

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA- UNIR
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

LUZINETE SCAUNICHI BARBOSA

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E O PROCESSO DE USO E
OCUPAÇÃO DAS TERRAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PIRARARA NO MUNICÍPIO DE CACOAL – RONDÔNIA.

Porto Velho - 2012

LUZINETE SCAUNICHI BARBOSA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E O PROCESSO DE USO E OCUPAÇÃO DAS
TERRAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRARARA NO MUNICÍPIO DE
CACOAL – RONDÔNIA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Rondônia, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Meio Físico e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho.

Co-Orientadora: Prof^a PhD. Marília Locatelli.

Porto Velho -2012

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

B238a

Barbosa, Luzinete Scaunichi.

Análise da qualidade da água e o processo de uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do Rio Pirarara no município de Cacoal-Rondônia. / Luzinete Scaunichi Barbosa. Porto Velho, Rondônia, 2012.

147f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET), Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho.

1. Qualidade da Água. 2. Fontes de Contaminação. 3. Uso e Ocupação da Terra. 4. Rio Pirarara. I. Título.

CDU: 911.37(811)

Bibliotecária Responsável: Eliane Gemaque / CRB 11-549

LUZINETE SCAUNICHI BARBOSA

Análise da qualidade da água e o processo de uso e ocupação das terras na bacia hidrográfica do rio Pirarara no município de Cacoal – Rondônia.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia (PPGG) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), como requisito para obtenção do Título de Mestre.

Data da aprovação: 29/ 06/ 2012.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho
UNIR – Orientador/Presidente da Banca

Prof. Dr. Vanderlei Maniesi
– Examinador Externo

Prof.Dr. Dorisvalder Dias Nunes
UNIR – Examinador Interno

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

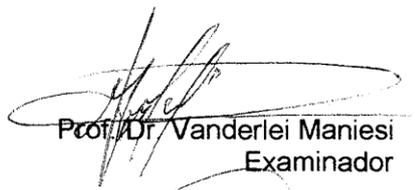
LUZINETE SCAUNICHI BARBOSA

A Banca de defesa de Mestrado presidida pelo Orientador Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho e constituída pelos examinadores Prof. Dr. Vanderlei Maniesi e Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes, reuniu-se no dia 29 de junho de 2012, às 14h30min na Sala de Aula Josué de Castro, Prédio do Mestrado em Geografia, sito no Campus Universitário José Ribeiro Filho, para avaliar a Dissertação de Mestrado intitulada "ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E O PROCESSO DE OCUPAÇÃO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRARA NO MUNICÍPIO DE CACOAL-RONDÔNIA", da mestrada Luzinete Scaunichi Barbosa, matrícula 201010008. Após a explanação da mestranda, e sua arguição pela Banca Examinadora, a referida dissertação foi avaliada e de acordo com as normas estabelecidas pelo Regimento do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia foi considerada APROVADA. Conforme determinação do Colegiado do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia, a candidata tem o prazo de até 90 (noventa) dias, a contar desta data, para realizar as correções sugeridas pela Banca e entregar as cópias definitivas de sua dissertação.

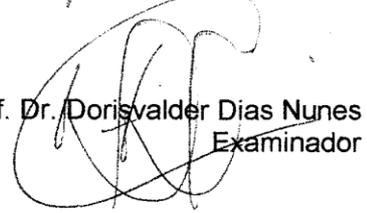
Porto Velho, 29 de junho de 2012.



Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho
Orientador



Prof. Dr. Vanderlei Maniesi
Examinador



Prof. Dr. Dorisvalder Dias Nunes
Examinador

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha família
pelo carinho, amor e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meus caminhos e pelo dom da vida, repleto de saúde, força de vontade, esperança e fé, que com seu infinito amor, governa o meