relações e inter-relações que se estabelecem

de forma linear ou complexa no meio ambiente (DOMINGUES e RIBEIRO, *Op. cit.*).

A “Pressão” certamente deriva das atividades humanas (produção e energia, transporte, indústria, agropecuária e outros); O “Estado” são as condições do meio e dos recursos naturais, fatores potenciais de dano e perturbações; “Avaliação” configura-se na interpretação dos indicadores (variáveis) coletados que envolvem a condição de pressão e estado atual do espaço geográfico investigado; E as respostas são as conseqüências que o meio ambiente pode herdar em decorrência de ações mal elaboradas ou planejadas por agentes econômicos e ambientais.

5.1.1 Detalhamento do método

Visando atender os objetivos propostos, o trabalho teve como material básico para auxiliar na determinação exploratória das formas espaciais geográficas de uso e ocupação do solo e na delimitação da rede hidrológica, imagens captadas pelo sensor *Thematic Mapper* – TM a bordo do satélite LANDSAT – 5 operando no canal – 03, referente a faixa regional espectral 0,63-0,66mm (vermelha), canal – 04 cujo comprimento de onda varia de 0,76-0,90mm (infra-vermelho-próximo) e canal – 5, faixa espectral onde a onda eletromagnética variam entre 1,55 a 1,75mm (infra-vermelho-médio) constituindo uma posição colorida RGB (vermelho, verde e azul).

As imagens 232/66 – Porto Velho e 232/67 – Ariquemes, utilizadas, possuem uma resolução de 30 metros que equivale a uma célula (pixel) de 30 por 30 metros, correspondendo a 900 m² e são referentes a julho de 2003. Esta é a menor área que o sensor TM enxerga de um dado objeto geográfico na micro-bacia do rio Preto Candeias Braço Direito (FLORENZANO, 2002).

Para o registro das imagens foi preparada uma base cartográfica obtida por meio de mosaico das cartas topográficas digital elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e Diretoria de Serviço

Geográfico do Ministério do Exército – DSG, disponíveis para a área da microbacia em (Quadro 5.1).

Quadro 5.1 - Bases Cartográficas da área de estudo

NOME	FOLHA	CÓDIGO	ESCALA
Porto Velho	SC.20-V-B-V	MI – 1392	1:100.000
Fazenda Paraíba	SC.20-V-D-II	MI – 1469	1:100.000
Rio Jamari	SC.20-V-D-III	MI – 1470	1:100.000
Rio Candeias	SC.20-V-D-V	MI – 1544	1:100.000
Ariquemes	SC.20-V-D-VI	MI – 1545	1:100.000

Fonte: Brasil (1982).

Com base em critérios hidrogemorfológicos delimitou-se o perímetro da microbacia, processo constituído pela identificação dos pontos altimétricos (elevação) georreferenciados que representam o divisor hidrometeorológico de qualquer rede de drenagem natural (COMASTRI e TULER, 1999). De posse das coordenadas geográficas e da altitude local foram gerados os limites da área de estudo através do Sistema de Informação Geográfica - SPRING 4.2 (BRASIL, 2004a). Em seguida as imagens foram preparadas para efetuar o registro e georreferenciamento, compreendendo a totalidade da área de estudo.

5.1.2 Levantamento de Dados de Uso Atual do Solo e dos Recursos Hídricos

Feita a edição do mapeamento temático do uso do solo, teve início o reconhecimento de campo de média intensidade visando a checagem dos pontos de controle levantados de cada tipologia de uso do solo, por meio de observação direta em campo, no qual os dados foram registrados em caderneta de campo.

O levantamento e dados disponíveis produzidos pelo IBGE no último Censo Agropecuário não demonstrou a realidade atual do padrão de uso agrícola do solo e dos recursos hídricos no Território rondoniense. E, ainda, este instituto utiliza como unidade territorial de análise os limites municipais. Em função desta realidade foi necessário realizar um

levantamento de dados através da técnica de Questionário (Apêndice II) por propriedade rural com base na classificação e mapeamento produzidos na etapa anterior, somente no perímetro da microbacia de estudo.

Foram selecionadas as propriedades rurais desde a área de nascente do curso principal do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca) até a junção deste como o Braço Esquerdo do rio Homônimo. Como critérios de seleção, foram pesquisadas as propriedades rurais com área igual ou superior a 100 hectares de um universo de 1563 lotes existentes nos projetos PAD assentamento Marechal Dutra, PA rio Preto Candeias e PA Vale do Jamari.

A técnica de levantamento de dados por Questionário não é considerada por diversos segmentos técnico-científicos como ferramenta adequada, em particular no levantamento de uso do solo, pois o informante pode ocultar informações ou ainda não passá-las com precisão. Mas este constitui importante instrumento de observação e de caracterização do perfil do proprietário rural usuário de água e é largamente empregada pelos órgãos oficiais de pesquisa em nível Federal, a exemplo do IBGE, IBOPE, IPEA, etc. Assim, foi elaborado um questionário (Apêndice – 1) e submetido a rigorosa avaliação de especialista para posterior aplicação (STACCIARINI, 2002).

Para garantir autenticidade dos dados as questões foram elaboradas em dois blocos. O primeiro que se refere ao levantamento das modalidades de uso do solo e foram redigidas com base no Manual Técnico de Uso da Terra (SOKOLONSKI, 1999). Neste foram estabelecidas as grandes classes e uso do solo dividido basicamente em sete (07) classes: agricultura, pecuária, agropecuária, extrativismo, mineração, áreas Especiais e áreas urbanas. A partir das quais, buscou-se informações específicas referente as subclasses que se desdobram do uso destinado à agricultura e pecuária.

A partir dessas foram implementadas outras variáveis, a fim de proporcionar uma caracterização mais próxima da realidade sobre o uso agrícola da área experimental. Foram incluídos itens sobre “estrutura

fundiária, forma de mecanização da terra, uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, demografia, renda e escolaridade”.

O Segundo bloco de questionamento realizado junto aos agricultores envolvidos na pesquisa teve por objetivo extrair da população local os principais usos dos recursos hídricos superficiais, para se ter um perfil dos usuários de água na área de estudo. Foram considerados os indicadores mais representativos que compõem o uso múltiplo da água: “uso da água na agricultura, abastecimento público, hidroelétrico, uso industriais diversificados e recreação”.

Os questionários foram aplicados seguindo duas formas levantamento de dados populacional estatístico: a primeira censitária (Censo) no espaço geográfico cuja seção da rede de drenagem correspondeu a canais de 1º à 3º ordem hierárquica, totalizando 448 observações. E a segunda por amostragem casual ou aleatória, onde a seleção da população alvo, a partir do quantitativo de propriedade ($\cong 123$ no PA Vale do Jamari e $\cong 522$ no rio Preto Candeias) contido do mapa fundiário confeccionado pelo INCRA da região, e considerando os canais de 4º ordem no sistema de drenagem da microbacia, onde foram realizadas 39 observações (TENANI, 1996). Foram realizadas 487 observações durante o trabalho de campo ocorrido janeiro de 2005 a janeiro de 2006, divididos em dez (10) campanhas aos proprietários que residem na área destinada ao experimento. Onde houve uma visita para aplicação preliminar com o objetivo de identificar possíveis lacunas para posterior ajuste do instrumento de coleta e demais (nove) já com o questionário devidamente ajustado (Tab. 5.1).

Nas instituições públicas IBGE, IDARON, EMATER, INCRA, SEDAM e SEMAGRO e CAERD foi realizado um levantamento secundário de informações para compor os resultados de uso do solo e água superficial em nível regional (Rondônia) e local (na área de estudo), especialmente sobre demografia e saneamento básico.

Para geo-referenciar as propriedades onde foram aplicados os questionários e posterior implementação das informações, usou-se o

Sistema de Posicionamento Global (GPS). Este foi calibrado com a Projeção Universal Transversal de Mércator – UTM. Adotando-se com base na a Zona SC – 20 onde o meridiano central de referência é representado pela coordenada 63° 00 longitude Oeste e o Datum horizontal utilizado SAD 69.

Tab. 5.1 – Aplicação de Questionário e densidade da drenagem na área de estudo

Localização	Quantidade	Ordem de Drenagem	Densidade Drenagem - C/Km ²
LINHA C70	30	1 ^a	0,01
LINHA C75	40	2 ^a	0,014
LINHA C80	42	1 ^a e 2 ^a	0,020
LINHA C85	34	1 ^a e 2 ^a	0,011
LINHA C90	47	2 ^a e 3 ^a	0,026
LINHA C95	115	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	0,039
LINHA C100	79	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	0,036
LINHA C105	61	1 ^a e 3 ^a	0,024
LINHA C110	18	1 ^a e 3 ^a	0,54
LINHA C115	6	1 ^a e 3 ^o	1,4
LINHA C120	4	4 ^a	1,43
LINHA P8	4	4 ^a	1,43
LINHA 631	7	4 ^a	1,43
Total	487	1^a, 2^a 3^a e 4^a	Méd = 0,73-

Fonte: Elaborado por Silva, J. M.

Obs.: C/Km² = quantidade de canais por quilometro quadrado.

5.1.3 Identificação e coleta de amostragem de água

A seleção dos pontos de avaliação da água iniciou-se através da busca de critérios que pudessem fundamentar os parâmetros físico-químicos em diferentes formas de uso do solo. Stacciarini (2002) frisa que a água de determinada rede de drenagem natural que compõe uma bacia hidrográfica pode variar as concentrações ou teores dos elementos que a constitui de acordo com a utilização do solo e com o grau de avaliação e controle sobre as fontes de poluição e contaminação. Afirmação também advogada a partir

de observações em estudos de qualidade de água em pequenas bacias hidrográfica realizada por Lorandi e Cançado (2002).

O posicionamento e distribuição dos pontos de amostragem de água foram realizados com base no Guia Operacional de Sistema Mundial de Monitoramento Ambiental da Organização Mundial de Saúde (OMS), priorizando a área com maior grau de diversificação de uso agrícola do solo (BRASIL, 1995).

Com intuito de observar as possíveis oscilações físico-químicas ao longo um ciclo hidrológico em estágio de utilização do solo na microbacia, optou-se por efetuar as campanhas de coleta de água com uma periodicidade bimestral e sazonal. As coletas tiveram início no dia 24 de janeiro de 2005 e conclusão no dia 6 de junho do ano de 2006.

Foram estabelecidos vinte e um (21) pontos (incluindo 3 pontos de monitoramento anual e 3 de monitoramento sazonal) para avaliação físico-química em campo (Oxigênio, Condutividade, Temperatura e pH), concentrados no curso principal do rio Preto Candeias Braço direito (rio Taboca) e nos afluentes (igarapés) Formigão e Banhado (Tab. 5.2). Estes foram determinados conforme o grau de uso e ocupação do solo, obtidos a partir do censo agropecuário (Quadro 5.2) (BRASIL, 1998b).

Tab. 5.2 - Periodicidade de avaliação da qualidade de água na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Período	Ciclo de Coleta			N amostral
	Chuvoso 06 de Mar	Seco 06 de Jun	Bimestral	
Jan./ 05	-	-	3	3
Mar./ 05 e 06	21*	-	3	24
Abr./ 05	-	-	3	3
Maio / 05	-	-	3	3
Jun. / 06	-	21*	-	21
Jul. / 05	-	-	3	3
Out. / 05	-	-	3	3
Dez. 06	-	-	3	3
Total	21	21	21	63

Fonte: Registro de Campo. *Amostragem em 3 pontos para análise laboratorial.

Quadro 5.2 - Localização e características dos pontos de amostragem de água na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca)

Pontos de Amostragem	Características Observadas em Campo
P-01/ACL	Igarapé Taboquinha, à 400m da nascente, linha C-70 (PAD Mal. Dutra), Zona rural, Ariquemes/RO, uso do solo: pastagem.
P-02/AC	Igarapé S/D, próximo ao travessão B10, linha C-70 (PAD Mal. Dutra), Zona Rural, Ariquemes/RO, uso do solo: Floresta nas margens e pastagem no entorno.
P-03/AC	Igarapé Taboquinha, linha C-75 à 10 KM da nascente (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: pastagem.
P-04/AC	Igarapé S/D, afluente do rio Taboquinha, linha C-75, a 15 Km da nascente (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: pastagem e mata de igapó.
P-05/AC	Rio Preto Candeias Braço Direito - MBPC (rio Taboca) à 15 km da nascente, linha C-75 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso múltiplo do solo: pastagem e agricultura incipiente.
P-06/AC	MBPC na RO 458/LH/C-80(PAD Mal. Dutra), 5 km a montante do núcleo urbano de Alto Paraíso/RO, uso do solo: Floresta e mata de igapó com pastagem no entorno.
P-07/ACL	Igarapé S/D afluente da MBPC, linha C85, à 900m do Travessão Triunfo, próximo ao posto de resfriamento de leite da Italac, Alto Paraíso/RO, uso do solo: urbano.
P-08/AC	MBPC , linha C-85, setor industrial madeireiro do Município de Alto Paraíso/RO, uso do solo: urbano.
P-09/AC	Igarapé S/D afluente do rio Taboca, localizado na C-85 (PAD Mal. Dutra) setor residencial do Município de Alto Paraíso/RO, uso do solo: urbano.
P-10/AC	Igarapé S/D afluente da MBPC, travessão B-20 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: pastagem, área do entorno desmatada.
P-11/ACL	MBPC, 5 km à jusante do núcleo urbano na linha C90 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: pastagem com mata de igapó.
P-12/AC	Igarapé Banhado, principal afluente da margem direita da MBPC, linha C95 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: Floresta.
P-13/AC	MBPC, 10 Km à jusante do núcleo urbano na linha C95 (PAD Mal. Dutra). Zona rural de Alto Paraíso/RO, uso do solo: floresta.
P-14/AC	Igarapé S/D afluente do rio Taboca na linha C100 no PAD Mar. Dutra na zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: mata ciliar com pastagem no entorno.
P-15AC	MBPC, linha C100 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: pastagem com mata na margem do curso de água.
P-16ACL	Igarapé formigão, principal afluente da margem esquerda da MBPC, 2 km a oeste (W) do travessão B20, linha C105 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: mata ciliar com pastagem no entorno.
P-17/AC	MBPC, 4 km a leste (L) do travessão B-20, linha C105 (PAD Mal. Dutra). Zona rural, Alto Paraíso/RO, uso do solo: floresta.
P-18/AC	MBPC, linha C110, PA rio Preto Candeias, Zona rural, Itapuã do Oeste/RO, uso do solo: floresta.
P-19/ACL	MBPC, linha C115, PA rio Preto Candeias, Zona rural, Itapuã do Oeste/RO, uso do solo: floresta.
P-20/AC	MBPC, linha 631, PA Vale do Jamari, Zona rural, Candeias do Jamari/RO, uso do solo: Pastagem.
P-21/ACL	MBPC, linha 631, a 12 km da BR 364, PA Vale do Jamari, a 900m da confluência com o rio Preto Candeias Braço Esquerdo, Zona rural, Candeias do Jamari/RO, uso do solo: floresta e pastagem no entorno.

Fonte: Elaborado a partir de registros de Campo.

Obs.: AC = análise de água no campo; ACL = análise de água no campo e laboratório.

A coleta e armazenamento das amostras de água foram realizados com base nos critérios de amostragem estabelecidos no Manual de Coleta e Preservação de Amostras de Água da COGERH (PAULINO e FREIRE, 2001). Foi coletado uma alíquota de dois litros (02 l) de água, aproximadamente, a vinte centímetros de profundidade da lâmina de água direto em um franco de polietileno. O qual foi primeiramente desinfetado com detergente neutro e enxaguado com água milli-Q. Em campo, antes da coleta, estes frascos foram novamente lavados com água no sentido da corrente, após o ponto exato da amostra.

O procedimento pertinente a esta atividade ocorreu geralmente aos domingos, entre as 06h00min da manhã e 18h00min da tarde. Nos pontos de 01 a 07 as coletas foram realizadas regularmente entre 06h00min e 10h00min. Nos pontos de 8 a 14 das 12h00min às 14h00min. E nos demais pontos de (15 a 21) das 16h00min as 18h00min. Assim, o intervalo entre a primeira coleta até a análise laboratorial foi inferior a trinta horas, para impedir possíveis alterações físicas e químicas da água coletada.

Com objetivo de inibir e retardar a ação biológica, hidrólise dos compostos químicos e reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos de adsorção, bem como alterações morfológica e fisiológica as amostras foram preservadas em uma caixa fria cuja temperatura foi mantida inferior a 25 °C através de um termômetro de mercúrio (PAULINO e FREIRE, 2001).

Simultaneamente as coletas de água para análise laboratorial, efetuaram-se medições (*in loco*) das concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L) determinados através de um Oxímetro portátil marca *Handylab*, modelo OX1 conectado a um cabo de fibra ótica contendo em sua extremidade um eletrodo de membrana modelo Oxical-sL. Condutividade específica da água ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foi medida por intermédio do condutivímetro marca *Handylab*, modelo LFi, portátil, devidamente calibrado. E foi utilizado pHmetro marca "*Handylab*, modelo X1, calibrado e averiguada sua exatidão através da solução padrão cujo pH é conhecido desde a variação pH=04 a pH=09. Neste mesmo equipamento foi medida a temperatura (°C), cujo valor foi padronizado a 25°C. (Fig. 5.3).



Fig. 5.3 - Aparelhos utilizados na medição de parâmetros (Condutivímetro, pHmetro e Oxímetro) em campo.

Foto: Joiada Moreira da Silva (2005).

A turbidez (UNT), Cor aparente (Pt-Co/l) e Total de Sólido Dissolvido (TDS), bem como os demais parâmetros físico-químicos foram medidos em laboratório.

5.1.4 Procedimentos laboratoriais

As análises de água foram realizadas no Laboratório da Companhia de Água e Esgoto de Rondônia – CAERD. Imediatamente após a chegada no laboratório obedeceram-se os prazos estabelecidos para cada parâmetro, conforme metodologia especificada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater editado pela American Public Health Association (APHA, 1995).

Para determinação dos valores de Coloração – COR, Sólidos Totais Dissolvidos – TDS e Unidade Nefelométrica de Turbidez – UNT foram empregados Três distintos procedimentos laboratoriais metodológicos.

Para a obtenção da coloração foi utilizada proveta com capacidade de 1l/H₂O onde foi adicionada uma alíquota de 250ml de água. Através do aparelho Colorímetro de bancada marca Água-Nessler POLILAB, modelo NA-1000, que possui um disco colorimétrico, cujos valores de tonalidade variam de 0 a 100 partícula por milhões de platina-cobalto (Pt-Co). A cor é produzida em comparação da amostra considerada acima por 1

mg/L de platina em combinação com 0,5mg/L de cobalto metálico. Esta é a unidade padrão de coloração que oscila da tonalidade amarela à marrom. A resolução do CONAMA nº.357 de 17 de março de 2005 no capítulo III, seção II, art.16, parágrafo I, da letra m, estabelece para os rios de classe – 3 o valor de cor verdadeira até 75mg/L Pt-Co.

Na determinação da turbidez, foi extraída da amostra coletada em campo uma quantidade de 100ml/H₂O, colocada em uma proveta de igual capacidade. Com auxílio de turbidímetro de bancada, marca POLILAB, modelo AP-1000 digital, onde através de sensor tipo eletrodo de membrana, são realizadas as leituras e aferidos os valores de turbidez. A unidade mais utilizada é a Unidade Nefelométrica de Turbidez – UNT como especificado no *Standeard Methods*. A resolução do CONAMA nº. 357/2005, no capítulo III, seção II, art.16, parágrafo I, da letra I, estabelece em cursos perenes de água doce de classe – 03 valores máximos de 100 UNT/L de água.

Para obtenção do sólido total dissolvido foi utilizada a técnica de volatilidade, onde primeiramente foi aferido o peso de uma cápsula de porcelana através de uma balança de precisão digital. Posteriormente adicionou-se 250 ml/ H₂O, cujo volume foi calculado pela capacidade máxima de cápsula. Após esses procedimentos as amostras foram colocadas para evaporação. Inicialmente em banho-maria e em seguida em um forno com temperatura de 105° C ou 103° C até a obtenção de um peso constante máximo, proporcional às 12h. Na resolução CONAMA nº. 357/2005 não é estabelecido valores máximos para os sólidos totais dissolvidos – TDS.

A Legislação CONAMA não faz referência a limites de temperatura (medida em grau Celsius °C) e condutividade elétrica, capacidade de transmitir corrente elétrica pela presença de íons (cátions e ânions), medida em µS/cm. Apesar de estes serem utilizados como indicadores da influência de lançamento de efluentes em ambiente aquático (ESTEVES, 1998). Para potência de íons de hidrogênio – pH a Resolução estabelece um pH entre 6,0 a 9,0 e oxigênio dissolvido (OD), medido em mg/l de O₂, para água de classe – 3, em qualquer amostra, concentração não inferior a 4 mg/IO₂

(CONAMA nº.357/2005 no capítulo III, seção II, art.16, parágrafo I, da letra n e j).

5.1.5 Arquitetura Organizacional do Banco de Dados Geográfico – BDG/SIG

Compreender as questões ambientais existentes no espaço geográfico, através de transposição da realidade para o universo computacional requer, desde a definição e nomeação de classes e entidades sócio-ambientais até a escolha do suporte computacional apropriado para implementação e análise das variáveis. Mediações que estão além da representação visual de informações contidas em uma base cartográfica.

Um banco de dados consiste em uma coleção de dados inter-relacionados que necessita de um sistema de gerenciador eficiente para ordenar, armazenar e atualizar as informações contidas em suas tabelas. Entre os principais tipos destacam-se os hierárquicos, em rede, orientado a objeto e relacional (ROCHA 2000).

O Banco de Dados Geográficos – BDG do Sistema de Informação Geográfica – SPRING, adotado, responsável por armazenar diferentes informações existentes na microbacia de estudo possui um modelo orientado a objetos. Realidade que motivou a escolha pela proposta de modelagem conceitual de dados geográficos orientado a objeto OMT-G³⁷ desenvolvido por Borges (1997);Brasil (2005b).

A tecnologia de banco de dados aplicados em sistemas de informação (SIG) opera classicamente com dados tabulares (tabelas) que são conectados através de feições espaciais representadas universalmente por pontos, linhas e polígonos. Todavia, antes de delinear a estrutura dos arquivos de dados, é necessário ter uma visão geral sobre bancos de dados geográficos – BDG. É fundamental compreender os conceitos referente a classe, subclasse, relacionamentos e cardinalidade.

³⁷ OMT-G (Object Modelling Technique), é conceituada como uma técnica metodológica utilizada para descrever as entidades geográficas e seus relacionamentos (BRASIL, 2005b).

Segundo Furlan (1998), classe ou entidades corresponde a uma coleção de objetos similares que apresentam os mesmos atributos e operações. As classes ainda podem ser compartimentadas em subclasses, onde nestas são declaradas somente propriedades (atributos) particulares daquela subclasse que representa um fenômeno existente ou ocorrido no espaço geográfico.

O processo de avaliação integrada de ambiente em uma concepção sistêmica, a exemplo da microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço. Direito, exige a combinação de dados (variáveis) trabalhados pelas ciências sociais e naturais, disponíveis e organizados ou armazenados de forma interconectada. Condição que até pouco tempo era impraticável, principalmente devido quantidade de informação e relacionamento no desenvolvimento do estudo, proporcionando certa complexidade na aplicação e na produção de informação.

O relacionamento entre entidades ou classes distintas significou um avanço nos Sistema de informação, permitindo a associação entre fatos ou acontecimento ocorrido no espaço geográfico. No OMT-G há três tipos de associações entre classes: associação simples, topológicas (formas) e espaciais. Neste estudo foram utilizadas as associações simples e espaciais como majoritárias para o relacionamento das classes (entidades) no BDG.

As associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos geográficos de classes convencionais (não-espaciais) ou georreferenciadas. Este tipo de relacionamento espacial representa relações topológicas (formas) entre classes distintas. No modelo de BD/OMT-G adotado a associação simples não-espacial é identificada por uma linha contínua, enquanto a georreferenciada (espaciais) é indicada por uma linha pontilhada. Sobre estas é indicado o nome da associação correspondente ao relacionamento.

Os relacionamentos entre classe são materializados pela Cardinalidade. A cardinalidade por sua vez expressa o número de classes ou entidades relacionadas a outras classes, podendo estar associada através do relacionamento convencional ou georreferenciado. No OMT-G a

notação de cardinalidade possibilita quatro tipos de relacionamento: “zero ou mais, um ou mais, exatamente um e zero ou um”.

O BDG orientado a objeto estabelece quatro níveis de abstração para aplicações geográficas, que distinguem entre o espaço concreto (mundo real) a implementação computacional. Neste estudo considerou-se somente três níveis: nível de representação conceitual, nível representação visual e nível de implementação.

O primeiro nível consistiu na contextualização do ambiente, a forma que as variáveis estão dispostas no espaço geográfico em um alto nível de abstração e generalização. Foram definidas as classes básicas de dados contínuos, discretos, espaciais ou não espaciais e os relacionamentos (cardinalidade) a serem implementados, independentes de plataforma (software) de materialização do BDG (BRASIL, 2005b).

As classes de dados referente a base cartográfica que compõe o BDG foram adquiridas considerando duas fontes: primária e secundária. Os dados espaciais (fonte secundárias) referentes aos aspectos fisiográficos (geologia, relevo, solo, vegetação, divisão de bacias e sub-bacias hidrografias e limites municipais) representados por um conjunto de polígonos não superpostos, onde cada um define uma classe topológica, foram levantados através da base de dados da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM. A Rede de drenagem hidrográfica e a Rede Rodoviária federal, estadual e municipal, formada por um conjunto de linhas e isolinhas foram capturados da base cartográfica do IBGE e DSG. As imagens obtidas do satélite LANDSAT/TM-5, composta por valores médios de campo dentro de uma unidade fundamental de média (pixel ou célula) foram obtidas do banco de dados do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM.

A classe de dados discretos espaciais (fonte primárias) referente as variáveis de uso do solo e dos recursos hídricos foram levantados através de aplicação de questionário junto as unidade de produção agropecuária (propriedades). Foram definidas cinco grandes classes conforme os tópicos

centrais contidos do formulário de entrevista: 1 – localização, 2 – Estrutura fundiária, 3 – uso do solo, 4 - demografia, 5 – renda e 6 - recursos hídricos.

Os parâmetros de qualidade da água foram organizados em duas classes: física, que congrega os dados obtidos através de medição de campo e laboratorial, a exemplo da temperatura, cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade; e química, correspondente aos dados de potência de íons de hidrogênio pH, Nitrogênio Nitrito, Nitrogênio Nitrato e oxigênio dissolvido.

O nível de apresentação foi determinado de acordo com o diagrama de classe conceitual, os aspectos visual e gráfico das variáveis, que envolve parâmetros como cor, tipo de linhas, espessuras da linha e padrão de hachuras das informações. Neste estão reunidas as alternativas de apresentação e publicação (saída) dos resultados dos dados referente à área de estudo (no papel ou na tela do computador).

No OMT-G o nível de apresentação trabalha a partir de três prismas. A primeira, a própria classe ou entidade definida no modelo conceitual. A segunda usada para indicar a operação de transformação, quando necessário, sendo, no diagrama de transformação representada por linhas tracejada simples com uma seta indicando o sentido da operação. E, finalmente a terceira, de fundamental importância, pois serve para especificar o conteúdo das informações a serem representados por meio de mapas e cartas que contém duas divisões; superior e inferior.

Na seção superior são indicados o nome da classe, da representação e o tipo de aplicação utilizada, é composta por linhas tracejadas simples com uma seta indicando o sentido da operação. A seção inferior é subdividida em duas partes, a esquerda são dispostos os pictogramas que indicam os aspectos visuais dos objetos geográficos após transformações, e à direita são notificados os atributos gráficos incluindo cor da linha, tipo e espessura da linha padrão de preenchimento, cor de preenchimento e nome do símbolo usado pelo SIG.

Foi definida, para as classes georreferenciadas específicas no diagrama de classes de representação, uma apresentação visual

correspondente a uma dada classe de dados. Os dados espaciais, temáticos, numéricos e imagens, foram modelados seguindo um padrão de visualização, guardando suas devidas especificações de representação espacial. Este nível pode ser mais bem entendido através da representação esquemática dos diagramas de apresentação abaixo discriminados.

A materialização das estruturas físicas onde foram arquivados os dados foi estabelecida no nível de implementação. Foram definidos padrões, formas de armazenamentos e estruturas de dados para implementação conforme representação espacial (geo-campos ou geo-objetos). Foram propostos os relacionamentos, que consiste nas associações espaciais e não espaciais entre as classes ou entidades previstas no modelo de representação ou de modelagem conceitual de dados geográficos (Fig. 5.4).

Há em operação, empregados na avaliação de dados geográficos ambientais e sociais, uma variedade de SIG's, cujo funcionamento se distingue de acordo com a arquitetura operacional interna, que varia desde os SIG's tradicionais (ARC INFO) até os mais modernos SIG Orientado a objeto (SmallWorld). O SPRING, utilizado neste estudo, apresenta uma arquitetura de funcionamento dual, ou seja, necessita de um sistema de gerenciamento de banco de dados - SGBD acoplado em seu módulo principal para armazenar e recuperar, através de consultas aplicadas, qualquer dado que possui localização geográfica. Atualmente a última versão deste sistema apresenta seis opções: SGDB, MYSQL, Oracle, Dbase, e Access. Os dados espaciais e não-espaciais foram gerenciados através do Access/SQL. Este software é um dos gerenciadores largamente utilizado no processamento de informação espacial (BRASIL, 2004a).

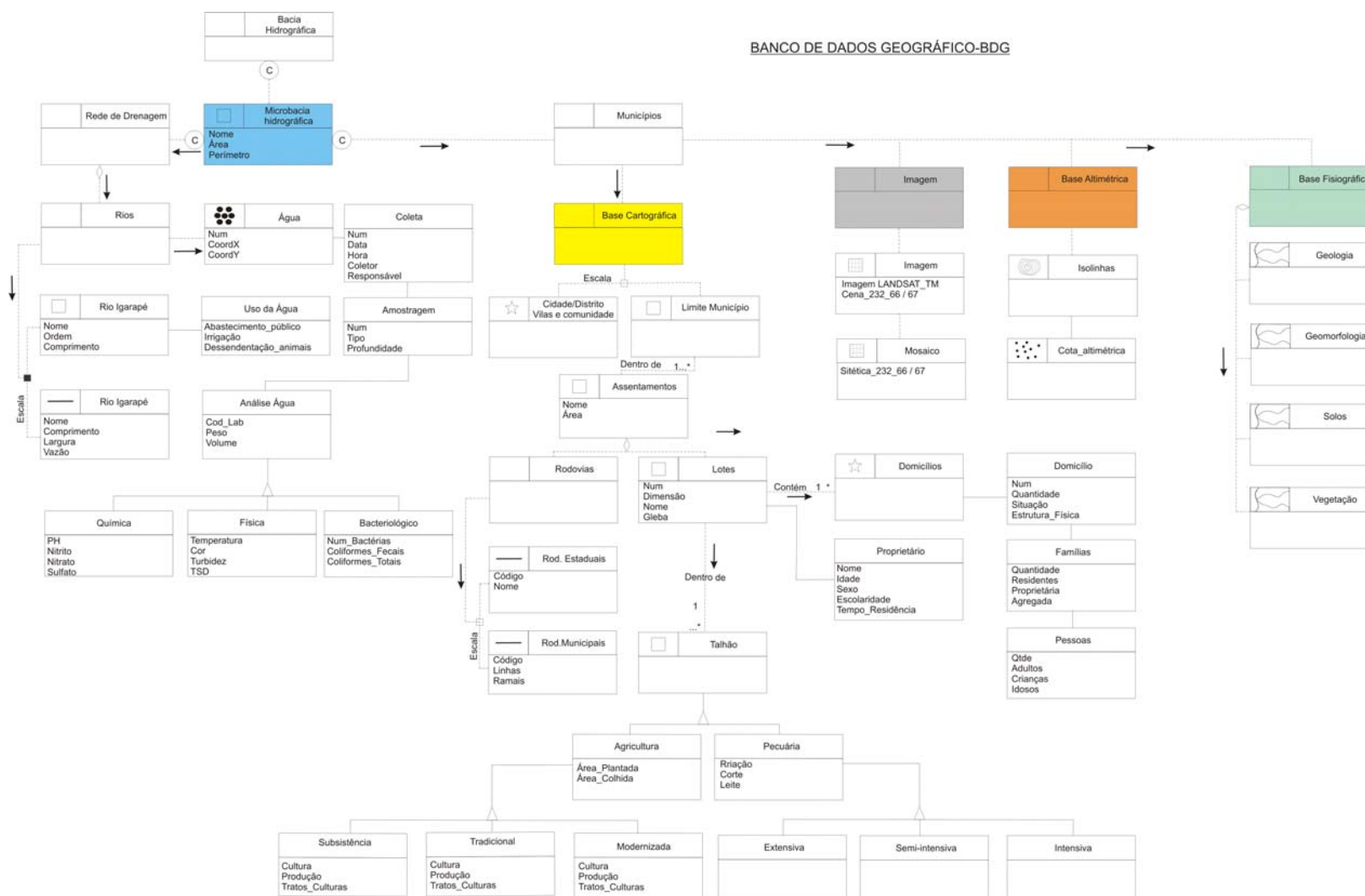


Fig. 5.4 Modelo conceitual BDG para avaliação da qualidade de água. Fonte: Elaborado a partir do modelo teórico de Borges (2006).

A implementação das classes definidas no nível de representação conceitual de dados geográficos e de apresentação foi concebida no ambiente de trabalho do SIG, onde, para fim de organização lógica, considerou-se a existência de uma classe genérica, denominada de plano de informação - PI (*layer*). Através do PI foi organizado e armazenado no BDG os dados espaciais e não-espaciais, conforme a geometria (ponto, linha e polígono) (BRASIL, 2004a) (Fig. 5.5).

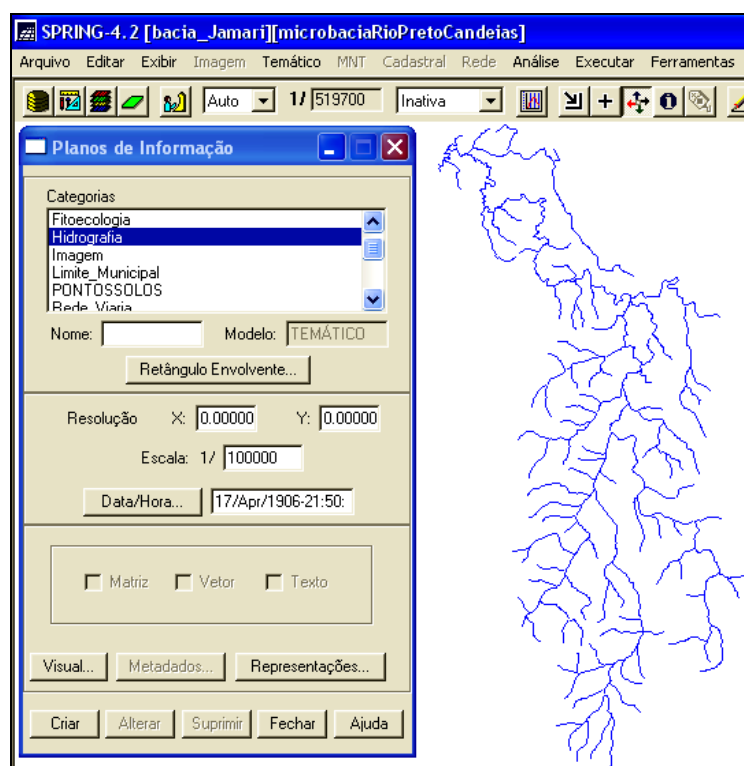


Fig. 5.5 - Janela para criação dos Planos de Informação – SPRING 4.2.

Na janela de definição dos modelos de dados foram criados quatro classes genéricas ou PI: duas para representar dados espaciais de geo-campos; temáticos e numéricos de terrenos – MNT; geo-campos especiais para tratamento de imagem; e a última para geo-objeto cadastral e geo-objeto não espacial.

As classes de modelagem geo-campo temático (vetoriais), referente a categoria hidrografia, abrange igarapés, rios e lagos e foram nomeadas no PI como *rede_drenagem*. Os sistemas rodoviários, que

geralmente pertencem à categoria de modelos de dados “rede”, foram armazenados como temático, condição que se aplica as rodovias e estradas das esferas Municipal, Estadual e Federal.

A categoria de modelo de dados imagem, tratada com um geo-campo especial foi armazenada no PI intitulado de “IMAGEMSAT”, assim como as informações derivadas destas. E, finalmente, para categoria de modelo numérico de terreno – MNT, registrado de “USOSOLOAGUA”, cujas variáveis foram levantadas em observação de campo, com a identificação das coordenadas esféricas (latitude e longitude) para facilitar a associação e comunicação da base de dados com o SIG empregado na modelagem das informações (Fig. 5.6).

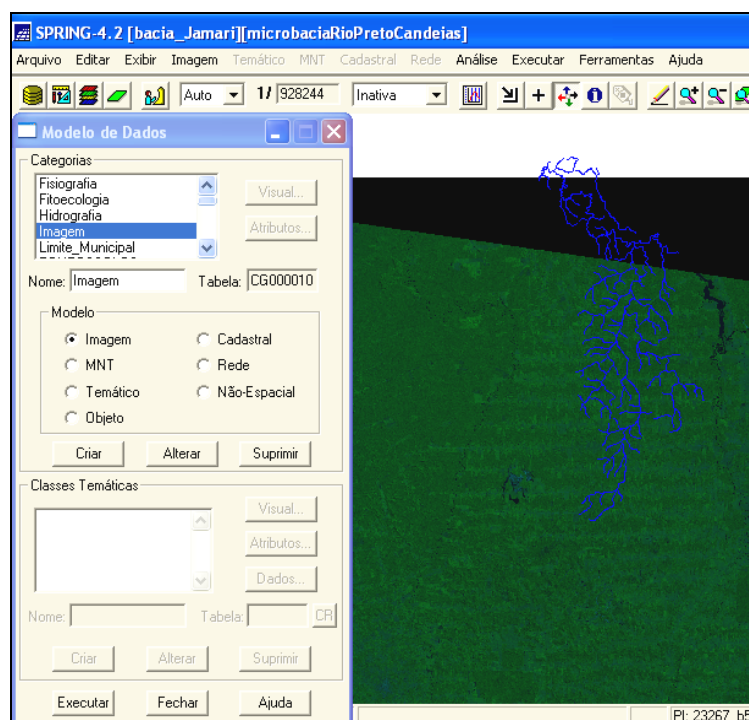


Fig. 5.6 - Janela para definição do Modelo de Dados – SPRING 4.2.

Na categoria geo-objeto os dados foram organizados e arquivados no modelo cadastral, denominado de base cartográfica. Característica de armazenamento empregado para as informações referente a geologia, pedologia, vegetação e relevo, limites municipais, divisão de bacias e sub-

bacias hidrográficas com tabelas compostas de objetos-relacionais representados por codificação alfanumérico referente a polígonos.

A edição e publicação de todos os dados espaciais com representação poligonal foram realizadas no modelo temático (vetorial). As informações de uso do solo e da água foram modeladas em MNT, no qual foram com isolinhas.

5.1.6 Análise Estatística de dados não espaciais

Na análise quantitativa das amostras relacionadas ao uso do solo e qualidade de água (parâmetros físicos e químicos), adotou-se no tratamento estatísticos dos dados não espaciais a estatística descritiva, especialmente as medidas de posição (média e mediana) e medida de dispersão (desvio médio, padrão e variância), bem como cálculo de proporção, razão e porcentagem, propostos por Toledo e Avelle (1995).

5.1.7 Hidro-climáticos – Indicador de Estado

A precipitação na microbacia, associada ao escoamento superficial, atua no processo de solubilização de materiais presentes nos corpos hídricos, conforme a intensidade e volume da chuva ocorrida em um intervalo de tempo. Com base nos dados obtidos nos relatórios e boletins meteorológicos (SEDAM, DNAEE, ELETRONORTE e ANEEL), por inferência estatística foi determinado o ciclo hidrológico (sazonal e Anual) de vazante (estiagem) e de cheia (chuvoso) na unidade analisada. A partir desses foi realizado análise de correlação e variância, com o padrão de água da classe-3 e de potabilidade destinada ao abastecimento público (BRASIL, 2004b; BRASIL, 2005a).

Para confiabilidade dos resultados foram empregadas análises estatísticas através das equações abaixo:

Média aritmética (1.0)

$$Ma = \frac{\sum X_i}{N}$$

Onde:

Ma = Média aritmética

X_i = Os valores da variável

N = O número de observações ou amostra

$\sum$ = Letra grega maiúscula denominada de “**Sigma**” que significa “**Soma**”

Determinação da mediana (2.0)

$$Md = l^* + \frac{[\sum f_i - F(\text{ant})] h^*}{f^*}$$

Onde:

Md = Mediana

l^* = é o limite da classe mediana

f_i = é a frequência simples

$F(\text{ant})$ = Frequência acumulada da classe anterior á classe mediana

f^* = é a frequência simples da mediana

h^* = é a amplitude simples da classe mediana

$\sum$ = Letra grega maiúscula denominada de “**Sigma**” que significa “**Soma**”

Determinação da variância (3.0)

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{\sum f_i}$$

Onde:

S^2 = variância

X_i = é o limite da classe mediana

f_i = é a frequência simples

μ = Letra latina minúscula denominada de **Média** que significa meio

$\sum$ = Letra grega maiúscula denominada de “**Sigma**” que significa “**Soma**”

Obs.: lembrando que $\sum f_i = n$

Determinação do desvio padrão (4.0)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}}$$

Onde:

S = desvio padrão

X_i = é ao produto da frequência a variável

μ = Letra latina minúscula denominada de **Média** que significa meio

Σ = Letra grega maiúscula denominada de “**Sigma**” que significa “**Soma**”

N = Número de observações ou amostras

Determinação da razão e proporção (porcentagem)

$$\mathbf{R = a/b} \quad \mathbf{(5.0)}$$

Onde:

R = a razão entre dois números racionais

a = números: reais, naturais e racionais

b = número natural

Obs.: $b \neq 0$.

Nota: é comum expressar a razão entre um número, dividido por 100 ou centésimos denominado de porcentagem.

$$\mathbf{Pp. = a/b=c/d} \quad \mathbf{(5.1)}$$

Onde:

Pp. = proporção

a/d = produtos dos extremos

b/c = produtos dos meios.

5.1.8 Análise estatística de dados espaciais

Na análise estatística espacial, referente a influência do uso do solo sobre a qualidade de água, adotou-se a modelagem numérica de terreno – MNT onde se definiu previamente, ainda na fase de coleta de dados, por uma amostragem sistemática, gerando um grade de observação regular ou homogênea³⁸ na totalidade da extensão da microbacia avaliada.

³⁸ Para Landim *et al.* (2002) a malha de amostragem para estudos espaciais pode ser classificada em três tipos: (a) aleatória, (b) agregada ou agrupada e (c) regular ou homogêneo. A mais utilizada é a agrupada seguida pela aleatória e regular.

5.1.9 Ordem dos cursos de água – indicador de Estado

A ordem dos cursos de água em uma rede de drenagem são indicadores estatísticos de estado que reflete o grau de ramificação ou bifurcação entre os canais existentes dentro de uma microbacia

A ordem de grandeza dos afluentes (ravinas, canais e tributários) define a ordem de grandeza da microbacia. Nessa caracterização optou-se pela proposta metodológica de Strahler (1984) que considera os tributários menores e não ramificados como de 1ª ordem, onde a união de dois canais de 1ª ordem daria um de 2ª ordem. No prosseguimento da metodologia dois canais de 2ª ordem formam um segmento de 3ª ordem e assim sucessivamente, onde dois rios de ordem “n” dão lugar a um rio de ordem “n+1”.

5.1.10 Densidade de drenagem (Dd) - Indicador de Estado

Indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. Esta é um indicador de estado e quanto maior a densidade de drenagem, maior é a possibilidade de ocorrer processos erosivos. Assim como, quanto menor a densidade, menor a capacidade de diluição de poluentes presentes no corpo de água. A densidade foi obtida a partir da relação entre o comprimento total dos cursos de água (todas as ordens) de uma bacia e a sua área total.

$$Dd=L/A \quad (5.2)$$

Onde:

L=é o somatório do comprimento de todos os canais e tributários da bacia (Km).

A=área da bacia (Km²)

5.1.11 Solos – indicador de Estado

Os solos no meio rural são usados pelo homem com insumo no desenvolvimento de prática de agricultura e pecuária. Que através de integração como outras variáveis como geológica, relevo e cobertura vegetal que possibilitam a avaliação de fragilidade dos ambientes naturais em face dos processos erosivos e de assoreamento. Os indicadores pedológicos foram e avaliados quanto o seu potencial genéticos de susceptibilidade de erosão e disponibilizar material aos cursos de água (GUERRA e BOTELHO, 1998).

5.1.12 Uso do solo – Indicador de Pressão

A substituição da cobertura vegetal original por área agrícola e pastagem exerce forte pressão no meio ambiente. Esta condição acentua a carga de energia cinética provocada pela chuva que por consequência aceleram os processos erosivos e a lixiviação dos solos. Além disso, dependendo da modalidade e intensidade do uso podem ser disponibilizadas substâncias que em grande quantidade pode traz risco aos recursos hídricos. Por todos estes motivos foram definidos onze (11) indicadores para determinar o de pressão ambiental – IPA:

- Nº. de Propriedade (lotes);
- Área total utilizada;
- Área de Pasto
- Área total (ha) de cultivo permanente e temporário;
- Grau de Mecanização da lavoura e pastagem;
- sistema de Produção mais disseminado por cultivo;
- Área total (ha) desmatada na propriedade;
- Sobre lotação de pasto;
- Área total (ha) de floresta na propriedade; (Reserva legal e permanente).

Quatro categorias de nível de pressão ambiental foram determinadas em função do percentual de uso do solo fundamentado a proposta de Xavier *et al.* (2002): muito baixo ($X_i \leq Q_{0,15}$), baixo ($Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$), mediano ($Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$), alto ($Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$) e muito alto ($X_i \geq Q_{0,85}$),

A definição da ordem quantílica é obtida pela equação:

$$Q_1 = \ell^* [k \sum f_i / 6 - F(\text{ant})] h^*$$

Onde:

Q = Mediana

ℓ^* = é o limite da classe quantílica

f_i = é a frequência simples

F(ant) = Frequência acumulada da classe anterior á classe quantílica

h^* = é a amplitude simples da classe mediana

$\sum$ = Letra grega maiúscula denominada de “**Sigma**” que significa “**Soma**”

K = O número de ordem do quantil (1, 2, 3, 4, 5 e 6)

5.1.13 Uso do solo urbano – Indicador de Pressão

Os núcleos urbanos do sudeste da bacia amazônica (Rondônia) em virtude de ausência de infra-estrutura de saneamento básico apresentam um alto potencial de pressão ambiental à qualidade da água superficial, normalmente os efluentes são lançados diretamente dos cursos se água e ou confinados inadequadamente em depósitos construídos de formar rudimentar que por percolação atingem o nível hidrostáticos (lençol freático). Portanto, foram usado com indicadores as variáveis:

- Nº. total de Habitantes no núcleo urbano;
- Nº total de domicílios no núcleo urbano;
- População estimada sem abastecimento de água;
- População estimada sem esgotamento sanitário;
- Destino do esgoto através da rede geral segundo a população Atendida;
- Forma de contaminação existentes no manancial e

- volume e disposição estimado de rejeitos ou efluentes;

Os dados foram avaliados conforme disposto na pesquisa nacional de saneamento básico por domicílio do IBGE.

5.1.14 Representação espacial dos indicadores

A representação gráfica dos indicadores foram organizados de acordo com os critérios elaborados pelo Manual de Uso da Terra (SOKOLONSKI,1999). Onde consta para cada classe e subclasse de uso do solo a referência de cor (RGB= 0 < 255), no qual, junto ao uso predominante e da associação foi acrescentado o índice de pressão ambiental IPA= Q (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 - Representação de uso do solo e referencia de Cor e IPA

TIPO DE USO DO SOLO	SÍMBOLOS E DENOMINAÇÃO	NÍVEL DE PRESSÃO AMBIENTAL	COR
Agricultura	A + subclasse	$Q \leq 0,15$ a $Q \geq 0,85$	AsQ
Pecuária	P + subsistema	$Q \leq 0,15$ a $Q \geq 0,85$	PeQ
Área urbana	Au + subclasse	$Q \leq 0,15$ a $Q \geq 0,85$	AuQ
Floresta	R/F	$Q \leq 0,15$ a $Q \geq 0,85$	R/F

Fonte: Elaborado a partir de Sokolonski (*Op. cit.*) e Xavier *et al.* (2002).

CAPÍTULO 6

6.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de múltiplos processos que ocorrem em uma rede de drenagem natural. Esta não se traduz apenas por características físicas ou químicas, mas pela qualidade ambiental dos ecossistemas que integram uma microbacia hidrográfica (LIMA, 2001).

Partindo dessa premissa, a água da Microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito - MBPC (rio Taboca) é influenciada por diversos fatores (clima, cobertura vegetal, embasamento geológico e tipo de solo) que integram o meio ambiente da bacia Amazônica. Dentre estes, o clima, a partir das variações anuais, sazonais e diárias apresenta uma contribuição significativa. Através do intemperismo químico (hidratação, oxidação e hidrólise), em virtude da abundância de chuva, atua no processo de desagregação, transporte, deposição e diluição de macro e micro minerais presentes nos corpos hídricos (POPP, 1999).

Outro fenômeno com participação significativa neste processo é o manejo inadequado do solo (uso do solo), que na área de estudo é praticado através do desflorestamento de extensas áreas de vegetação e produção de elevado quantitativo de resíduos naturais e artificiais, resultando em alterações no meio ambiente hidrológico.

Neste caso, o desmatamento configura-se como a primeira consequência prejudicial aos recursos hídricos da área estudada. A retirada da cobertura vegetal acentua o processo de escoamento superficial, intensificando o carreamento de compostos físicos e químicos e materiais orgânicos para a rede de drenagem.

A partir de análise estatística convencional de dados coletados em campo e por sensoriamento remoto (sensor TM Thematic Mapper –

LANDSAT-5) observou-se o processo de ocupação desde meados dos anos setenta, com a consolidação da política de colonização, através da implantação do Projeto de Assentamento Dirigido Marechal Dutra³⁹ posteriormente Projeto de Assentamento – PA Vale do Jamari e PA Rio Preto Candeias. E embora tenha ocorrido um intenso processo de colonização, a microbacia ainda se apresenta bastante preservada, com cerca 55,62% (69.241 ha) de vegetação natural (área de usos do solo especiais). Foram identificadas três grandes classes de uso do solo com características e posicionamento geográfico distintos: agricultura, pecuária e urbana, cerca de 43,47% (54.122 ha) do total da área avaliada. Ressalta-se que o preocupante não é exatamente o total já desmatado, mas a velocidade com que vem ocorrendo a conversão de área de floresta em uso do solo por agricultura e principalmente pastagem. A partir da observação da evolução do desmatamento, até o ano de 1993 a área de estudo apresentava uma taxa de aproximadamente 25.961 ha (20%). No ano de 1998 houve um crescimento de 9% , aumentando a área desmatada para 36.388 ha. Com base na classificação por região em 2003 a área de desflorestada é 53.878 ha, ou seja, 43,3%, o que representa um crescimento de 103% nos últimos 10 anos (1993 até 2003) (Fig. 6.1)

A avaliação dos indicadores ambientais de estado (densidade de drenagem, ordem de drenagem, característica dos solos) e pressão (uso do solo rural e urbano), a partir do uso das ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), contribuiu à compreensão da distribuição espacial e temporal do uso do solo. Fenômeno que se apresenta bastante heterogêneo, possibilitando a identificação de três ambientes distintos na “Forma” de uso e ocupação do solo e nas características hidro-

³⁹ Projeto de assentamento implementado em 1975, área de 546.372 ha., separado do polígono de interesse social para desapropriação pelo Decreto Lei nº. 75. 281 de 1975. Conforme Memorial Descritivo, este deveria situar-se no então Distrito de Ariqueemes, município de Porto Velho-RO, entre os quilômetros 137,5 e 224,5 da BR – 364. Limite ao norte com o Projeto Fundiário Alto Madeira - PFAM e com o imóvel rural de F.B de Paiva; ao sul com o Projeto de Assentamento Dirigido – PAD Burareiro, a oeste com o PFAM e parte da área pertencente à Mineração Massangana ou Paranapanema; e a leste com PAD Burareiro, o imóvel de Hugo Frey e a área de F.B de Paiva. Essas áreas integravam antigos seringais, cuja exploração, no passado constituiu juntamente com a castanha a atividade econômica de maior expressão do vale do rio Jamari antes da Mineração (Neves e Lopes, 1979).

morfométricas ao longo da microbacia: nascente, médio curso e foz (Apêndice-2).

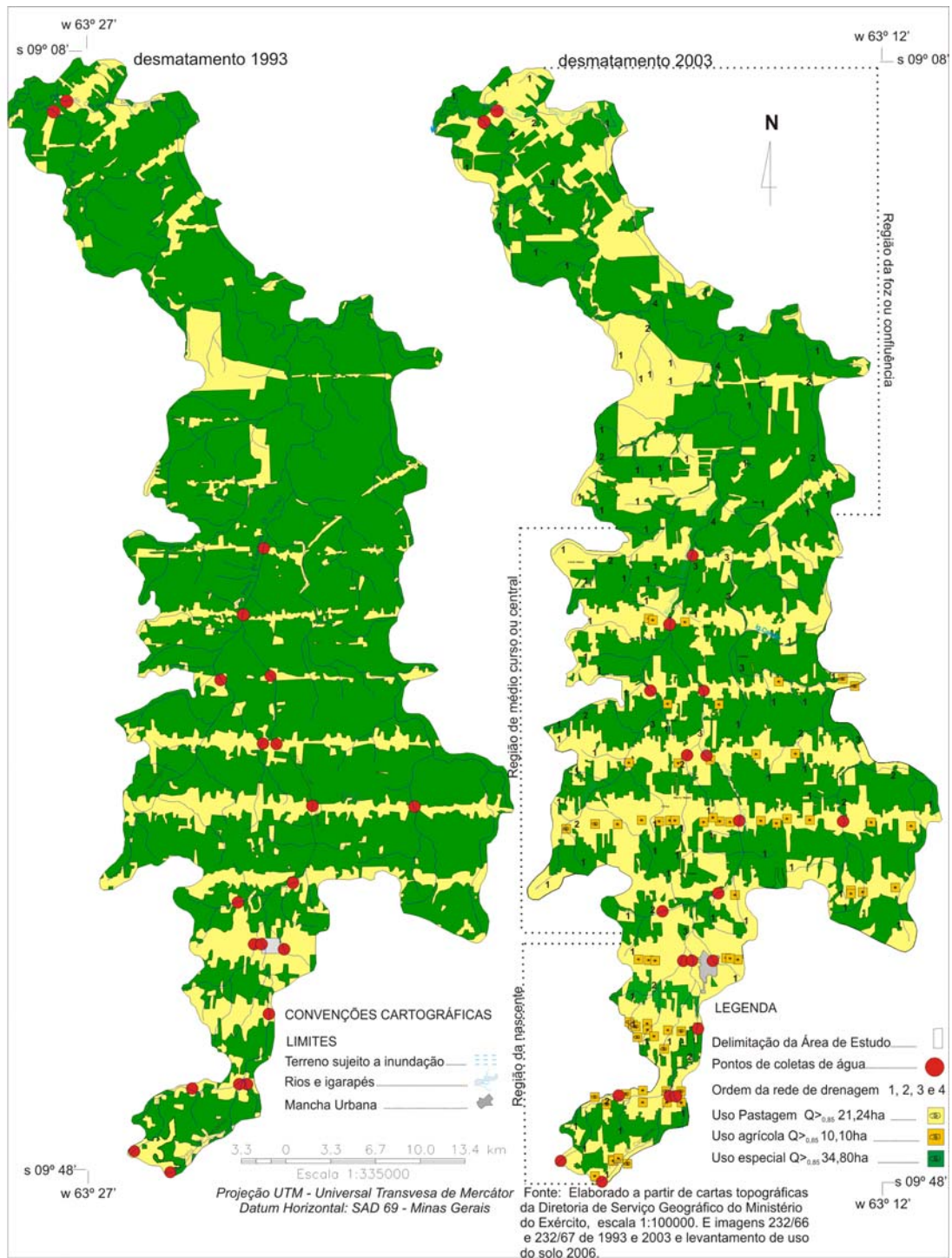


Fig 6.1 Evolução do desmatamento 1993 e 2003

6.1.1 Dinâmica do uso do solo

A nascente constitui uma rede de drenagem formada por canais de 1ª e 2ª ordens com densidade que varia entre 0,01c/Km² a 0,19c/km², média de 0,064 c/Km². A profundidade nessa seção oscila conforme a estação do ano, de 0,20 a 1,5 metros no ponto de monitoramento. A dessedentação de animais corresponde a 45,8% do consumo de água, onde 71% é captada diretamente de rios e igarapés, 0,9% de açudes, barragens e lagos, e 11% de poços ou nascentes existentes na propriedade.

O abastecimento doméstico significa 54,2% e é o principal tipo uso e consumo de água. Destes, o maior volume, cerca de 88,3%, é realizado de poços rasos (poço⁴⁰ Amazonas ou cacimbas), 0,7% de drenagem superficial (rios, igarapés, nascentes e lagos) e 10% dos entrevistados com este tipo de uso não informaram a forma de abastecimento e captação.

Foi identificado que 93,1% da população do meio rural utiliza tratamento alternativo, principalmente a simples desinfecção através do uso de hipoclorito de sódio. Os demais, 7,9%, informaram não realizar qualquer tratamento da água para consumo. A distribuição de 100ml de hipoclorito por residência e orientação de uso é a única política de qualidade de água observada em nível de microbacia com abrangência nacional, implementada pelo Ministério da Saúde.

Os Resultados demonstram que esta população depende diretamente dos recursos hídricos superficiais para o desenvolvimento das atividades agropecuárias e principalmente fisiológicas. Porém, os aspectos físicos naturais observados nesta porção conferem a esta uma fragilidade que é peculiar à área de mananciais, o que requer cuidados especiais no manejo do solo. Preocupação colocada de lado pelos gestores públicos federais durante o processo de uso e ocupação e pelos municipais responsáveis pelo gerenciamento do meio ambiente em nível de microbacia (local).

⁴⁰ Ver Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2000)

Neste setor o uso agrícola é bastante diversificado, ocupa em termo de área 25,84% do solo e 47,73% da produção de grãos, apresentando dois tipos de cultivo: 1) Anual ou temporário, desenvolvido na forma de sistema de cultivo denominado migratório (roça) ou itinerante, cujos principais cereais produzidos são arroz, feijão, e milho. A produção destina-se à subsistência alimentar e raramente há excedente, quando ocorre o dinheiro obtido na venda da produção é utilizado para compra de bens de uso doméstico (fogão, geladeira, televisão, rádiogravador, etc.), vestuário, ferramenta, fungicidas e pesticidas. 2) No cultivo “perene ou permanente” predomina o plantio de guaraná, cacau, banana, cupuaçu e café. O café é o principal em área plantada e produtividade. Em termo absoluto, dos 25,84% dos solos ocupados por lavoura, 87,24% são utilizados no desenvolvimento da agricultura cafeeira e apenas 12,76% são destinados às demais culturas.

A produção de café, principalmente da variedade “*conillon*” (*robusta*), mais tolerante às variações climáticas locais (altas temperaturas e pluviosidade) é comercializada nas lojas cafeeiras regionais⁴¹. instaladas nos municípios de Alto Paraíso/RO⁴², Ariquemes/RO e Ji-paraná/RO. Esta se destina às indústrias de café solúvel e de tinta, nacional e internacional. A variedade “arábica”, cultivada em menor escala em virtude das exigências edafo-climáticas dessa espécie, apresenta uma menor produção e é comercializada no mercado local.

Durante a pesquisa em campo um fato chamou nossa atenção e merece ser mencionado, pois tem rebatimento direto no processo de alteração do uso do solo e implicações à qualidade da água na unidade hidrológica ambiental analisada. De acordo com os relatos 48,29% dos entrevistados se declararam como agricultores e informaram que o lucro alcançado com a venda do café em coco, tem dois destinos: a) uma

⁴¹ Conforme os produtores desta espécie, durante entrevista em campo, por aplicação de questionário, este café é de melhor qualidade e passa por um processo de simples classificação através de lavagem e descorticação dos grãos, e geralmente é exportado para América do Norte e Europa.

⁴² No Município de Alto Paraíso/RO está situada a maior dimensão da microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direto (rio Taboca), há alguns anos destaca-se como um dos maiores produtores de café em coco de Rondônia. Na safra de 2004/2005 produziu mais de 5.932 toneladas em uma área de 8.239 hectares, representando um rendimento médio de 720Kg/ha (BRASIL, 2005).

pequena parte da produção cafeeira é colhida, seca e armazenada (tuia, celeiro, depósito, etc.) no próprio sítio ou propriedade para ser consumida e quando necessário vendido à cafeeira para compra de produtos alimentícios ao longo do ano (até a próxima safra). b) A renda obtida com a outra parte da produção que é vendida logo após colheita é reinvestida na compra de gado bovino de corte e nos últimos anos bovino leiteiro, com a instalação de uma unidade de resfriamento do grupo ITALAC Ltda. no município de Alto Paraíso. A aquisição de gado tem com finalidade servir de poupança para manutenção familiar em uma eventual baixa do preço do café.

Esta dinâmica comercial é um dos fatores responsável pelo aumento do uso do solo por pastagem (desflorestamento) e elevação da taxa de sobrelotação média de $Q_{0,85} \geq 1,90$ cab/ha, frequência observada em 51,85% do pasto. Caso o preço do café no mercado regional mantenha-se nos próximos anos (a saca de 60/kg $\cong$ R\$ 110,00), a densidade de cab/ha tende a aumentar, forçando a expansão do uso do solo por pastagem e consequentemente acentuando o desmatamento na área de estudo.

A atividade de criação basicamente extensiva mobiliza cerca 2.957 hectares de pastagem plantada (69,11% do uso do solo), abrigando um rebanho de aproximadamente 6.501 cabeças, onde 96,03% são bovinos, 2,57% suínos e 1,0% outras criações.

Ainda que a pecuária extensiva seja uma atividade econômica rentável, exclusivamente de grandes produtores que têm a posse de extensas área de terras (latifundiários), foi observado que o maior rebanho, principalmente bovino, em torno de 77,03%, localiza-se em “minifúndio e pequena propriedade”⁴³. Que normalmente, para suportar a expansão do rebanho, já desmataram mais de um terço de vegetação nativa na propriedade, avançando para as áreas de reserva legal e de preservação

⁴³ A lei nº. 4.504, de 30 de novembro de 1964 estabeleceu o módulo fiscal, que para Rondônia (52 municípios) corresponde a 60/ha. As propriedades foram classificadas da seguinte forma, como relação ao tamanho: **Minifúndio**: módulos rurais cuja área é inferior a 60/ha, **Pequena propriedade**, imóvel rural com área compreendida entre 60 a 240/ha, **média propriedade**, imóvel rural de área entre 240 a 900/ha, e **grande propriedade**, imóvel rural com área superior a 900/ha (ESCADA, 2003).

permanente, as margens dos rios e igarapés, como preconiza o Art.2º e 16 da Lei 4.771/65 do Código Florestal Brasileiro.

O indicador usado no teste estatístico de ordem quantílica⁴⁴ indicou que a pastagem é a classe de uso do solo que exerce maior pressão no meio ambiente estudado, em termo de extensão. Das 146 propriedades avaliadas na área de nascente, 51,48% encontra-se na faixa “muito alta” pressão, que representa $Q_{0,85} \geq 21,94$ ha da área composta de pasto.

O limite de alteração da cobertura florestal, seja qual for o tipo de uso no meio rural, é definido por instrumentos legais. Recentemente, através da Medida Provisória de nº. 2166-67 de 24 de agosto de 2001 foi estabelecido pelo Poder Público Federal que na área florestal da bacia Amazônica um lote poderia ser desmatado em até 20% de sua área total.

A taxa de pasto passa a ser significativa em termo de degradação ambiental, pois 80,0% dos lotes pesquisados na área de nascente possuem uma área entre $Q_{0,35} \geq 36,9$ ha e $Q_{0,85} \leq 73,61$ ha e somente 9,09% apresentaram $Q_{0,85} \geq 81,25$ ha de floresta (Tab. 6.1).

Tab. 6.1 – Taxa de uso do solo na área da nascente do rio Taboquinha

Indicadores Ambientais	Ordem Quantílica (há)					
	Muito baixo	Baixo	Mediano	Alto	Muito alto	> Fr.rel ¹ . Da Ordem.
Área dos lotes	32,53	36,90	43,45	73,61	81,25	54,54
Área de uso do solo	12,92	14,70	18,96	28,06	38,75	55,14
Área de pasto	7,71	8,55	10,95	13,00	21,94	51,48
Área de Lavoura	2,14	2,57	3,21	4,67	10,10	51,85
Área de Reserva legal	11,39	13,11	16,04	23,00	34,58	64,54
Sobrelocação de Pasto	0,61	0,74	0,92	1,61	1,90	51,85

Obs.: “> Fr.rel¹” maior frequência relativa da ordem quantílica observado em campo.

A dimensão da lavoura cafeeira na região oscila entre $Q_{0,35} \leq 2,57$ ha/lotes, atingindo índice superior a $Q_{0,85} \geq 10,10$ ha/lotes, taxa observada em 37,77% dos estabelecimentos agrícolas analisados. Neste caso a agricultura passa a ter uma contribuição substancial com relação à qualidade de água nessa seção da microbacia. Mas a desagregação e carreamento de materiais sólidos e líquidos (orgânicos e inorgânicos) para os cursos de água das áreas ocupadas por cafezais, onde há maior exposição do solo, a

⁴⁴ Conforme definido no capítulo 5 nas páginas 123 a 128.

proporção de perda de solo por hectares em um ano é de 50% a 75% superior que o pastoreio. Na pastagem o sistema radicular das gramíneas (braquiária) favorece o processo de infiltração e reduz a enxurrada (escoamento superficial) e a menor perda de recursos naturais (MAFRA⁴⁵, 1999; TOMAZONI, 2005).

A perda de solo pela atividade de lavoura de café tem outras implicações, como constatado em campo, pois 70,93% dos cafeicultores pesquisados declararam utilizar herbicidas (houndoup, gramossil, tordon, grifosato e outros) para controle de erva daninha. Esta prática deixa o solo totalmente exposto à ação erosiva durante os oito meses de chuva na região, favorecendo a desagregação e lixiviação dos minerais presentes ou adicionados via adubação, para os cursos de água.

A classe de uso do solo urbano foi incorporada à discussão no decorrer do trabalho de observação e monitoramento da qualidade da água devido a localização geográfica da cidade do município de Alto Paraíso/RO. O núcleo urbano situado entre as linhas C85 e C80 tem avançado em direção ao canal principal do rio Preto Candeias Braço Direito. Foi constatado alguns tributários de menor porte que já se encontram dentro do perímetro urbanizado e são utilizados com rede receptora de esgoto cloacal (doméstico e industrial) e pluvial.

A área urbana de Alto Paraíso/RO surgiu no âmbito do Programa de Desenvolvimento Integrado de Rondônia – Polonoroeste a partir de um Núcleo Urbano de Apoio Rural – NUAR, do PAD Marechal Dutra, “planejado” com infra-estrutura básica para atender um quantitativo de oitocentas a mil famílias de colonos. Atualmente a população residente no município é 13.128/hab. Destes, 9.101/hab (69,3%) residem na zona rural e 4.027/hab (30,7%) na zona urbana (BRASIL, 2000).

Em termos de saneamento básico observou-se que a cidade não possui estação para tratamento de água (ETA) e somente 2,6% da população é servida por rede de distribuição de água potável. Enquanto 96,4% captam água em poço do tipo “amazonas” e nascentes e 1% retiram

⁴⁵ A perda de solo erodido em área de uso do solo especiais (florestas) é de 4 g/ha anos (0,001%). Enquanto a pastagem é 700 g/ha (1,0%) anos e cafezal é 1.100 g/ha anos (1,4%)

diretamente de rios e igarapés. A situação do esgotamento sanitário e pluvial é ainda mais crítica, uma vez que a população urbana não possui rede coletora de esgoto. Aproximadamente 75,7% da população confinam os dejetos orgânicos e inorgânicos em fossas sépticas, secas e rudimentares e 24,3% despejam ao natural, em valas, rios/igarapés e locais não especificados.

Na área central (curso médio) a morfometria da rede de drenagem caracteriza-se por canais fluviais de 1ª, 2ª e 3ª ordem. Os canais de 3ª ordem apresentam maior extensão linear. Os indicadores de densidade de drenagem variaram entre 0,24c/Km² a 0,39c/km², com média de 0,54c Km². A profundidade da lâmina de água registrada, em torno de 1 a 2,5 metros, e em alguns canais, em virtude do processo de assoreamento, com menos de um metro de profundidade.

Nesse setor o quantitativo de rebanho, em número absoluto, é superior ao registrado na nascente, o que justifica uma elevação no uso e consumo de água para dessedentação da criação da ordem 65,49%. O abastecimento de água para o rebanho bovino tem três fontes, onde 75,05% é realizado via captação direta de rios e igarapés, 19,92% são abastecidos por água captada de poços e nascentes e 5,03% de açudes e barragens edificadas geralmente quando a estiagem é muito severa (junho até setembro) e provoca a seca do sistema de drenagem de 1º ordem (igarapé perenes e intermitentes) existentes nas propriedades.

A água utilizada para suprir as necessidades humanas da população domiciliada é um dos mais baixos registrados na área de estudo, representa cerca de 33,64%, cuja principal forma de captação de 91,66% é realizada através de poços e nascentes localizados nos lotes/propriedades e 9,44% captam de rios e igarapés. A redução dessa taxa está relacionada ao quantitativo de família proprietárias de sítios ou fazenda que normalmente residem nos núcleos urbanos da região (Alto paraíso, Ariquemes, Distrito de Triunfo, Candeias do Jamari e Porto Velho). Neste caso, a população residente é formada basicamente de trabalhadores assalariados (vaqueiro, caseiro e agricultores e pecuarista meeiro), onde a família é composta por

no máximo três pessoas, fenômeno muito comum após alguns anos na zona de expansão da frente pioneira da bacia Amazônica (COY, 1988; MACHADO 1992).

A atividade pecuária é mais expressiva em termos de área, representa 33,14% (18,404 ha) da floresta original já convertida em pastos. De 20.418 cabeças, entre bovinos, suínos, caprinos e eqüinos, 58,79%, ou seja, 12.005 cabeças estão confinadas nesse seguimento ambiental.

A evolução da pecuária extensiva esta relacionada a dois fatores: aos incentivos governamentais, especialmente no maior controle das condições sanitárias e na abertura de financiamento para os pecuaristas que desejam adquirir alguns exemplares de gado leiteiro como parte de acordo firmado com o laticínio Italac, que na sua unidade no município de Alto Paraíso tem capacidade para processar 4000 l/dia de leite. Esse modelo de desenvolvimento tem forçado os colonos a abandonarem a lavoura cafeeira para dedicar-se à bovinocultura em virtude do menor risco econômico e retorno em curto prazo aos investimentos, visto que no caso do leite, este é pago mensalmente, enquanto o café é anual.

Dos 302 lotes avaliados, a sobrelotação considerada como indicador de pressão ambiental variou entre $Q_{0,15} \leq 0,80$ cab/ha (11,76% dos lotes) a $Q_{0,85} \geq 1,82$ cab/h, taxa observado em 45,75% das propriedades, o que indica que embora tenha maior efetivo bovino e extensão de pasto, quando comparada com a nascente, tem uma densidade inferior (Tab. 6.2).

A estrutura fundiária do médio rio Preto Candeias Braço Direito foi concebida no ato da implantação do PAD Mal. Dutra por pequena propriedade com dimensão de 100 hectares, dos quais 80% eram para reserva legal. Quanto a isso, vale enfatizar um comentário de um proprietário que destacou que ao receber o lote foi determinado a preservação de 80% da área, mas não houve instrução para preservação das áreas de rios (mata ciliar) e muitos desmataram estas para servir de bebedouro à criação.

Tab. 6.2– Taxa de uso do solo no médio curso

Indicadores Ambientais	Ordem Quantílica (há)					
	Muito baixo	Baixo	Mediano	Alto	Muito alto	> Fr.rel*. da Ordem.
Área dos lotes	37,90	41,14	46,00	100	85,53	53,58
Área de uso do solo	9,25	10,91	13,24	16,87	24,87	59,02
Área de pasto	6,5	7,2	8,25	13,20	22,10	53,70
Área de Lavoura	2,17	2,88	2,53	3,15	4,08	51,38
Área de Reserva legal	25,19	27,00	29,85	34,35	48,33	53,09
Sobrelotação de Pasto	0,80	0,99	1,09	1,29	1,82	45,75

Obs.: "> Fr.rel⁻¹" maior frequência relativa da ordem quantílica observado em campo

Utilizados como indicadores de avaliação, as informações referentes a área de floresta remanescente, declarada por propriedade, observa-se que 53,09% dos estabelecimentos agropecuários analisados possuem uma taxa de reserva legal (reserva em bloco) $Q_{0,85} \geq 48,3$ ha. Índice que pode está superestimado em função do processo de concentração fundiária, onde o teste estatístico mostra que 15,18% dos entrevistados que se declararam pecuarista incorporaram ao lote original mais terras, deixando de ser pequeno proprietário e passando a médio proprietário de imóvel rural.

Estes mantiveram intacta a cobertura vegetal da terra adquirida como forma de compensação para o desflorestamento na propriedade antiga. Aguiar (2000) esclarece que o processo de uso e ocupação do solo na bacia Amazônica caracteriza-se pelo ciclo de desmatamento, extração dos recursos florestais e pecuarização. Estágio de desenvolvimento agropecuário e pressão ambiental já atingido nesse compartimento da microbacia.

O uso atual do solo neste trecho da microbacia distinguiu-se da nascente pela importância no nível de desenvolvimento que alcançou a pecuária extensiva comercial, especialmente a bovina de corte e leiteira. Enquanto a lavoura anual e perene ocupa uma área de $Q_{0,85} \geq 4,08$ ha/Lotes em 51,48% dos imóveis rurais, contribuindo de forma insipiente para o rendimento e manutenção dos colonos.

A área final da rede de drenagem da microbacia (fz ou confluência) se constitui por um conjunto de canais fluviais, prevalecendo os de 4ª ordem, com extensão linear de 96 km e densidade de drenagem 1,43 c/km². Profundidade média entre 2,5 e 12,0m em relação a superfície da

lâmina de água, conforme a dinâmica do ciclo hidrológico que prevalece na região.

O uso de água para abastecimento doméstico é de 33,33% das propriedades visitadas, dos quais 75,68% extraem água de poços ou nascentes e 24,32% de rios e igarapés que cortam a propriedade. O uso da água para dessedentação da criação é o principal uso (66,66%) e segue a tendência observada nos outros compartimentos da microbacia, onde 66,98% da água é captada diretamente dos recursos hídricos superficiais e 33,02% alimentam a criação através da água captada em poços e nascentes.

Nesse percurso observa-se uma reversão no padrão de uso e cobertura do solo. O uso agrícola tornou-se menos comum, pois em 45,94% dos lotes a lavoura ocupa entre $Q_{0,85} < 2$ ha $Q_{0,35} \geq 2,8$ ha e é praticada principalmente como subsistência para os empregados assalariados nas fazendas.

A foz tem como principal uso do solo a pastagem e um crescimento do rebanho bovino em acelerado processo de expansão, uma vez que a densidade nessa seção é a mais alta ($Q_{0,85} \geq 2,25$ cab/ha) já registrada nos três ambientes de análise (nascente, médio curso e foz), quase o dobro do calculado por Arima e Veríssimo (2002) para os pastos mais produtivos na bacia Amazônica⁴⁶.

A proporção de cobertura florestal nativa alterada na foz é uma das mais baixas, principalmente na porção nordeste, pertencente ao município de Itapuã do Oeste/RO, possivelmente devido a ausência de rodovias e estradas. Mas nas propriedades entrevistadas a área de reserva legal é uma das menores $Q_{0,85} \geq 21,50$ ha/lote, frequência observada em 41,02% das grandes propriedade entrevistadas (Tab. 6.3).

⁴⁶ Em média, há apenas 0,69 animais por hectares de pasto. As pastagens com menos de uma cabeça por hectares ocupam 80% do total de pasto e têm uma lotação média de apenas 0,5% . Em uma produtividade ainda mais crítica 40% das pastagens têm lotação de 0,3 cab/ha. Enquanto as pastagens mais produtivas com mais de 1 cab/ha ocupam apenas 20% do total da área em pasto, com uma média de 1,38 cab/ha (ARIMA e VERÍSSIMO, *Op. cit.*).

Tab. 6.3 - Taxa de uso do solo na foz do rio Preto Candeias Braço Direito

Indicadores Ambientais	Ordem Quantílica (ha)					
	Muito baixo	Baixo	Mediano	Alto	Muito Alto	> Fr.rel ¹ . Da Ordem.
Área dos lotes	48,23	49,36	60,05	96,14	136,64	36,12
Área tot. de uso do solo	10,00	11,67	14,17	16,25	19,38	40,00
Área de pasto	6,43	6,86	7,5	8,57	14,25	45,83
Área de Lavoura	2,20	2,44	2,80	2,5	2,00	49,95
Área de Reserva legal	10,58	11,07	11,83	13,08	21,50	41,02
Sobrelotação de Pasto	0,67	0,80	1,00	1,25	2,25	45,83

Obs.: "> Fr.rel¹" maior frequência relativa da ordem quantílica observado em campo

6.1.2 Variações limnológicas temporais e espaciais quanto ao uso do solo

Alguns indicadores geoquímicos e ecológicos presentes no ecossistema aquático são extremamente sensíveis à mudanças bruscas da cobertura vegetal e no uso do solo, a exemplo: temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade, oxigênio dissolvido e sólido total (ESTEVES, 1998). Esta característica nos levou a adotar estes indicadores para avaliação da qualidade da água e possíveis alterações destes em função da classe de uso do solo, consideradas neste estudo como indicador de pressão do meio ambiente da microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca).

6.1.3 Potencial Hidrogênio

O pH é uma importante variável na avaliação da qualidade da água, representa a concentração de íons, o potencial de hidrogeniônico (em escala logarítmica) indicando a condição de acidez, neutralidade e basicidade da água. No ambiente aquático natural é influenciado por processos biológicos e químicos através da dissolução de minerais que constituem as rochas e, por conseguinte os solos, bem como por adsorção de gases atmosféricos e oxidação de matéria orgânica. Além disso, pode variar conforme o tipo de uso do solo (origem antropogênica), a partir do despejo de esgotos domésticos, industriais e resíduos agrícolas (agrotóxicos e

fertilizantes) por oxidação de materiais orgânicos e inorgânicos (BRASIL,2006).

A rede de drenagem da área de estudo esta organizada sob o domínio geotectônico da unidade litoestratigráfica Ariquemes - Porto Velho, constituída de rochas graníticas do Complexo Jamari e Massangana e solo do tipo Latossolo Amarelo, fortemente ácido (com valores médios variando entre 4,1 e 5,6), do qual resulta água com característica ácida, especialmente no período seco (inverno). Em trinta amostras (N = 30), nove (9) do período de junho a outubro de 2005 e vinte e uma (21) de junho de 2006, cujo pH foi medido diretamente em campo e em laboratório, apresentaram-se forte a moderadamente ácida (4,6 a 6,7), não atingindo valores próximos da neutralidade.

No período chuvoso (verão), por influência da maior disponibilidade de entrada de água no sistema, o que acarreta a lavagem dos solos e conseqüentemente acentuação do volume e velocidade no escoamento superficial da água, há uma maior diluição dos compostos dissolvidos, o que tende a reduzir a acidez (CARVALHO *et al.*, 2000). No período de coleta das trinta amostras (N = 30) foi observada a ocorrência de chuvas superiores a 0,25mm nas últimas vinte e quatro horas (24h) até o momento da amostragem. O pH⁴⁷ da água do rio Preto candeias Braço Direto apresentou variações de extremamente a pouco ácido no ciclo hidroclimático sazonal (4,4 a 6,6) e de extremamente a neutro no ciclo hidroclimático anual (entre 4,89 a 7,1) (Tab. 6.4).

⁴⁷ Azambuja (1996) estabelece a classificação de acidez e basicidade no meio ambiente em sete classes: Extremamente ácido=valor inferior a 4,5; muito ácido= entre 4,5 a 5,2; ácido=entre 5,9 a 6,4; pouco ácido=entre 5,9 a 6,4; neutro=de 6,5 a 7,1; alcalino=de 7,2 a 8,0; e muito alcalino maior que 8,0.

Tab. 6.4 - Variação do pH na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Período	Amostragem N = 63	Potencial hidrogênio – pH (H ⁺)				Pluviosidade >0,25mm/dia
		Máx	Mim	D.P	MED	
Jan./ 05	3	6,0	4,8	0,63	4,9	Não
Mar./ 05 e 06	24	6,6	4,4	0,53	5,3	Sim*
Abr./ 05	3	7,2	6,9	0,17	7,2	Sim
Maio / 05	3	7,6	5,6	1,03	5,9	Sim
Jun. / 06	21	6,05	3,9	0,31	5,4	Não
Jul. / 05	3	6,7	6,5	0,15	6,6	Não
Out. / 05	3	6,7	6,3	0,24	6,5	Não
Dez. 06	3	6,7	6,1	0,32	6,4	Sim
Média total	-	6,6	5,6	0,42	6,0	-

OBS: Nos pontos 3, 4, 5, 24 e 25 não houve ocorrência chuva nas 24 horas antes da coleta.

Os estudos limnológicos realizado por Ponting (Apud PELLACANI, 2005), referente às conseqüências da variação do pH, revelaram que o ambiente aquático, ao atingir níveis críticos, a vida marinha e fluvio lacustre, quanto o grau de acidez, é igual a 6.0. Valores inferiores começam afetar a vida de alguns microorganismos e dos animais. Ainda argumenta que em água com um pH entre 5,5 e 5,0 os ovos e as larvas são seriamente afetados. Abaixo deste limite a maioria das espécies de peixes não sobrevive. Nível de acidez inferior a 4,5 compromete o desenvolvimento de numerosas espécies de vegetais.

Os valores máximos de acidez (chuvoso: pH = 3,9 e estiagem: pH = 4,67) foram encontrados na planície secundária permanentemente inundada ou pantanosa (Fig. 6.2 e 6.3), onde predominam argilosos e Gleyssolos de textura argilosa a arenosa, formada pela rede de drenagem igarapé Corgão. A presença de material orgânico abundante neste ecossistema, através da decomposição orgânica, produz substâncias húmicas (ácidos húmicos flúvicos), acentuando a acidez (BRANCO 1986).



Fig. 6.2- Igarapé Corgão.



Fig. 6.3 - Rio Preto Candeias Braço Direito

Durante o levantamento em campo, quanto ao uso do solo e água, foi perguntado à população se alguém da família faz uso dos rios, igarapés e lagos da área de estudo. A pesca era a primeira opção de resposta, mas somente 10,06% dos entrevistados responderam que praticam esta atividade, enquanto 89,06% não pescam de forma alguma. Estes justificam em seus relatos que logo que entraram no projeto haviam muitas “caças e peixe”, mas com a derrubada da mata para formação de área de lavoura e pastagem estes foram gradativamente desaparecendo.

Estudo desenvolvido referente à estrutura da cadeia alimentar em igarapés de água clara (pequenas bacias), afluentes do rio Tarumã-Mirim/AM, entre 1981 e 1998, verificou-se que em condições climáticas normais o pH = 4,72 (muito ácidos) e no período de seca prolongada pH = 6,6 (WALKER, 1990). Em alguns que drenavam latossolos argilosos pobre em íons os resultados apresentaram um pH ~ 4,3, extremamente ácido. Neste ambiente foi identificada uma fauna adaptada, vivendo da disponibilidade de nutrientes liberados pela serrapilheiras formadas pela pouca variedade de espécies de árvores existentes nas áreas da mata de igapó.

Os Índices de acidez⁴⁸ ou basicidade da área de estudo podem atingir patamares extremos, afetando a vida aquática com disponibilidade de toneladas de sobra de resíduos vegetais (raízes, folhas galhos e serragem) liberados nos cursos de água durante o processo de limpeza (pelas chuvas) das áreas de lavoura e pastagem.

Os valores de pH nos trechos sob cultivo e pastagem plantada variaram entre 4,40 a 4,76 e 4,8 a 5,6, respectivamente, apresentando valores medianos significativo (4,5) nos pontos de 01 a 05, localizados na área da nascente. Nesta porção predomina atividade agrícola, principalmente o plantio de café. A elevada acidez da água pode estar associada à periódica lixiviação devido a exposição do solo, fato que pode

⁴⁸ Os rios brasileiros têm tendência à acidez, exemplo interessante é o do rio Negro, que influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta tem pH muito baixo devido ao excesso de ácidos em solução. Além disso, geralmente, as águas doces superficiais têm pH entre 4,0 e 9,0 (PELLACANI, 2005).

ser constatado através dos baixos valores de sólido totais dissolvidos – STD, média de 27mg/l, comparado aos valores registrados para microbacia (48,3mg/l)

Os menores índices de acidez na água foram constatados nas áreas de floresta, com valores médios de 5,6 a 6,0, apesar dos valores médios de TSD terem apresentado relativo acréscimo (48 mg/l). Nos pontos amostrados na área de uso do solo urbano foi observado pH médio de 5,4 e 38,0mg/l de TSD (Fig. 6.4 e 6.5). Através do cálculo estatístico de regressão observou-se que houve uma fraca correlação dos valores de acidez com o TSD ($r=0,41$; $p=0,95$) e variância, conforme as classes de uso do solo, baixíssima (florestas $s^2 = 0,26$, pastagem $s^2 = 0,05$, agrícola $s^2 = 0,04$ e urbano $s^2 = 0,007$).

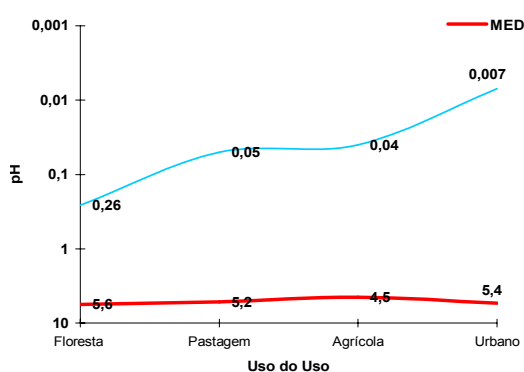


Fig. 6.4 - Variação do pH

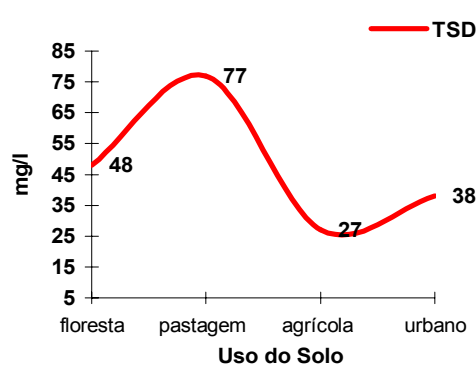


Fig. 6.5 – Variação do STD

Após análise dos resultados do pH no rio Preto Candeias Braço Direito observa-se que este tem valores abaixo do limite para uso e consumo estabelecido na resolução 357/2005 do CONAMA para classe 3 (pH 6,0 a 9,0) e pela portaria 518/2004 que determina os limites físico-químico de potabilidade de água para consumo humano (6,0 a 9,5). Enquanto o STD esta dentro do estabelecido pelas duas normas que regulam o grau de potabilidade da água doce superficial (BRASIL, 2005a e BRASIL, 2004b).

6.1.4 Regime térmico da água do rio Preto Candeias Braço Direito

As variações de temperatura nos cursos de água em ambiente lântico⁴⁹ e Lótico⁵⁰ provavelmente têm maior influência sobre a vida e os ecossistemas aquáticos do que qualquer outra variável avaliada isoladamente. Em particular se considerarmos que este parâmetro afeta a solubilização dos gases na água, uma vez que a elevação da temperatura significa perda de oxigênio dissolvido – OD (ver tópico sobre o comportamento do OD no meio ambiente avaliado), influenciando a qualidade da água e consequentemente a vida de organismos aeróbios aquáticos (ANGELOCCI e VILLA NOVA, 1995).

Os corpos de água superficial naturais apresentam variações térmicas sazonais, diurnas e na estratificação vertical. Também é influenciada por fatores geográficos (climatológicos) como a latitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade, bem como por despejos de resíduos industriais e agropecuários (BASSOI e GUAZZELLI, 2004).

As medições de temperatura da água realizada diretamente em campo nos 21 pontos de monitoramento não apresentaram variações temporais significativas ao longo do ciclo hidrológico anual e sazonal, onde o valor mediano calculado ficou em 25,4°C. A queda tímida de 1,0°C pode ter sido influenciada pelo declínio na temperatura do ar atmosférico. Este fato ocorre no sudoeste da bacia Amazônia e consequentemente na área de estudo, onde a temperatura mínima do ar geralmente permanece entre 3 e 4 dias inferior a 20°C, caracterizando o fenômeno denominado regionalmente de “Friagem” (NIMER, 1990). Os dados também demonstram a já conhecida capacidade que os corpos hídricos superficiais têm de reter calor devido a sua alta capacidade calórica, o que acaba contribuindo para que as flutuações térmicas na coluna de água alcance temperatura mais acentuada

⁴⁹ Ambiente que se refere a águas paradas ou a organismos que vive em água parada, com movimento lento ou estagnado, incluindo lagos e charcos (ART, 2001)

⁵⁰ Relativo a água movente ou a organismos que nela habita, e repetidamente com rios e igarapé de água corrente (Ibid.)

que a do ar atmosférico, no decorrer de um dia ou até mesmo em um período (ANGELOCCI e VILA NOVA, 1995). Fenômeno que foi constatado na campanha do mês de dezembro, onde a temperatura média da água ficou em 29,0 ° C, enquanto a do ar atmosférico, observado no momento da coleta, foi em média de 28 ° C. Os dados registrados pela estação meteorológica existente na região, para os últimos dez anos, indicam pouca variação para o mesmo período, entre 25,5 a 26,5 ° C.

Rondônia (1998d), avaliando a qualidade da água superficial de rios e igarapés na bacia do rio Jamari, registrou para a microbacia do rio Massangana, ponto localizado na linha C80 (atual RO 459), a 12Km da cidade de Alto Paraíso – RO, nas mesmas condições ambientais (área de pastagem), temperatura média da água 26,3°C e máxima 29,0°C, esta no mês de setembro. Resultados que comparados aos obtidos neste confirmam a exatidão e a baixa variação temporal e espacial da temperatura na área de estudo (Tab. 6.5).

Tab. 6.5 - Variação da temperatura na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Período	N°. amostral N = 63	Temperatura ° C				Pluviosidade >0,25mm/dia
		Máx	Min.	D.P	MED	
Jan./ 05	3	28,4	26,4	1,24	26,3	Não
Mar./ 05 e 06	24	26,7	25,8	0,47	26,5	Sim*
Abr./ 05	3	26,6	26	0,3	26,3	Sim
Mai/05	3	26,4	24,8	0,83	26	Sim
Jun. / 06	21	26,7	25,8	0,47	26,5	Não
Jul. / 05	3	25,4	25,6	0,36	25,4	Não
Out. / 05	3	29,2	26,6	1,37	27	Não
Dez. 06	3	29,8	27,5	1,15	28,9	Sim
Média Total	63	26,7	25,9	0,65	26,4	-

OBS: Nos pontos 3, 4, 5, 24 e 25 não ocorreu chuvas nas últimas 24 horas antes da coleta.

Apesar da resolução 357/2005 do CONAMA não definir limites de tolerância para temperatura da água doces e salobras, estabelece em seu capítulo IV, referente aos lançamentos de efluentes, art. 34, parágrafo 4°, inciso II, que a temperatura das águas superficiais, ao receber efluentes de qualquer natureza, sem distinção do espaço geográfico urbano ou rural, deverá permanecer inferior a 40 °C. E a variação térmica do corpo receptor (rios, igarapé e lagos) perene ou intermitente, não devesa exceder a 3°C no

local de despejo. Pertinência normativa que nos motivou a realizar uma inferência mais cuidadosa sobre este parâmetro, já que os organismos aquáticos respondem de forma diferente as mudanças sensíveis deste indicador (PELLACANI, 2005).

Observado através da análise estatística de amplitude térmica, calculada pela diferença dos valores máximo e mínimo médios de temperatura da água, variações acentuadas ao longo do ano em todas as classes de uso solo, exceto nas áreas onde prevalece atividade agrícola. Apesar da alta temperatura (média 27,2°C) esta manteve certa homogeneidade, com uma amplitude de 0,2°C, característica que pode esta relacionada ao sombreamento proporcionado pela cobertura da vegetação natural e cultivada (café, cacau, cupuaçu, etc.) (Fig. 6.6).

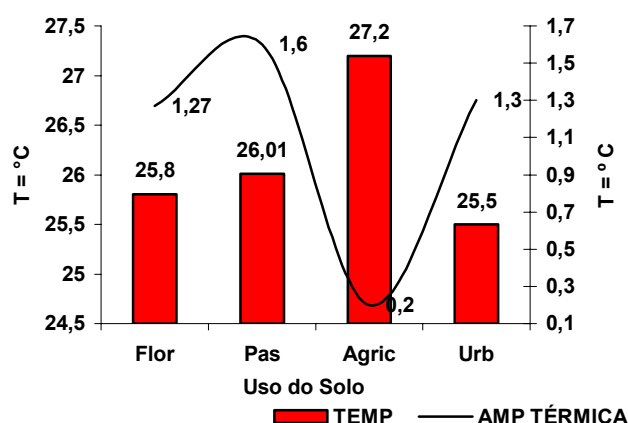


Fig. 6.6 - Variação da Amplitude Térmica da água

Nas áreas com predomínio de pastagem destinada à criação extensiva, principalmente de bovinos, a temperatura da água manteve-se na média estabelecida na microbacia, 26,1°C (Mín = 25,21°C e Máx 26,81°C). No entanto, a amplitude ao longo do ano apresentou variações significativas com média ora inferior ora superior a 1,60°C, a exemplo dos pontos Pe-24⁵¹ e Pe-25 onde foram registradas oscilações de 1,75°C a 0,5°C, respectivamente.

⁵¹ Ponto de monitoramento e avaliação da qualidade da água em uso do solo de Pecuária bovina extensiva - Pe 24.

Esta variação pode ser reflexo do desflorestamento das margens da rede de drenagem em estudo. Os proprietários entrevistados que declararam desenvolver a pecuária como principal uso do solo representa 27,31% da população total pesquisada. Estes valores foram encontrados por meio de cruzamento estatístico, utilizando os indicadores: nº. de cabeças, área utilizada, nº. de cabeças abatidas e vendidas, bem como volume de leite extraído e vendido.

Deste percentual 77% informaram que o curso de água superficial (rio Taboca ou afluentes) é a principal fonte de captação direta para dessedentação da criação. Os 23% restante utilizam água de barragem, represas, poços e nascentes (incluindo rios e igarapés). Dos entrevistados, 58,7% declarou que o rio (banhado, córrego) não possui proteção vegetal, toda área é de pasto. O restante, 23%, informou que ainda possui proteção ou cobertura florestal. E 18,3% do estabelecimento rural estavam fechados, abandonado ou o proprietário não respondeu as perguntas.

Em uma primeira visão, a amplitude térmica da água, estimada para a área de pasto, parece dentro da normalidade definida em lei. No entanto, se o processo de conversão de florestas em pastagem crescer a taxa de 1% ao ano, em aproximadamente 23 anos a variação média da temperatura da água da microbacia chegará a 3°C atingindo o limite de variação térmica de recebimento de efluentes. Cabe lembrar que dos cinqüenta litros de água, consumo diário por bovino, entre 75 a 65% retorna ao meio ambiente aquático na forma de fezes e urina, ou seja, rejeito ou efluente (TELLES, 2002).

Na área urbana ocorreu a menor temperatura média da água (25,5°C), inferior à média mínima (25,9°C) registrada na unidade espacial pesquisada. Esta pode ter sofrido influência no horário de medição, que ocorria, normalmente na primeira hora da manhã ou no fim tarde. Porém, a amplitude térmica foi expressiva, com média de 1,3°C. A exposição direta dos cursos de água existentes nas cercanias da mancha urbana à radiação solar e as condições ambientais sanitárias da cidade de Alto paraíso/RO,

que é cortada na direção geográfica sudoeste-noroeste pelo rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca) desperta atenção. Pois este curso de água é o principal receptor de resíduos produzidos pelas indústrias madeiras e secadoras de café instaladas paralelas à margem direita do rio homônimo, um trecho de aproximadamente 3 km, bem como da rede de drenagem pluvial e esgotos sanitários. Se a manutenção da taxa de crescimento populacional se mantiver em 5,19% anual e o quadro crítico de saneamento básico⁵² continuar imutável pelos próximos dez anos, a água poderá atingir níveis e qualidade térmica acima do permitido para o recebimento de efluentes, comprometendo o grau e potabilidade da água local e principalmente à jusante. O que se agrava porque o núcleo urbano localiza-se aproximadamente a 15 km da nascente, pois emanam das variações desses parâmetros alterações e reações físico-químicas diversas, como a liberação de gases produzidos pela oxidação do material orgânico nocivo aos organismos, a exemplo do gás amônia.

Em área de floresta a temperatura da água pode estar sendo sensivelmente influenciada pela oscilação térmica ocorrida nos demais compartimentos analisados. Esta manteve o mesmo comportamento observado e a média máxima e mínima foi de 26,4°C e 25,1°C e média geral, considerando todos os pontos medidos sob florestas, de 25,8°C e amplitude de 1,27°C.

6.1.5 Gêneses e variações da condutividade elétrica

A condutividade esta relacionada com a capacidade da água conduzir correntes elétricas através da quantidade de cátions e ânions originados pela dissolução de substâncias químicas. Variações acentuadas deste parâmetro no meio ambiente hídrico podem indicar o grau de

⁵² A Pesquisa de Nacional de Saneamento Básico afirma que dos 3040 domínios existente em Alto Paraíso/RO somente 6 residências e possui rede de esgoto, 211 fossa séptica, 1.974 fossas rudimentares e 849 das casas informaram ao recenseador que lançavam os dejetos em valas, rios, lagos outros escoadouros e uma boa parcelar não tinha banheiro e nem sanitários (IBGE, 2000b)

insalubridade da água drenada em uma microbacia. Geralmente estas alterações são corroboradas por lançamento de resíduos proveniente da atividade industrial, mineração e agropecuária. Este parâmetro pode variar com o despejo de esgotamento sanitário *in natura* na rede de drenagem, como substâncias com alvejantes, cujos íons de cloro ao serem lançados no ecossistema aquático elevam a sua condutividade (PELLACANI, 2005).

Considerando as características hidrogeológica, pedológica e morfo-estrutural de determinada área que drena um rio ou igarapé, a água pode naturalmente apresentar alta carga iônica. Os rios de água branca ou barrenta (exemplo: Mamoré e Madeira) transportam muito material em suspensão e dissolvido provenientes do processo de intemperismo que as rochas sofrem nas vertentes das montanhas Andinas, geralmente ricas em sais minerais e nutrientes como carbonatos-bicarbonato de Cálcio e Magnésio. Estes permitem a manutenção acentuada da condutividade, normalmente $>60\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ (SANTOS e RIBEIRO, 1988; BOECHAT *et al.*, 1998).

Os rios de água clara (Guaporé, Jamari, etc.) têm origem em ambiente hidrogeológico denominado de Escudo Brasileiro, onde predominam rochas duras (granitos, gnaisses e migmatitos) e ocorre atividade erosiva diminuta, que, portanto, geram poucas partículas em suspensão e pobres em nutrientes, peculiaridade que garante uma condutividade aproximada de $>9,5\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ e $<12,30\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ (SANTOS e RIBEIRO, 1988).

Mortatti (1988) avaliou o comportamento químico das águas da rede de drenagem da porção sudoeste da bacia do Madeira. As amostras coletadas na sub-bacia do rio Candeias, apresentou concentração média, dos macros nutrientes básicos Ca, Mg, K e Na, onde o somatório desses foi de 101 Tz+ revelando a baixa capacidade natural de nutrientes, o que reflete diretamente a condutividade elétrica, por volta de $10,5\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$.

A condutividade da água na microbacia de estudo apresentou valor máximo anual de $35,3\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ e mínimo $6,0\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$, variações que ocorreu em pontos específicos na estação chuvosa (verão). Este fenômeno

se repetiu na estação de estiagem (inverno), cuja máxima anual absoluta foi $28,0\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ e mínima $5,6\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$. Considerando os valores obtidos nas 63 amostras foi estabelecida, através de análises estatísticas, a condutividade elétrica média de $10,42\mu\text{S}^{25}/\text{cm}$, valor relativo ao encontrado por Santos e Ribeiro (1988, p. 159 e 66) que afirmam:

“Banhando a cidade de Santarém/PA, está pela margem direita do rio Amazonas a foz do rio Tapajós e o seu afluente o rio Arapiuns que são os principais rios de água clara. O rio Tapajós recebe como formadores os rios Juruena e São Manuel provenientes do Brasil Central e pertencente à região dos terciários; são rios pobres em sais minerais dissolvidos.

Sobre a amostragem do rio Arapiuns o mesmo apresenta uma condutibilidade de $7,75\text{ uS}_{20}$, a média dos cátions foi de $0,40\text{ mg/l}$; o potássio aparece como predominante como $0,50\text{ mg/l}$; a média de ânions foi de $1,90\text{mg/l}$; o sulfato vem como predominante com $3,30\text{ mg/l}$ e ferro total foi de $0,06\text{mg/l}$. No rio Tapajós $10,30\mu\text{S}_{20}$, a média de cátions foi de $0,66\text{ mg/l}$ prevalecendo o Ca $1,07\text{ mg/l}$ e ânions foi de $1,68$ o sulfato com $3,20\text{ mg/l}$ e ferro $0,05\text{mg/l}$ ”.

A baixa condutibilidade eletrolítica da água na microbacia de estudo pode ser um indicativo da incipiente percentagem de nutrientes (Cálcio, magnésio, potássio, Sódio, Carbonato, Sulfato, cloreto, etc.) disponível na matriz ambiental solo.

Tab. 6.6 - Variação da condutividade na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Período	Amostragem N = 63	$(\mu\text{S}^{25}/\text{cm})$				Pluviosidade >0,25mm/dia
		Máx	Mim	D.P	MED	
Jan./ 05	3	12,1	8,3	1,9	9,1	Não
Mar./ 05/06	24	35,3	6	6,2	9,5	Sim*
Abr./ 05	3	19,1	8,9	5,1	14,1	Sim
Maio / 05	3	13,6	11	1,4	11,14	Sim
Jun. / 06	21	14,4	10,3	2,04	12,7	Não
Jul. / 05	3	28	5,6	4,8	7	Não
Out. / 05	3	19,8	9,6	5,1	14,5	Não
Dez./06	3	11,2	9,6	0,95	9,7	Sim
Total	-	16,75	9,2	3,42	10,42	-

OBS: Nos pontos 3, 4, 5, 24 e 25 não ocorreu chuva nas últimas 24 horas antes da coleta.

Do banco de dados de solos da Secretaria de Planejamento do Estado de Rondônia, foram selecionados 21 perfis construídos no mapeamento de solo que subsidiou o Zoneamento Socioeconômico Ecológico do Estado. As análises químicas, considerando o somatório de cálcio, magnésio e potássio em todos os horizontes apresentou no perfil

classificado por Latossolo concentrações entre 1,10 mmol/dm³ a 7,74 mmol/dm³, nos litossolos de 1,64 mmol/dm³ a 2,84 mmol/dm³, nos Gleissolos de 0,54 mmol/dm³ a 1,10 mmol/dm³ e nos Argissolos de 23,20 mmol/dm³ a 3,76 mmol/dm³. Com base na “escala qualitativa de distribuição de nutrientes⁵³” para solos, as três primeiras classes taxonômicas apresentam concentrações de nutrientes baixas e a última entre baixa e média concentração de nutrientes.

A partir dessa característica pedológica, que apresentam as manchas de solos da microbacia, derivadas de condições edafológicas que interferem diretamente na condutibilidade elétrica, pode-se inferir que a água dos rios/igarapés estudados enquadra-se na classe de rios de água clara ou transparente (SIOLI e KLINGE, 1964). Há ocorrência de valores acima ou abaixo da média estabelecida para o ecossistema aquático avaliado, é indicio de entrada de substâncias física ou química geralmente de fonte antropogênica.

Os valores de condutibilidade média em área de floresta (8,7 μS²⁵/cm) e pastagem (8,0 μS²⁵/cm) é pouco inferior a média da microbacia. Amplitude absoluta de 4,0 μS²⁵/cm e 5,1 μS²⁵/cm para os dois compartimentos, compatíveis com os índices de variação verificados em outros rios e igarapés da bacia do Madeira (Fig. 6.7).

Nas áreas agrícolas a condutividade média (15,8 μS²⁵/cm) foi superior a média aferida para microbacia de água transparente ou clara. Nesta classe verificou-se uma seqüência de altos valores absolutos de condutibilidade, oscilando de 28 μS²⁵/cm a 10,4 μS²⁵/cm ao longo do ano, especialmente no verão chuvoso, típico da porção meridional da bacia Amazônica (Fig. 6.8). Variação que pode está diretamente relacionada aos processos erosivos. Durante a pesquisa de campo foi observado processo avançado de assoreamento de alguns cursos de água de primeira ordem, a exemplo do igarapé Taboquinha.

⁵³ Escala de distribuição de nutrientes Ca+Mg de 0 a 20 e baixa, de 20 a 60 média, de 60 a 100 e alto e > 100 e muito alta. Para o K de 0 a 1,21 baixa, de 1,21 a 3,80 e média e > 3,81 e alto, a unidade equivale a mmol/dm³ centimol / decímetro cúbico (BRASIL, 1999).

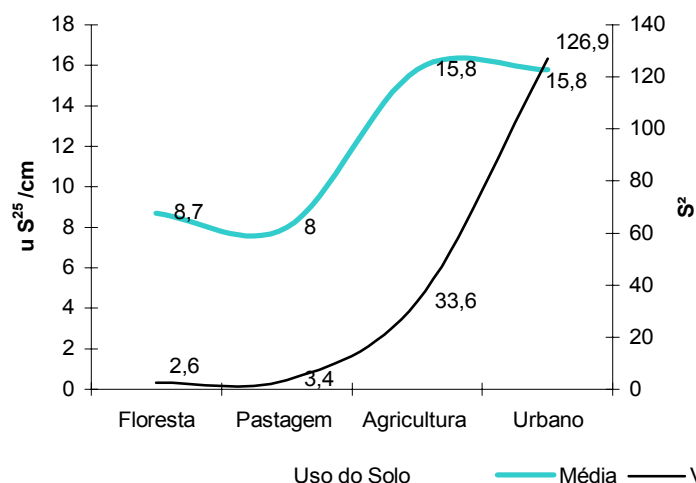


Fig. 6.7 - Média de condutividade elétrica conforme o uso do solo

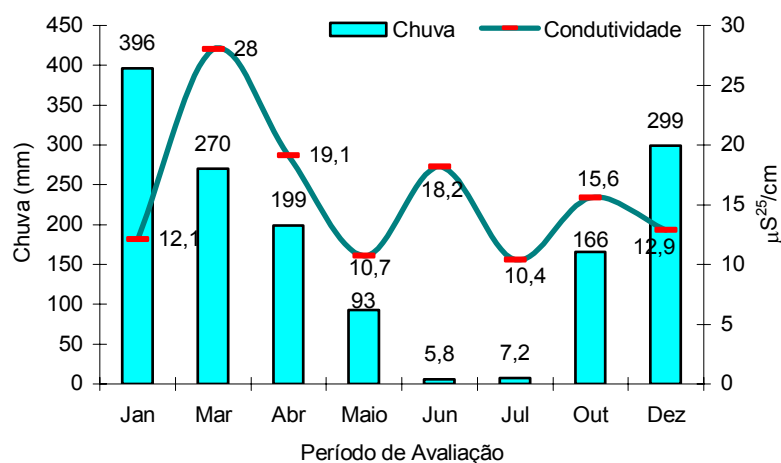


Fig. 6.8 - Variação da condutividade e volume de chuva nos pontos na área da nascente.
Fonte: Elaborados a partir de dados de Brasil (2003e)

De acordo com os dados de Brasil (1998d), no final da década de 90 a taxa da cobertura vegetal na área da nascente correspondia a 61% de vegetação natural e 39% de agricultura e pastagem. Por meio de técnica de sensoriamento remoto e levantamento de campo verificou-se um aumento de 13% da área ocupada por atividades agropecuárias. O que hoje representa cerca de 52%, reduzindo para 48% a área coberta com vegetação natural.

O desflorestamento das encostas, associado à fragilidade dos solos, especialmente dos “litossolos” encontrados (Capítulo 3) na área de nascente (devido à pequena espessura genética destes), facilita o fluxo de

água em seu interior devido o contato direto com a rocha matriz e a precoce interrupção da percolação, facilitando o escoamento superficial e gerando rápida saturação do solo. Circunstância que pode responder pela ocorrência de transporte de material através do processo erosivo, que tem provocado o assoreamento da drenagem de 1º ordem (igarapé taboquinha). Contribuindo para o aumento da taxa de carga em suspensão e dissolvidos ao atingir os cursos de água e, por conseguinte nos índices de condutibilidade, geralmente após intensas pancadas de chuvas que ocorrem nesta porção da microbacia entre os meses de outubro (média 166mm) a abril (média de 199mm) (GUERRA e BOTELHO, 1998).

O crescimento do efetivo bovino também pode estar corroborando para a acentuação dos índices de condutividade elétrica da água na nascente (Fig. 6.9). Considerando a média diária de água necessária para dessedentação animal, estimada em 50L/cab, o consumo nesta porção da microbacia é cerca de 199.450 l/dia. Extraídos da rede dos cursos de 1º e 2º ordem, onde a densidade de drenagem calculada através da equação definida por Strahler (1984) apresenta resultados baixíssimos 0,027Km². Porém, desse consumo, um volume de aproximadamente de 129.642,5l/dias retorna à pequena drenagem, que sem grande capacidade de diluição nestes pontos da microbacia pode também perfeitamente estar colaborando para os altos valores de condutividade elétrica, situação que pode se agravar com o surgimento de novas áreas de pastagem.

Durante visita às propriedades constatou-se uma prática comum entre os criadores da região, a instalação de currais, estábulos e pocilgas próximos aos cursos de água para facilitar a dessedentação da criação. O que leva a difusão de outros parâmetros, como nitrogênio, nitrato e nitrito, bem como ortofosfato, que em concentrações elevadas compromete a qualidade da água para o consumo humano e de animais aquáticos (Fig. 6.9).



Fig. 6.9 – Nascente do rio Taboca



Fig. 6.10 – Pastagem as margens do Taboca

Na área urbana, Linha C85, especificamente o ponto Ur-10 de avaliação da qualidade da água, setor chacareiro da cidade de Alto Paraíso/RO, apresentou condutividade de $35,3 \mu\text{S}^{25}/\text{cm}$, três vezes maior que a média integrada para a microbacia. Os demais pontos de amostragem, neste tipo de uso do solo, apresentaram valores médios entre $9,5 \mu\text{S}^{25}/\text{cm}$ e $8,0 \mu\text{S}^{25}/\text{cm}$, o que é motivo de preocupação, uma vez que o lançamento de resíduos orgânicos humanos (esgotos) pode levar ao aumento expressivo desse parâmetro (ALBERTI *et al.*, 2004).

6.1.6 Alterações na Turbidez e Cor

A cor e turbidez são parâmetros de qualidade da água de grande importância para o homem, animais e plantas aquáticas, pois um alto grau, principalmente de turbidez, interfere não somente na salubridade da água, mas também na estética (aspecto visual), isto é, aparência. E impede a dispersão de radiação luminosa, reduzindo o processo de fotossíntese da vegetação enraizada, submersa e de algas. Este processo, por sua vez, pode reduzir o suprimento de alimento e a produtividade de peixes, podendo influenciar a comunidade biológica aquática como um todo (BASSOI e GUAZELLI, 2004).

Nas atividades humanas os níveis de turbidez e cor afetam, além de comprometer, o abastecimento público, que necessita de água bruta para inúmeras atividades, onerando o tratamento, onde o custo operacional é

repassado ao usuário. A exemplo das indústrias que utilizam a água como matéria prima (indústrias de bebidas) e recreativos de contato direto e indireto (BASSOI e GUAZELLI, *Op. cit.*).

As fontes de turbidez na área de estudo podem ser de origem natural, causada pela presença de partículas em suspensão, tais como: silte, massas coloidais⁵⁴, microorganismos (algas), etc. Esta não representa riscos imediatos ao meio ambiente, mas em situação extrema pode servir de habitat para microorganismos patogênicos, reduzindo a eficiência de desinfecção. Enquanto a de origem antrópica, produzida por despejos de resíduos domésticos, agroindustriais e processos erosivos pode estar associada a substâncias tóxicas.

Oposto da turbidez, a cor é constituída de material sólido dissolvido, principalmente da decomposição de matéria orgânica gerada a partir de ácido húmico e fúlvico ou pela presença oxidada de Ferro ou manganês. Todavia, a coloração produzida por concentração de compostos derivados de matéria orgânica natural ou industrial pode gerar produtos potencialmente cancerígenos, a exemplo do clorofórmio⁵⁵ (HESPANHOL, 2002).

A partir dos resultados obtidos foi observado que qualidade da água apresentou valores médios de turbidez 6,87UNT, inferior ao encontrado por Brasil (1997) na bacia do rio Jamari (11,32UNT), sub-bacia do rio Candeias (13,42UNT) e principalmente na microbacia hidrográfica do rio Massangana (15,49UNT). Enquanto a taxa registrada para coloração da água foi em média 46,44mg Pt/L, mantendo-se um pouco abaixo da média calculada (49,01 mg Pt/L) para os demais cursos de água que formam a rede de drenagem local.

Foram constatados valores máximos absolutos significativos em alguns casos acima da média da unidade ambiental de estudo: turbidez

⁵⁴ Sólido amorfo que consiste de minúsculas partículas maiores que moléculas que permanecem suspensos em vez de se dissolverem ou se assentarem em ambiente aquático (ART, 2001).

⁵⁵ Líquido claro de odor adocicado, (hidrocarboneto) semelhante ao do éter é cancerígeno, Amplamente usado como anestésicos, mais atualmente foi substituído por compostos menos perigosos. A água potável contém algumas vezes traços de clorofórmios produzidos pela reação de agentes de cloração com matéria orgânica presente na água (Ibid)

variando entre 48UNT e 85UNT e cor entre 7,31 mg Pt/L e 20,1 mg Pt/L. O que ocorreu no período de fortes pancadas de chuva, normalmente superior a 200mm/mês em todos os pontos amostrados ao longo do ano (ciclo hidrológico), exceto no P-01, situado na nascente e que apresentou tanto para Turbidez (80.0UNT) quanto para cor (12,30 mg Pt/L) valores máximos no período de estiagem ou com ocorrência de precipitação inferior a 200m mês (Fig. 6.11 e 6.12).

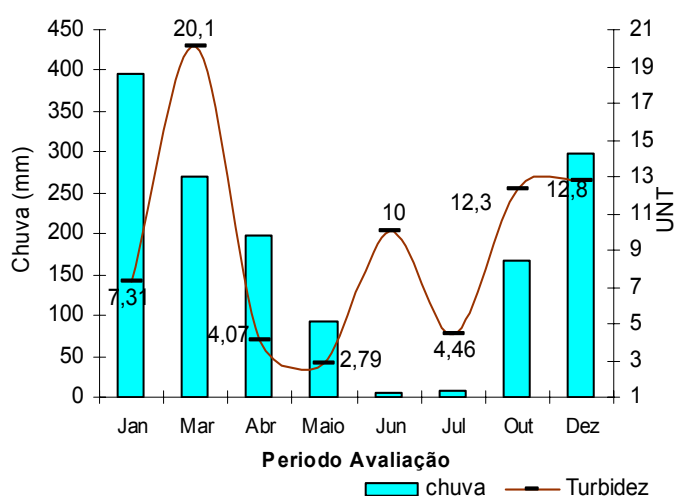


Fig. 6.11 - Valores máximos de turbidez e índice de chuva.

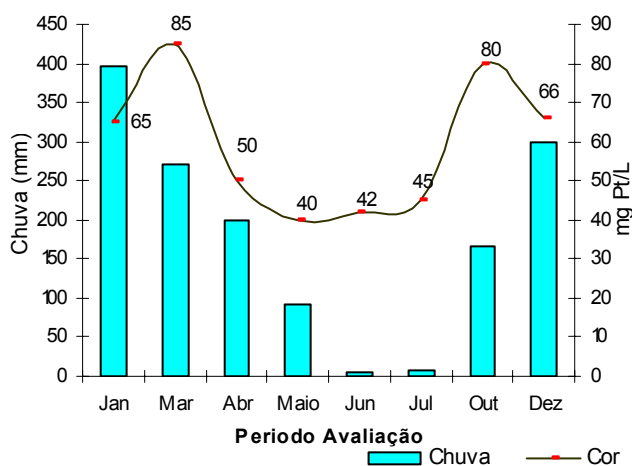


Fig. 6.12 - Valores máximos de cor e média de chuva.

A partir da distribuição de chuva mensal (janeiro a dezembro) para uma série histórica de 20 anos, o coeficiente de correlação calculado apresentou-se de alto à moderado para a cor ($r= 0,65$) e turbidez ($r=0,37$). Índices que demonstram o estágio avançado de degradação do meio

ambiente. E a exposição do solo, frente ao escoamento superficial intenso na estação chuvosa, que tem implicação direta à intensificação do volume de particulados dissolvidos e suspensos, influenciando o aspecto visual e ecológico da água na microbacia de drenagem (BRANCO, 2002, p.237):

“Ao homem oferece forte resistência ao consumo, como bebida de uma água que foi turvada por chuvas recentes, ou colorida pela presença de substâncias amarelas contidas no húmus formado pela decomposição de folhas em um rio que corta áreas cobertas por espessa vegetação. Esta pode ser de natureza puramente psíquica, uma vez que outros animais dependem muito mais de seus instintos não se recusam a beber águas nessas condições e o próprio homem beba outras bebidas que apresentam cor e turbidez com características próprias”.

Efluentes orgânicos e inorgânicos podem afetar as propriedades óticas de um manancial (BRANCO, 1986), como o lançamento direto ou indireto (percolação, via solo, de dejetos confinados em fossas rudimentares ou valas, comum em 80% dos domicílios na bacia do alto rio Madeira) de esgoto sanitário doméstico sem tratamento prévio. As atividades agropecuárias, dragagem de areias e queima periódica da vegetação têm concorrido para a elevação da turbidez e mesmo da cor de cursos de água perenes ou intermitentes na unidade territorial de análise.

Considerando os três compartimentos obtidos nas análises de uso do solo, os valores de turbidez e cor, pós-tratamento estatístico, apontam que os efluentes produzidos na área urbana têm influenciado a qualidade da água drenada na microbacia. Na área urbana foram verificados valores médios de 52,25UNT de cor e 10,4mg Pt/L de turbidez.

No Pe-11 de monitoramento, situado no curso principal da microbacia, cerca de 5Km à jusante do núcleo urbano do município de Alto Paraíso/RO, foram observados os maiores valores médios para cor (63,5UNT) e turbidez (15,1mg Pt/L), ao longo de um ciclo hidrológico sazonal na microbacia. Estas concentrações podem ser proveniente do esgotamento sanitário e industrial (resfriador e madeireira) produzidos no meio ambiente urbano.

Através de cálculos de produção de efluentes, foi estimado quanto a população urbana 24,3% (1.067hab) sem qualquer tipo de esgotamento sanitário produz, e o produto da equação apresentou uma taxa de exportação⁵⁶ de 149.349 l/Hab/dia ou 4.481.820 l /hab/mês.

Zanini e Basso (2004) avaliaram a influência do uso do solo para a qualidade da água e compararam com os valores estabelecidos na classe 01 (água doce), previsto na resolução CONAMA 20/86. Encontraram grau médio de turbidez (4,80NTU) e total de sólidos em suspensão - TSS (3,0 mg/l e 25,75 mg/l) e maiores valores de total de sólidos dissolvidos - TDS (pontos que drenam solos urbanos), 114,20mg/l, para uma carga exportada de 13,691 t/mês Km². O autor sugere que estes sejam consequência dos processos de erosão hídrica nas áreas rurais e despejos de dejetos produzidos pela poluição urbana exportada para o curso de água na microbacia de drenagem.

No Pe-01, igarapé Taboquinha, prevalece uso do solo agrícola. Foram observados os menores valores médios para cor 32,0 mg Pt/L e turbidez 5,0UNT em comparação aos índices aferidos nos demais pontos avaliados. Esta área apresenta um forte desnível altimétrico, 3,35m/Km, que pode ter influenciado os resultados através do carreamento de material produzido nesta parte da microbacia e depositado na seção do rio com menor gradiente de declividade.

Galeti (1982), avaliando o efeito do uso do solo sobre a perda de solo estabeleceu para área de plantação de cafezal perda igual a 0,9 ton/ha/ano e 0,04ton/ha/ano em pastagem, em áreas com solos de textura variando de arenoso, argiloso e muito argiloso. O somatório da área plantada com cafezal na nascente é de aproximadamente 158 ha e 703 ha de pasto. Equivalente a uma exportação estimada para os cursos de água (perda de solo) em 142,2ton/ano na agricultura e 282,2 ton/ano na pastagem. Essa taxa disponibiliza elevado quantitativo de particulados que influi diretamente nos valores de cor e turbidez, sem considerar os efluentes produzidos pelos dejetos orgânicos produzidos pela pecuária.

⁵⁶ Bassoi e Guazelli (2004) estimam que a vazão específica produzida por esgoto doméstico seja em média de 120 a 160L/hab/dia.

A partir dos pontos Pe-16 (igarapé Formigão, linha C105) e Pe-21 (próximo à junção do rio Preto Candeias Braço Direito e Esquerdo, Linha C631), ambos em área de pastagem, apresentaram valores médios de 47,30mg Pt/l para cor e 5,1UNT para turbidez, próximos a média normal calculada para a microbacia. No igarapé Formigão o coeficiente de correlação entre esses parâmetros apresenta um índice moderado da ordem de $r=0,56$. E densidade de drenagem mensurada, na seção onde foram realizadas as medições, acumula uma taxa de 0,71Nc/km² e de 0,77 Nc/Km².

No Pe-21 o baixo gradiente de declividade (0,60cm/km) acelera a deposição de partículas. Assim como a presença de cobertura florestal às margens dos cursos de água que antecede o local monitorado podem estar propiciando uma eficiente retenção e diluição dos efluentes produzidos neste tipo de uso do solo.

No Ponto R/F -19⁵⁷, com forte presença de floresta ombrófila, assim como foi observado nos indicadores de qualidade da água, apresenta comportamento mais estável e certamente com um melhor grau de potabilidade. Com valores médios de 4,0UNT de turbidez e 48,9 mg Pt/l para cor. Provavelmente o valor de cor é influenciado pela ausência de chuva neste compartimento, onde ocorre maior influência de matéria orgânica em suspensão, produzida pela vegetação florestal e por exportação das atividades de uso do solo pastagem e urbanização. A turbidez tem influência dos minerais proveniente dos solos agrícolas.

Arcova e Cicco (1999) esclarecem que além das atividades agropecuárias, a densidade de estrada em área com declividade acentuada e ausência de matas ciliares (floresta ombrófila de terras baixas periodicamente inundada) tende a contribuir para a elevação do grau de turbidez e cor aparente da água e no comportamento da fauna e flora nos ecossistemas terrestres e aquáticos de pequenas bacias hidrográficas.

A resolução 357/2005 do CONAMA estabelece para classe três (água doce), destinada à dessedentação animal e após tratamento convencional abastecimento público, tolerância máxima no grau de turbidez

⁵⁷ Ponto de monitoramento e avaliação da qualidade da água em uso do solo especial Reserva Floresta permanente – R/F – 19

até 100 UNT e para Cor verdadeira de 75 mg Pt/L (BRASIL, 2005a). A portaria nº. 518/2004 apresenta para estes parâmetros padrões mais rígidos para consumo humano, onde o grau de turbidez deve ser inferior a 5 UNT e para cor aparente 15 mg Pt-co/L (BRASIL, 2004b).

A água na microbacia de estudo, seguindo as condições e padrões previstos na primeira norma, ainda é de boa qualidade para fim de dessedentação animal, pois apresentou valores médios de 44,56 mg Pt/l para cor e 6,8 UNT de turbidez. E uma variância bastante alta, de S^2 308, 5 e S^2 16,72, devido os valores “outlier” de 85mg Pt/l e 20,1 UNT no Au -11⁵⁸ registrados notadamente na época chuvosa, evidenciando a possível influência de efluentes doméstico e de pecuária.

Quanto ao abastecimento humano, as análises demonstraram que a água do rio preto Candeias Braço Direito não pode ser consumida (ingerida) sem tratamento específico (filtração, floculação, decantação, etc.), uma vez que a média de turbidez (34%) e cor (297%) estão acima do padrão considerado para água potável. Em todos os pontos de monitoramento os resultados das análises apontaram valores superiores ao previsto na Portaria 518/2004, a exemplo do Pe-11, que apresentou 423% de grau de turbidez e 302% para cor.

6.1.7 Oxigênio Dissolvido - OD

Dos gases dissolvidos na água o oxigênio tem importância vital na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos. A atmosfera e o processo de fotossíntese são as principais fontes de oxigenação dos corpos hídricos no ambiente natural. Assim como os demais gases a solubilização depende da variação térmica (temperatura ambiente) e pressão atmosférica.

A redução de O_2 na água pode ocorrer através da atuação de microorganismos na decomposição biológica da matéria orgânica, muitas

⁵⁸ Ponto de monitoramento e avaliação da qualidade da água em uso do solo Área urbana.

vezes produzida pelo próprio ambiente natural (resto de vegetais e animais) e por despejos de substâncias orgânicas proveniente de atividades humana. Também pode haver perda de oxigênio direto para atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos.

A resolução nº. 357/2005 do CONAMA estabelece oxigênio dissolvido - OD para corpos hídricos da classe três não inferior a 4 mg/L, para dessedentação de animais, podendo ser utilizada no consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.

A pressão atmosférica na microbacia apresenta pouca oscilação (981,4 MB e 993,0 MB), média de 987,2 MB (RONDÔNIA, 2005). A temperatura do ar medida no momento da coleta variou entre 29,1° C a 25,1° C. Condição ambiental que proporcionou uma concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água nos diferentes períodos do ano de monitoramento. O O₂ variou entre 6,8 mg/l e 1,8mg/l, com uma saturação média entre 40,6% e 62,1%. No período chuvoso, nos meses de janeiro, outubro e dezembro foi constatado média de 4,5mg/l OD na água, enquanto no período de estiagem, nos meses de abril e junho, registrou-se concentração média de 3,5mg/l.

Nos meses de maio e julho foram observados [O₂] média de 4,5mg/l e 4,6mg/l, respectivamente, valores que foram influenciados pelas chuvas (>0,25mm/dia) ocorridas nas últimas 24h que antecederam as medições limnológicas (Tab. 6.7). A concentração de OD é diretamente proporcional ao aumento da pluviosidade. Os resultados acima demonstram que a oxigenação no ecossistema aquático na Microbacia do rio Preto Candeias/RO ocorre através do transporte de oxigênio da atmosfera para a água por processo de difusão⁵⁹.

⁵⁹ Deflexão irregular de ondas ou de partículas (a exemplo gotas de água da chuva) de alta energia quando atravessam uma substância no caso da água (ART, 2001).

Tab. 6.7 - Variações do oxigênio Dissolvido na microbacia do rio Preto Candeias Braço Direito

Período	Amostragem N = 63	Oxigênio Dissolvido – OD				Pluviosidade >0,25mm/dia
		Máx	Mim	D.P	MED	
Jan./ 05	3	4,7	3,1	1,13	3,9	Não
Mar./ 05/06	24	4,7	2,9	1,27	3,8	Sim*
Abr./ 05	3	3,0	1,8	0,85	2,4	Sim
Maio / 05	3	5,2	3,8	0,99	4,5	Sim
Jun. / 06	21	4,5	3,2	0,92	3,8	Não
Jul. / 05	3	5,5	3,7	1,27	4,6	Não
Out. / 05	3	6,8	3,1	2,62	4,9	Não
Dez./06	3	5,9	3,2	1,91	4,5	Sim
Total	-	4,9	3,1	1,27	4,05	-

OBS: Nos pontos 3, 4, 5, 24 e 25 não ocorreu chuva nas últimas 24 horas antes da coleta.

Os níveis de OD também podem sofrer alterações em virtude do uso do solo, principalmente da atividade agrossilvolpastoril através da produção de material orgânico (esterco de suínos e bovinos) e do lançamento de esgotos domésticos e efluentes provenientes de indústrias alimentícias e curtumes. Estas substâncias nos corpos hídricos favorecem a multiplicação de bactérias aeróbicas que atuam na digestão desses compostos orgânicos. Nesse processo aumenta a competição e consumo de oxigênio disponível entre os seres vivos aquáticos, quadro de degradação ambiental que pode levar ao esgotamento de OD em um curto espaço de tempo BRASIL, 1998).

A variação de oxigênio dissolvido apresenta menor concentração nos pontos sobre influência de agricultura (1,61mg/l a uma temperatura 27,2 °C), taxa bem inferior a média encontrada na microbacia (4,05 mg/l). A intensa degradação da floresta original tem proporcionado o assoreamento e conseqüentemente a diminuição na profundidade dos rios e igarapés. Processo que favorece o aquecimento diurno da água na camada superficial (epilímnio), responsável pela desoxigenação da água nesse trecho da drenagem. Fenômenos hidro-térmicos que interferiram também no quantitativo máximo de oxigênio saturado, mantendo em média 20,9%, menor que a taxa média de 49,38% de saturação obtida nos demais pontos avaliados microbacia. Mellanby (1982), avaliando a influência do aquecimento (poluição térmica) provocado pelas indústrias elétricas no resfriamento de caldeira e distribuição de oxigênio dissolvido nos rios da

Grã-bretanha, observou uma saturação de O_2 em torno de 17% no verão e raramente superior a 50% no inverno nos rio Trent e DraKelow.

Ao longo do monitoramento (trabalho de campo) sistemático da qualidade da água, teoricamente imaginávamos que o baixo nível de OD estava associado à presença de matéria orgânica – OM, mas as análises de oxigênio consumido – OC, que está relacionado ao volume de O_2 empregado na oxidação da matéria orgânica – MO, oscilaram entre 0,2 mg /l e 6,8 mg/l e média de 2,0 mg/ l ao longo do ano.

Ao contrário do que ocorreu nas áreas agrícolas, nas áreas de floresta nativa (reserva legal e de preservação permanente) a temperatura média (25,8 °C) proporciona maior concentração de OD, água de melhor qualidade. Nesse ambiente o nível de O_2 registrado foi sempre superior a 2,5 mg/l, atingindo valores máximos 5,5 mg/l, bem como saturação de oxigênio elevada, entre 40,2% e 60,2%, e média de 46,68%, favorecendo o desenvolvimento natural da fauna e flora.

Na floresta ombrófila aberta de terras baixas que protege os solos da planície de inundação de vales secundários, existente na área marginal da nascente do igarapé Corgão, apesar de bastante preservada (mesmo no interior das propriedades), em termo oxigenação foram registrados os mais baixos níveis, 1,4 mg/l e 1,8 mg/l, e média de 31,0% de saturação. A redução acentuada nessa porção da rede de drenagem pode ser atribuída às características locais, ambiente relativamente lântico e bastante encharcado (pantanosos). Que propicia o desenvolvimento de substâncias orgânicas, natural e antropogênica, favorável à multiplicação desordenada de bactérias e fungos e consumo⁶⁰ médio de 4,3mg/l de O_2 (Fig. 6.13).

⁶⁰ O valores oxigênios consumido na foz do Igarapé Corgão foram sempre superiores 3,6 mg/l e inferiores a 6,3 mg/l.

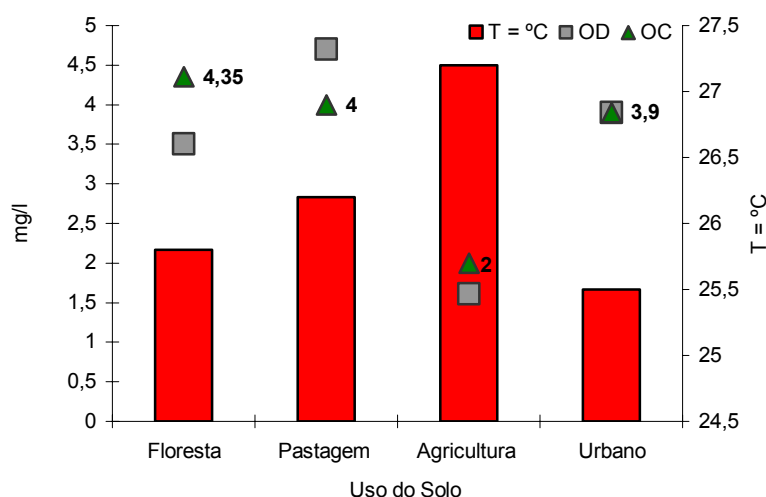


Fig. 6.13 Variações de oxigênio dissolvido - OD e consumido OC.

Os resultados limnológicas indicam a necessidade de preservação desse ambiente, pois pouco se conhece sobre a dinâmica físico-química de áreas de planície e vales secundários do rio Preto Candeias Braço Direito, uma vez que essas foram diagnosticadas e mapeadas apenas há cinco anos (RONDÔNIA, 1998d).

Uma das mais graves consequências de deterioração da qualidade da água superficial é provocada pelo despejo de resíduos orgânicos⁶¹, realidade muito comum no espaço analisado. O apodrecimento desses materiais provoca a queda brusca das concentrações de oxigênio, podendo chegar até a sua total ausência, ocasionando o início de um novo processo: fermentação. Que ocorre por ação de bactérias anaeróbicas devido a redução biológica de compostos sulfurosos e causam odores, motivados pelo consumo das matérias orgânicas por miríades de microorganismos que deles se alimentam e que, proporcionalmente consomem oxigênio em sua respiração (BRANCO, 2002).

Na classe de uso do solo urbano uma parcela considerável (24,3%) da população despeja aproximadamente 149.349 l/hab/dia de resíduos orgânicos *In-natura*, volume que tem causado redução em termos

⁶¹ Na bacia do Madeira que dos 52 municípios somente a cidade de Pimenta Bueno situada na Sub-Bacia do baixo rio Pimenta Bueno possui e funcionamento precário a estação de tratamento de resíduos produzido pelo esgoto sanitário domésticos.

absolutos na taxa de OD. No ponto Ur-07, correspondente a um canal de 1º ordem, a concentração de OD foi de 1,57 mg/l no período seco (junho de 2006) e temperatura da água 25,3 °C. No ponto Ur -09, curso principal da microbacia (no trecho de 2º ordem) a [O₂] foi de 2,7 mg/l na estação chuvosa (março de 2006) e uma temperatura de 28,8 °C. A saturação apresentou o mesmo comportamento, forte declínio, 19,1% e 36,0% respectivamente nos pontos analisados.

As taxas médias registradas de oxigênio dissolvido (3,9 mg/l) e consumido (3,9 mg/l) indicam que embora ocorram processos de poluição, o sistema analisado mantém-se equilibrado através da depuração natural. Mas do aspecto sistêmico ambiental os efeitos deletérios na qualidade da água é devido a falta de infra-estrutura e saneamento básico nas áreas urbanas

Nos solos recobertos por pastagem foram registradas as maiores concentrações de O₂, variando entre 3,9 mg/l a 6,2 mg/l, principalmente no médio e baixo curso. Na região da foz, tanto no ciclo de monitoramento sazonal, como anual, a média de OD manteve-se 4,5 mg/l, mesmo sobre forte radiação solar. Fenômeno que propicia o aquecimento no epilímnio, a exemplo do que ocorreu no ponto Pe-20, onde a temperatura média da água (28,6 °C) é bastante elevada, comparadas às demais amostras observadas em pasto, onde a concentração média de oxigênio foi de 4,8 mg/l.

A melhoria nos níveis de O₂ nas áreas de pasto, na foz, com relação as demais classes de uso do solo, deve-se dois fatores: (a) a topografia fluvial na seção correspondente ao canal de 4º ordem caracteriza-se por um leito bastante esculpido na forma de “vale”, atingindo afloramento granítico do complexo jamari e originando um pequeno trecho encachoeirado (a exemplo da cachoeira do Bialécio na linha 619). A turbulência tende a maximizar a transferência do oxigênio atmosférico para água por difusão e conseqüentemente uma aeração mais eficiente da água. (b) a extensa área de floresta original intacta, inclusive de mata ciliar, funciona com filtro na retenção de efluentes produzidos em outras classes de uso do solo e impede variações bruscas na temperatura da água,

principalmente no período diurna, e conseqüentemente menor perda de oxigênio.

Nos solos com pastagem a média geral de oxigênio consumido foi de 4,0 mg/l, abaixo do quantitativo de OD. O mesmo comportamento ascendente observou-se na saturação, com valores variando entre 89,6% e 46,0%, média de 62,3% no ciclo hidrológico anual e 54% no ciclo sazonal.

No médio curso, sobre forte influência da pecuária bovina de corte e leiteira, registrou-se no ponto Pe-17 (igarapé Formigão) média de 3,5 mg/l de OD (3,4 mg/l na estação seca e 3,7 mg/l na chuvosa), mesmo com temperatura média 26,1 °C na água. Fato observado no Pe-11, que tanto recebe efluentes provenientes do esgoto urbano como da atividade de pecuária, onde foi registrado média anual de 3,8 mg/l de OD e temperatura da água 25,5 °C. Nesses pontos registrou-se elevado consumo de oxigênio, 3,9 mg/l, e saturação entre 43% e 47% ao longo da temporalidade de monitoramento.

Considerando todas as medições realizadas, no ciclo hidrológico sazonal e anual, a concentração média de OD da microbacia (4,05 mg/l) está dentro dos padrões da legislação para classe 3 de água doce.

Neste entendimento há necessidade de uma reflexão que pode ser perfeitamente tema de debate no meio técnico - científico e político – legislativo e a nível Federal, Estadual e Municipal, especialmente na bacia hidrográfica Amazônica. Espaço geográfico que em virtude das peculiaridades ambientais e geoquímicas apresenta três classes de qualidade de água (branca, clara e Preta), que embora estejam na mesma base química molecular, H_2O , se distinguem através da composição física e química (SIOLI, 1991).

O que nos faz inferir a necessidade de padrões de qualidade de água distintos a cada uma destas classes. Pois a Resolução Federal, que estabelece os limites de qualidade, enquadra todos os rios em um único grupo: “água doce superficial”. O rio Negro e seus afluentes, Guaporé, Tapajós, Jamari e o rio Preto Candeias, com suas águas transparente ou quase destilada, devido à baixa concentração de nutrientes, estão

qualitativamente no mesmo grupo dos caudalosos Solimões-Amazonas, Purus, Mamoré e Madeira, possuindo os mesmos valores de tolerância a serem considerados no processo de avaliação de qualidade da água.

6.2 CONCLUSÃO

A reforma na política de gerenciamento e planejamento do uso dos recursos hídricos institucionalizada, em nível federal pela Lei 9433/97 e estadual através da Lei 255/2002 suscitou a possibilidade de ocorrer uma nova organização no espaço geográfico brasileiro. Atualmente pela necessidade quantitativa e qualitativa da água, onde a unidade de gestão administrativa é a bacia hidrográfica.

Essa reformulação, em virtude da dimensão e heterogeneidade socioeconômica e ecossistêmica que apresenta a bacia amazônica, não é uma tarefa simples ou trivial. Diria complexa, pois está além da existência de um instrumento normatizado bem elaborado, mas de difícil entendimento e aplicabilidade técnica científica.

A avaliação do meio ambiente da microbacia hidrográfica do rio Preto Candeias Braço Direito (rio Taboca) retrata bem essa complexidade. Em apenas 1.240,65 hectares nos deparamos com um grande mosaico de sistemas naturais e inúmeras instituições sociais organizadas (quatro municípios, quatro assentamentos e mais de 2.700 famílias) que travam uma acirrada disputa pela posse de recursos naturais, mineral e vegetal, de apreciável valor comercial, exceto por água.

A partir de análise integrada, os resultados permitiram ressaltar alguns pontos para reflexão quanto a qualidade dos recursos hídricos na microbacia de estudo. As classes de uso do solo predominantes na microbacia rio Preto Candeias Braço Direito, Pecuária, Agricultura e Urbana, indicam que está ocorrendo um intenso processo de substituição da cobertura florestal nativa, com algumas implicações diretas aos cursos de água:

- o Degradação das áreas de nascente, onde os rios de 1ª ordem, responsáveis pela recarga do rio principal, têm a área de reserva legal (Mata Ciliar) retirada para facilitar o acesso da criação aos cursos de água;

- o Possível redução do volume de água, consequência direta do uso do solo predominante na microbacia, tem implicação em todo o sistema de drenagem local. No período de estiagem prolongada alguns cursos secam a ponto de os proprietários captarem água do sub-solo por bombeamento para manutenção da criação;
- o Poluição dos cursos de água em virtude do lançamento de efluentes sem tratamento. Neste estudo foi constatada alteração dos parâmetros físico-químico na área **urbana** (OD = 1,57 mg/l e saturação= 19,1%, condutividade = $35,3\mu S^{25}/cm$), **agricultura** (OD = 1,61mg/l e saturação= 20,9) e **pecuária** (OD =3,4 mg/l e consumo de oxigênio = 3,9 mg/l, 423% de grau de turbidez e 302% para cor, condutividade =, pH= 4,40 a 4,76 e 4,8 a 5,6, do primeiro ao quinto ponto).

Dos usos múltiplos da água, identificados, foram observados dois tipos principais de uso da água superficial nos hidro-ambientes naturais: Dessedentação animal e Uso doméstico.

- o Nascente: 45,8 para dessedentação animal e 54,2% para uso doméstico;
- o Médio curso: 65,49% para dessedentação animal e 33,64 para uso doméstico;
- o Foz: 66,66% para dessedentação animal e 33,33% para uso doméstico.

Os dados refletem uma contradição, pois pela legislação, o uso prioritário é para consumo humano, mas em Rondônia o processo é inverso em função do rebanho. O que é preocupante, posto o alto percentual (entre 65 e 75%) de retorno da água utilizada para dessedentação. O que, ao longo do tempo pode tornar esta água inviável até mesmo para consumo animal, considerando o crescimento do rebanho, principalmente bovino.

Em síntese, os resultados analíticos obtidos no monitoramento de uso de solo e limnológico, apontam que a qualidade do meio ambiente hidrológico da microbacia está no estágio máximo de resiliência, exceto a região de nascente, constituída por canais primários, que em virtude do

avanço da atividade agropecuária apresenta grau de degradação mais intenso que no médio curso e na foz.

Portanto, recomendamos que o poder público estadual e os centros de estudos científicos já consolidados, proponham, dentro dos critérios que determina o Conselho Nacional de Meio Ambiente e a Política Nacional de Recursos Hídricos, limites e padrões de qualidade mais rígidos para os corpos hídricos superficiais. Principalmente os rios de água doce enquadrados na classe transparente ou clara. Aproximadamente 70% dos rios interioranos que compõem a malha hidrográfica de Rondônia são constituídos por rios com características físico-química semelhantes ao rio Preto Candeias Braço Direito.

6.3 BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N. **Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalho inhumados do Brasil Oriental**. Notícias Geomorfológicas. Campinas-SP. n. 11, p. 59-80, 1962.

AGUIAR, A. P. D. de. **Modelagem de mudanças de uso do solo na Amazônia**. São Paulo: INPE, 2000.

ALBERTI, E. A.; ARNUTI, F.; CAMPONOGARA, I.; PEREIRA FILHO, W. **Uso da Terra na microbacia da Sanga Alberti e sua influência em variáveis limnológicas – São João do Polêsine/RS**. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Disponível <<http://www.cibergeo.org/xsbgfa/cdrom/eixos3/3.3/144/144.htm>> Acesso em: 11 agosto de 2004.

ALMEIDA, J. R.; MORAES, F. E.; SOUZA, J. M.; MALHEIROS, T. M. **Planejamento ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1999.

ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E.; FONTES, M. P. **O Solo do Brasil**. Viçosa: UFV, 1996.

AMARAL, J. J. de O. **Mata Virgem: Terra Prostituta**. São Paulo: Terceira Margem, 2004.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. **Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba – SP**. Sci. Agric. Piracicaba, 52 (3), p. 431-438, 1995.

APHA. **American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 1995.

ARAÚJO, Q. R. de; ARAÚJO, M. H. S.; SAMPAIO, J. O. Análise do risco de erosão em microbacias hidrográficas: estudo de caso das bacias hidrográficas dos rios Salomé e Areia, Sul da Bahia. In: CHIAVETTI, A.

CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo**. Scientia Forestalis. n. 56. p. 125-134, 1999.

ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A. **Brasil em ação: Ameaças e oportunidades econômicas na fronteira Amazônica**. Série Amazônia 19. Belém: IMAZON. p. 1-22, 2002.

ART, W. H. **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. Rio Claro: Melhoramento, 2001.

AZAMBUJA, J. M. V. de. **O solo e o clima na produtividade agrícola**. Guaíba: Agropecuária, 1996.

BALLESTER, M. V. R.; KRUSCHE, A. V.; MARTINELLI, L. A.; FERRAZ, E.; VICTORIA, R. L.; BERANRDES, M. C.; OMETTO, J. P.; CERRI, C. E. P.; TOLEDO, A. M. A.; CAMARGO, P.; FRACASSI, F. C. Análise integrada de bacias de drenagem utilizando sistemas de informações geográficas e biogeoquímica de águas superficiais: A bacia do rio Piracicaba (São Paulo). *In*: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Ed). **Conceitos de bacias hidrográficas: Teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

BARBOSA, R.dos S.; SANTOS, L. C. A. dos. **A degradação dos recursos hídricos na microbacia do riacho Açaizal em virtude da produção de tapioca no povoado do Açaizal Grande: Senador La Rocquema/MA**. Disponível em <http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_29.htm> Acesso em 25 jun. 2005.

BASSOI, L. J.; GUAZELLI, M. R. Controle Ambiental da Água. *In*: PHILIPPI Jr., ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo: Manole, 2004.

BASTOS, W. R. **Ocorrência ambiental do mercúrio e sua presença em populações ribeirinhas do baixo rio Madeira-Amazônia**. 2004. 113 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

BATISTA, I. X. **Desenvolvimento sustentável em Rondônia: políticas públicas, desmatamento e evolução socioeconômica**. 2001. 172p. (Mestrado em Geociências) – Universidade de Rio Claro. Rio Claro.

BERCKER, B. K; MARIANA, M; LIA, O. M. **Amazônica**, São Paulo: Ática , 1998

BECKER, B. K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível Identificar modelos para projetar cenários?** Parcerias Estratégicas, n. 12, p. 135-159, 2001.

BECKER, B. K. MIRANDA, M. H. P.; MACHADO, L. O. **Fronteira Amazônica: Questão sobre a gestão do Território**. Rio de Janeiro: UNB, 1990.

BENTES-GAMA, M. de M. **Manejo de bacias hidrográficas**. Disponível em <http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/Artigos/manejo_bac.htm>. Acesso em 22 jul. 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1993.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física global. Esboço metodológico**. Curitiba: Editora UFPR, n.8, p. 141-152, 2004.

BETTENCOURT, J. S.; LEITE, Jr, W. D.; PAYOLLA, B. L.; SCANDOLARA, J. E.; MUZZOLON, R.; VIAN, J.A.J. **O granito rapakivi de Rondônia na Província Norte do Brasil**. In: International Symposium On Granites And Associated Mineralizantions, Salvador: CBPM/SGM, p. 3-31. 1997.

BOECHAT U. L. **Plano de Controle Ambiental da Hidrovia do Rio Madeira**. Manaus: AHIMOC, 1998.

BOHRER, C. B. de A. GONÇALVES, L. M. C. Vegetação. *In*: BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Norte**. Rio de Janeiro: SEGRAF/IBGE, 1990. p. 137-168.

BORGES, K. A. de V. **Modelagem de dados geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. 1997. p. 128. (Mestrado em Administração Pública. Área de concentração; Tecnologias de Informação) – Escola de Geovero – Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRANCO, S. M. Água, meio ambiente e saúde. *In*: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org. e coord). **Águas Doces no Brasil**. 2ªed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 227-248.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3. ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

BRANCO, S. M. A água e o homem. *In*: PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; EIGER, S.; LUCAS, S. J. de, NOGUEIRA, V. de P. Q.; PORTO, M. F. do A. **Hidrologia Ambiental**. V. 3. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991.

BRANCO, S. M. **Água: Origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993. (Coleção Polêmica)

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas Geográfico de Rondônia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

BRASIL. Ministério do Exército/Diretoria de Serviço Geográfico. **Região Norte do Brasil – 1:100000**. Brasília: DSG/IBGE, 1982. (MI 1392, 1469, 1544, 1470 e 1545).

BRASIL. Programa Integrado de Desenvolvimento do Nordeste do Brasil – POLONOROESTE. **Pesquisa Ecológica da Região do Polonoroeste**. Brasília: MCT/CNPq, 1985.

BRASIL. **Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987**. Institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e dá outras providências. Brasília: Coordenação nacional do PNMH/Ministério da Agricultura, 1987.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Números 1995**. v. 5. Rio de Janeiro: IBGE, 1995a.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 1998a

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 1995-1996**. n. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1998b.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 1999.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, resultados preliminares**. n. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 2000a.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico – 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000b.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000c

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Projeto de Gestão Integrada do Amazonas**. Manaus:CPRM, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Água. **Base de dados georreferenciados: Bacia hidrográfica Solimões e Amazonas**. Brasília: ANA, 2002a.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6.938 de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação, e dá outras providências do Meio Ambiente. Brasília: Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, 2002b.

BRASIL. Agência Nacional de Água – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Base de Referência – Minuta**. Brasília: ANA/MMA, 2003a.

BRASIL. Agência Nacional de Água. **Base de dados das regiões hidrográficas do Brasil**. Brasília: ANA, 2003b.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003c.

BRASIL. Agência Nacional de Água. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2003d.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Dados pluviométricos**. Brasília: ANEEL, 2003e.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Introdução ao SPRING (tutorial)**. São José dos Campos: INPE, 2004a.

BRASIL. **Portaria n. 518 de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da

qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 2004b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005a.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Banco de Dados Geográficos (tutorial).** São José dos Campos: INPE, 2005b.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de sistemas de informação Geográfica.** Campinas: Instituto de Computação/UNICAMP, 1996

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água.** Química Nova. São Paulo. v. 23, n. 5, 2000.

CARVALHO, C. de F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. **Qualidade das águas do ribeirão Ubá-MG.** Revista Escola de Minas. Ouro Preto, 57(3), p. 165-172, 2004.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** 2. ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CASTRO, C. B. de.; MENDONÇA, A. S. F. **Impactos de ações antrópicas em bacias de manancial rurais de montanha sobre parâmetros de qualidade de água.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 9, n. 1, p. 17-26, 2004.

CASTRO, I. E. de. O problema da escala. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. (orgs.). **Geografia: Conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. V.1. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COMASTRI, J. A.; TULER, J. C. **Topografia Altimetria**. V. 3. Viçosa: UFV, 1999.

Controle de qualidade da água. Disponível em <http://www.deq.ufpe.br/disciplinas/Controle%20de%20Polui%C3%A7%C3%A3o/Controle%20de%20Qualidade%20da%20%C3%A1gua.pdf>. Acesso em 03 abril de 2006.

COY, M. **Desenvolvimento Regional na Periferia Amazônica: Organização do espaço, conflitos de interesses e programas de planejamento dentro de uma região de fronteira o caso de Rondônia**. *In*: AUBERTIN, C. (org), Brasília: Unb, 1988

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DIEGUES, A. C. (org). **Desmatamento e modos de vida na Amazônia**. São Paulo: NUPAUB, 1999.

DOMINGUES, E.; RIBEIRO, G. V. **Indicadores ambientais no Sudoeste do Amazonas – uma experiência-piloto**. *Revista Brasileira de Geografia*. v. 58, n. 1/4, p. 71-94, 1996.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C de. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica**

do córrego Rico, São Paulo, Brasil. Engenharia Agrícola Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 115-125, 2005.

DUARTE, S. M. A.; SILVA, I. de F. da; MEDEIROS, B. G. de S.; ALENCAR, M. L. S. de. **Levantamento de solo e declividade da microbacia hidrográfica Timbaúba no Brejo do Paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e Sistema de Informação Geográficas.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. v. 4, n. 2, 2004.

ESCADA, M. I. S. **Evolução de padrões da terra na região Centro-Norte de Rondônia.** 2003. 264p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos.

ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FEARNSIDE, P. M. **A ocupação humana de Rondônia: Impactos, limites e planejamento.** Brasília: Assessoria Editorial e Divulgação Científica, 1989. (Programa Polonoroeste, Relatório de Pesquisa n. 5)

FERNADES, L. C. (coord). **Sub-bacias hidrográficas do Estado de Rondônia.** Porto Velho: MMA/RONDÔNIA/CREA-RO, 2000.

FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S. C. P. (coord). **Atlas Geoambiental de Rondônia.** Porto Velho: SEDAM, 2001.

FERNANDES, L. C.; GUIMARÃES, S. C. P. (coord). **Atlas Geoambiental de Rondônia.** Porto Velho: SEDAM, 2003. 1 CD.

FILIZOLA JUNIOR, N. P. **O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Bacia Amazônica brasileira.** Brasília: ANEEL, 1999.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FLORIANO, E. P. **Planejamento Ambiental**. Santa Rosa: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2002.

FREITAS, P.; KERR, J. C. As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. *In*: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (eds). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Anais do Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina: IAPAR, p. 43-57, 1996.

FURLAN, J. D. **Modelagem de objetos através da UML: Análise e desenho orientados a objeto**. São Paulo: Makron Books, 1998.

GALETI, P. A. **Conservação do solo: reflorestamento – clima**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982.

GATTO, L. C. S. Relevo. *In*: BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Norte**. Rio de Janeiro: SEGRAF/IBGE, 1990. p. 47-60.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (Des)caminhos do meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 1996.

GUERRA, A. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos Solos. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico – Uma visão realista. *In*: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs. e Coord). **Águas Doces no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

JOLLIVET, M.; PAVE, A. O meio ambiente: questões e perspectivas para a pesquisa. *In*: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (org). **Gestão de recursos naturais**

renováveis e desenvolvimento (Novos desafios para a pesquisa ambiental). 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: EMBRAPA, 1994.

LACOSTE, Y. **A Geografia: Isso serve, em primeiro lugar para fazer a guerra.** Campinas: Papirus, 1988.

LAMONICA, M. N. **A bacia hidrográfica – de unidade ambiental a territorial.** Disponível em : <http://cibergeo.org/agbnacional/VICBG-2004/Eixo2/e2_textosnu2.htm>. Acesso em: 11 ago. 2004.

LANDIM, P. M. B; MONTEIRO, R. C.; CORSI, A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER.** Texto Didático 08. p. 1-20, 2002.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos.** Brasília: IBAMA, 1995. (Coleção meio ambiente)

LEAL, M. S. **Gestão ambiental de recursos hídricos: Princípios e aplicações.** Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

LENCIONE, S. **Região e Geografia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

LIMA, M. I. V. de. **Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico.** Belém: UFPA, 2002.

LINHARES, D. P.; SILVA, J. M.; GOMES, J. P. O.; FERREIRA, A. R.; BASTOS, W. R.; SILVEIRA, W. G.; NUNES, D. D. **Concentração de mercúrio nos sedimentos do leito do rio Madeira.** In: IX Congresso Brasileiro de Geoquímica. Livro de resumos expandidos. Belém: UFPA, 2003.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do rio Cuiabá**. 2001 184p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. *In*: CHIAVETTI, A. CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 3. ed. São Paulo: HELVÉTICA, 1992.

MACHADO, L. O **A Fronteira Agrícola na Amazônia**. Revista Brasileira de Geográfica. Rio de Janeiro: 54 (2),p. 27-55, abri/jun, 1992.

MAFRA, N.M.C. Erosão e Planificação de Uso do Solo. *In*: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S. da; BOTELHO, R.G.M. (org). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

MARGULIS, S. (ed). **Meio Ambiente: Aspectos técnicos e econômicos**. 2. ed. Brasília: IPEA, 1996.

MARTINS, C. **Biogeografia e Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1988.

MASSON, C. G. M. J. **Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: Estudo de caso da bacia do rio Madeira**. 2005. 258p. (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

MEDEIROS, J. S. de; CÂMARA, G. **Curso de Geoprocessamento para projetos ambientais, parte 1**. São José dos Campos:INPE, 1996.

MELLANBY, K. **Biologia da poluição**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982.

MELLO, C. A. B.; VASCONCELOS, G. C. de. As águas do rio Paraíba do Sul: Uma análise de tendências dos elementos e das substâncias. *In*:

BIZERRIL, C. R. S. F.; ARAUJO, L. M. N. de; TOSIN, P. C. (org.). **Contribuição ao conhecimento da bacia do rio Paraíba do Sul: Coletânea de estudos**. Rio de Janeiro: ANEEL: CPRM, 1998.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e Meio Ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1994.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia física: Ciência humana?** 7. ed. São Paulo: Contexto, 2001a.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia socioambiental**. São Paulo: Terra Livre, nº 16, p. 139-158, 2001b.

MENEGOLA, A.; SANTANA, A. **Definição do planejamento**. São Paulo: HUCITEC, 1988.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentado**. Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2002.

MONTEIRO, C. A. de. **Teoria do clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena História Crítica**. 17. ed. São Paulo: Hucitec, 1999.

MORTATTI, J. **Estudo das alterações ecológicas na Região Noroeste do Brasil em função da colonização intensiva**. Brasília: CNPq, Assessoria Editorial, 1988. (Programa Ponorroeste, relatório n. 3)

MOTA, J. A. **O Valor da Natureza: Economia e Política dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

NASCIMENTO, P. S. de R.; GARCIA, G. J. **Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na sub-bacia do baixo Piracicaba**

(SP) com o auxílio de imagens TM/LANDSAT-5. Estudos Geográficos. Rio Claro, 2 (2), p. 31-45, 2004.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

NIMER, E. Clima. *In*: BRASIL. Instituto de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Norte.** Rio de Janeiro: SEGRAF/IBGE, 1990.

NUNES, D. D.; SILVA, J. M.; LINHARES, D. P.; LOBATO, L. C.; ASSUNÇÃO, A. G. de; MOURA, R. C. de. **Análise e caracterização das condições climáticas inerentes ao projeto Hhidrovia-Hidrelétrica do Alto Madeira-RO.** *In*: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002. p. 13-22.

NUNES, D. D. **Hidrovia do Madeira: (Re)configuração, integração e meio ambiente.** 2004. Tese. p. 379. Tese (Doutorado em Ciências, Desenvolvimento – Sócio – Ambiental) - Universidade Federal do Pará (NAIA). Belém.

NUNES, E. R. M. **Metodologia para gestão ambiental de bacia hidrográfica com abrangência para região hidrográfica: Um estudo de caso do plano diretor do programa Pró-Guaíba, RS.** 2001. p. 142. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

OLIVEIRA, A. A. B. de. (coord.). **Diagnóstico geoambiental e socioeconômico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1994.

OLIVEIRA, A. M. M. de. **Análise da dinâmica do uso da terra: O estudo da bacia hidrográfica do Ribeirão São João, SP.** 2000. 127 p. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

PAIVA, M. E. de; CARREIRA, C. de S.; MATTOS, S. de. Agropecuária. *In*: BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil – Região Norte**. v. 3. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

PALMIERI, F.; LARACH, J. O I. Pedologia e Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

PANICHI, J. de A. V.; BACIC, I. L. Z.; LAUS NETO, J. A. ; CHANIN, Y. M. A.; SEIFFERT, N. F.; VIEIRA, H. J. **Metodologia para o inventário das terras em microbacias hidrográficas**. Florianópolis:EPAGRI, 1993.

PAULINO, W. D.; FREIRE, R. H. F. **Informe técnico: Recomendações e cuidados na coleta de amostras de água**. Ceará: Governo do Estado/Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, 2001.

PELLACANI, C. R. **Poluição das águas doces superficiais & responsabilidade civil**. Curitiba: Juruá Editora, 2005.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos. **Bacias hidrográficas: Integração entre meio ambiente e desenvolvimento**. Ciência Hoje, v. 19, n. 110, 1995.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 5. ed. Rio de Janeiro:Livros técnicos e científicos, 1999.

RACINE, J. B.; RAFFESTIN, C.; RUFFY, V. **Escala de ação, contribuição para uma interpretação do mecanismo de escala na prática da geografia**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 45 (1), p. 123-35, 1983.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras, 2004.

REBOUÇAS, A. da C. Água e saneamento básico – uma visão realista *In*: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (orgs. e coords.). **Águas Doces no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 01-37.

REIS, E. J.; GUZMÁN, R. M. **Um modelo econométrico do desflorestamento da Amazônia.** Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 23, n. 1, p. 33-64, 1993.

RIBEIRO, H. **Estudos de impactos ambiental como instrumento de planejamento.** In: PHILIPPI Jr., ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. Curso de Gestão Ambiental. São Paulo: Manole, 2004.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: Tecnologia transdisciplinar.** Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (org). **Praticando Geografia: Técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

RODRIGUEZ, M. P. **Avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas.** 2001. 154p. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia. São Carlos.

ROMANINI, S. J. **Geologia e geoquímica do complexo granitóide de Massangana e sua relação com as mineralizações de estanho.** 1981. 78p. Dissertação (Curso de Pós-graduação em Geociência – opção Geoquímica) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. Salvador.

RONDÔNIA. Federação das Indústrias do Estado de Rondônia. **Rondônia – Perfil socioeconômico Industrial.** Porto Velho: FIERO, 1997a.

RONDONIA. **Decreto nº 7.903, de 01 de julho de 1997.** Regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre a proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria da qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia. Porto Velho: Governo do Estado de Rondônia, 1997b.

RONDÔNIA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Avaliação do desmatamento em Rondônia, 1978 – 1997**. Porto Velho: SEDAM, 1998a.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Diagnóstico Sócio-econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento-Sócio-Econômico-Ecológico**. Porto Velho: PLANAFLORO 1998b. (Relatório Técnico de Solos, v. 5)

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Diagnóstico Sócio-econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento-Sócio-Econômico-Ecológico**. Porto Velho: PLANAFLORO 1998c. (Relatório Técnico de Geomorfologia, v. 2, anexo A, parte 2)

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. **Diagnóstico Sócio-econômico-Ecológico do Estado de Rondônia e Assistência Técnica para Formulação da Segunda Aproximação do Zoneamento-Sócio-Econômico-Ecológico**. Porto Velho: PLANAFLORO 1998d. (Relatório Técnico de Hidrologia, v. 1, texto)

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climatológico de Rondônia – 1998**. Porto Velho: SEDAM, 1999.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climatológico de Rondônia – 2000**. Porto Velho: SEDAM, 2001.

RONDÔNIA. **Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002**. Institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento e o Fundo de Recursos Hídricos do estado de Rondônia, e dá outras providências. Porto Velho: Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental/Governo do Estado de Rondônia, 2002b.

RONDÔNIA. Federação das Indústrias do Estado de Rondônia. **Rondônia – Perfil socioeconômico Industrial**. Porto Velho: FIERO, 2003. 1CD.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Boletim Climatológico de Rondônia – 2004**. Porto Velho: SEDAM, 2005.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 1995.

SALATI, E.; SANTOS, A. A.; LOVEJOY, T. E.; KLABIN, I. **Porque salvar a floresta Amazônica**. Manaus: INPA, 1998.

SANTOS, M. A. dos; NASCIMENTO, J. A. S. **A inserção da variável ambiental no planejamento do território**. Revista Administração Pública. Rio de Janeiro, 26 (1):6, p. 6-12, 1992.

SANTOS, U. de M.; RIBEIRO, M. de N. G. **Hidroquímica do rio Solimões – Amazonas**. Acta Amazônica. 18 (3-4), p. 145-172, 1988.

SCANDOLARA, J. E. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 1999. 1 CD.

SCHMIDT, J. C. J. **Clima da Amazônia**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, n. 3, p. 465-500, 1942.

SCHIAVETTI, A; CARMAGO, A.F.M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL/ANA, 2001.

SETTI, A. A. Legislação para uso dos recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Ed.) **Gestão de recursos hídricos: Aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: Conceitos e fundamentos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1999b.

SILVA, J. M. **Hidrovia do Madeira: Análise climatológica na área do projeto Hidrovia Hidrelétrica do Alto Madeira/RO**. Porto Velho: UNIR, 2000.

SILVA, J. M.; NUNES, D. D.; BASTOS, W. R.; SILVEIRA, E. G.; MENDES, A. M.; OLIVEIRA, R. C.; LIMA, T. R.; LINHARES, D. P.; LOBATO, L. C. H.; GOMES, J. P. **Correlação de mercúrio e matéria orgânica em solos no baixo rio Madeira**. In: IX Congresso Brasileiro de Geoquímica. Livro de resumos expandidos. Belém: UFPA, 2003.

SILVA, J. M.; LINHARES, D. P.; NUNES, D. D.; ASSUNÇÃO, A. G. de; LIMA, T. R.; FURLAN, D. N.; CARVALHO, A. C.; SOUZA, R. C. de. **Evolution of deforestation and natural resources degradation in Rondônia**. Sociedade & Natureza. Special Issue, may, 2005.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRGGH, 2000.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Petrópolis, 1991.

SIOLI, H.; KLINGE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia**. Boletim Geográfico. n. 179, 146-153, 1964.

SOKOLONSKI, H. H. (coord.). **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

SOUSA, R. da S.; ARAÚJO, L. M. N. **Análise geoambiental preliminar da hidrovia do rio Madeira Amazônia, Brasil**. Porto Velho: CPRM, 2002.

STACCIARINI, R. **Avaliação da qualidade dos recursos hídricos junto ao município de Paulínia, estado de São Paulo, Brasil**. 2002. p. 214. Tese

(Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

STRHLER, A. N. **Geografia Física**. 7 ed. Barcelona: Omega, 1984.

SUDO, H. **Metodologia e classificação climatológica**. Boletim do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Presidente Prudente. São Paulo: UNESP, nº 5-4 e 6 1974.

TELLES, D. de A. Água e saneamento básico – uma visão realista *In*: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs. e Coord). **Águas Doces no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 249-304.

TENANI, S. A. (Coord.). **Rondônia: Desenvolver e preservar**. Porto Velho; ITERON/Governo do Estado de Rondônia, 1996.

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. **Estatística básica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TUCCI, C. E. M. Recursos hídricos: Artigo base sobre recursos hídricos. *In*: CARMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. P. R.; OLIVEIRA, J. A. P. de (Orgs). **Meio ambiente Brasil: Avanços e obstáculos pós-Rio-92**. São Paulo: Estação Liberdade/Instituto Sociambiental; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2003.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003.

VALVERDE, O. (Coord.). **A organização do espaço na faixa da transamazônica**. v. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. de M. **Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra a partir da segmentação e classificação de imagens – Fração solo, sobra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/LANDSAT5 na região de reservatório de Tucuruí – PA.** Revista Acta Amazônica. Manaus: INPA, v. 34 (3), p. 487-493, 2004.

VERNIER, J. **O Meio Ambiente.** Campinas: PAPIRUS, 1994.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do solo.** São Paulo: Ceres, 1975.

XAVIER, T. de M. B. S.; SILVA, J. de F. da.; REBELLO, E. R. G. **A técnica dos quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras.** Brasília: Thesaurus, 2002.

ZANINI, L. S. G.; BASSO, L. A. **O uso do solo e sua influência sobre a qualidade das águas superficiais da bacia do rio Conceição, em Cruz Alta (RS).** In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Disponível em <<http://www.cibergeo.org/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/211/211.htm>>. Acesso em 11 ago. 2004.

WALKER, W. **Ecologia e biologia dos igapós e igarapés.** Ciência Hoje. v. 11, n. 64, 1990.

APÊNDICE

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE



QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DE USO ATUAL DE SOLOS E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

NÃO RISQUE, SE NECESSÁRIO, APAGUE COM A BORRACHA APROPRIADA. ESCREVA SOMENTE COM A LAPISEIRA INDICADA

FAÇA OS ALGARISMOS CONFORME O MODELO
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 FAÇA AS LETRAS CONFORME O MODELO
 A B C D E F G H I J K L M N
 O P Q R S T U V W X Y Z

NOME DO PESQUISADOR / ENTREVISTADOR

01 LOCALIZAÇÃO

1.01 CÓDIGO - ID

1.02 MUNICÍPIOS:
☐ 1 - ARIQUEMES ☐ 2 - ALTO PARAÍSO ☐ 3 - CANDEIAS DO JAMARI ☐ 4 - ITAPUÃ D'OESTE

1.03 ZONA:
☐ URBANA ☐ RURAL

1.04 EM QUE PROJETO DE ASSENTAMENTO ESTA LOCALIZADA A PROPRIEDADE:
☐ 1 - RIO PRETO CANDEIAS ☐ 2 - VALE DO JAMARI ☐ 3 - MASSANGANA ☐ 4 - SANTA CRUZ ☐ 5 - PAD MARECHAL DUTRA

1.05
 LOGRADOURO:
 LOCALIDADE:
 (COORDENADA GEOGRÁFICA DA PROPRIEDADE (MARCA NO DOMICÍLIO) LATITUDE: - 1 LONGITUDE: - 1

1.06
 NOME DA PROPRIEDADE:
 NOME PROPRIETÁRIO OU RESPONSÁVEL
 (OBS: ESTE DEVERÁ SER ABRUVIADO, EX: MONTEIRO L. A. LOBATO)

02 ESTRUTURA FUNDIÁRIA

2.01 ÁREA DAS PROPRIEDADE (S)
 FRENTE LATERAL DIREITA LATERAL ESQUERDA FUNDO
 (A UNIDADE DE MEDIDA SERÁ EM METRO LINEAR PARA ESTE ITEM)

2.02 ÁREA TOTAL ha

2.03 QUAL A ÁREA UTILIZADA (m² ou ha) NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NA PROPRIEDADE:
 1 - ÁREA DE LAVOURA 2 - ÁREA DE PASTAGEM 3 - ÁREA DE MATA 4 - ÁREA DE CAPOEIRA

2.05 POSSUI OUTRAS PROPRIEDADES RURAIS NA MARGEM DO RIO PRETO CANDEIAS?
☐ SIM → QUANTAS (Siga item 2.05) ☐ NÃO (Siga item 3.01)

2.06 INDIQUE A LOCALIZAÇÃO DETALHADA DAS OUTRAS PROPRIEDADE DO ENTREVISTADOR:

LEGENDA
 1 - ALQUERES (110x220) = 2,42 ha
 2 - HECTARES (100x100m) 10000 M² = 1 ha
 3 - TAREFA (50x50 m) = 0,5 ha

03 USO DO SOLO

3.01 QUAL A PRINCIPAL CLASSE DE USO DO SOLO EXISTENTE NA PROPRIEDADE
☐ 1 - AGRICULTURA ☐ 4 - EXTRATIVISMO
☐ 2 - PECUÁRIA ☐ 5 - MINERAÇÃO
☐ 3 - AGROPECUÁRIA ☐ 6 - ÁREAS ESPECIAIS

3.02 QUAL O PRINCIPAL TIPO DE USO DO SOLO AGRÍCOLA DESENVOLVIDO NA PROPRIEDADE?
☐ 1 - SUBSISTÊNCIA ☐ 4 - MODERNIZADA
☐ 2 - TRADICIONAL ☐ 5 - REFLORESTAMENTO
☐ 3 - TRANSIÇÃO ☐ 6 - OUTROS

3.03 QUAL O PRINCIPAL CLASSE DE USO DO SOLO NA PECUÁRIA (CRIAÇÃO) PRATICADA NA PROPRIEDADE?
☐ 1 - EXTENSIVA ☐ 4 - OUTROS
☐ 2 - SEMI-INTENSIVA
☐ 3 - INTENSIVA

3.04 QUAL A PRINCIPAL CLASSE DE USO DO SOLO EXTRATIVISTA EXISTENTE NA PROPRIEDADE? (pode marcar mais de uma opção)
☐ 1 - VEGETAL ☐ 2 - ANIMAL ☐ 3 - MINERAÇÃO (Siga item 3.05)
 DESCREVER A ATIVIDADE EXTRATIVISTA?

3.05 QUAIS OS TIPOS DE MECANIZAÇÃO UTILIZADA NA LIMPEZA DO SOLO?
☐ 1 - TRATOR ☐ 2 - ROÇADEIRA MECÂNICA
☐ 3 - FOICE, MACHADO, ENXADA ☐ 4 - OUTROS

3.06 QUAIS OS TIPOS DE MECANIZAÇÃO UTILIZADA NO PREPARO DO SOLO?
☐ 1 - TRATOR COM ARADO ☐ 2 - ARADO PUXADO POR TRACÇÃO ANIMAL
☐ 3 - ENXADA, ENXADÃO, PÁ ☐ 4 - OUTROS

Método em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente
 Monitoramento Ambiental
 Uso do Solo e dos Recursos Hídricos na Microbacia do rio Preto Candéias

LABOGEOPA

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE



NÃO RISQUE, SE NECESSÁRIO, APAGUE COM A BORRACHA APROPRIADA. ESCREVA SOMENTE COM A LAPISEIRA INDICADA

MARQUE A QUADRICOLA DESTA FORMA



FAÇA OS ALGARISMOS CONFORME O MODELO
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

FAÇA AS LETRAS CONFORME O MODELO
A Ã B C Ç D E F G H I J k L M N
O Õ P Q R S T U V W X Y Z

6.08 QUAL O TIPO DE TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZADO NA PROPRIEDADE ?

- ☐ 01 - TRATAMENTO CONVENCIONAL
☐ 02 - TRATAMENTO NÃO CONVENCIONAL
☐ 03 - TRATAMENTO COM SIMPLES DESINFECÇÃO (CLORAÇÃO)
☐ 04 - NÃO POSSUI TRATAMENTO
☐ 05 - OUTROS TIPOS DE TRATAMENTO

6.09 QUAL O TRATAMENTO ALTERNATIVO QUE SE DÁ À ÁGUA CONSUMIDA NA PROPRIEDADE?

- ☐ 01 - FERVIDA
☐ 02 - FILTRADA
☐ 03 - COADA
☐ 04 - TRATADA COM HIPOCLORITO
☐ 05 - NÃO É TRATADA
☐ 06 - OUTROS

6.10 QUAL O TIPO DE IRRIGAÇÃO UTILIZADO NA ATIVIDADE AGRÍCOLA ?

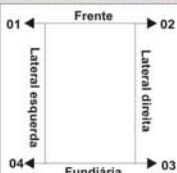
- ☐ 01 - ASPERSÃO
☐ 02 - PIVÔ CENTRAL
☐ 03 - INUNDAÇÃO
☐ 04 - NÃO POSSUI
☐ 05 - OUTROS TIPOS DE IRRIGAÇÃO

6.11 QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS CULTIVOS PLANTADOS UTILIZANDO A IRRIGAÇÃO?

CULTURAS	QUANT. D'ÁGUA UTILIZADA	ÁREA IRRIGADA	UNID. MEDIDA
	LTS		
	LTS		
	LTS		
	LTS		

LEGENDA
1 - ALQUERES (110x220 m)
2 - HECTARES (100x100m)
3 - TAREFA (50x50 m)

6.12 OBSERVAÇÃO (O proprietário possui algum documento do INCRA constando os quatro pontos de delimitação da propriedade)



01 - LATITUDE: S / 01 - LONGITUDE: W
02 - LATITUDE: S / 02 - LONGITUDE: W
03 - LATITUDE: S / 03 - LONGITUDE: W
04 - LATITUDE: S / 04 - LONGITUDE: W

Observação referente a coordenada registrada

6.13 QUAL O FORMA DE ABASTECIMENTO / IRRIGAÇÃO UTILIZADO NA DESSEDENTAÇÃO DO REBANHO NA PROPRIEDADE ?

- ☐ 01 - RIO / IGARAPÉ
☐ 02 - AÇUDE / BARRAGEM
☐ 03 - POÇO OU NASCENTE
☐ 04 - NÃO POSSUI
☐ 05 - OUTROS

6.14 HÁ CURSO D'ÁGUA UTILIZADO PARA RECREAÇÃO / LAZER (BALNEÁRIO: PÚBLICO OU PRIVADO) NA PROPRIEDADE?

- ☐ 01 - CONTATO DIRETO OU PRIMÁRIO (Natação)
☐ 02 - CONTATO INDIRETO OU SECUNDÁRIO (Esporte Náuticos, Pesca Esportiva)
☐ 03 - NÃO POSSUI
☐ 04 - OUTROS

6.15 HÁ ALGUMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH OU PEQUENA CENTRAL TERMELÉTRICA - PCT NA PROPRIEDADE ?

- ☐ 01 - PCH → Capacidade de geração
☐ 02 - PCT → Capacidade de geração
☐ 04 - NÃO POSSUI
☐ 05 - OUTROS

6.16 HÁ ALGUM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL ANIMAL E MINERAL E SEUS PRODUTOS NA PROPRIEDADE?

- ☐ 01 - FRIGORÍFICO
☐ 02 - POSTO DE COLETA DE LEITE
☐ 03 - LATICÍNIO
☐ 04 - MADEIREIRO
☐ 05 - CURTUMES
☐ 06 - OUTROS

6.17 QUAL O DESTINO DO LIXO PRODUZIDO NA PROPRIEDADE?

- ☐ 01 - COLETADA POR SERVIÇO DE LIMPEZA PÚBLICA
☐ 02 - QUEIMADO
☐ 03 - ENTERRADO
☐ 04 - NÃO POSSUI
☐ 05 - JOGADO NO RIO
☐ 06 - JOGADO EM LOCAL NÃO ESPECÍFICO
☐ 07 - OUTROS

6.18 HÁ INDÚSTRIA QUE UTILIZA ÁGUA COMO MATÉRIA PRIMA OU NO PROCESSO DE PRODUÇÃO NA PROPRIEDADE?

- ☐ 01 - AQUECIMENTO OU REFRIGERAÇÃO DA CALDEIRA
☐ 02 - INTEGRANDO-SE AO PRODUTO (INDÚSTRIA DE BEBIDA E ALIMENTO)
☐ 03 - COMO ELEMENTO COMPLEMENTAR NA FÁBRICA E INDÚSTRIA (Higiene de operários e limpeza de equipamentos etc.)
☐ 04 - OUTROS

5.19 OBSERVAÇÃO

ASSINATURA DO PESQUISADOR

COORDENADOR DA PESQUISA

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](#)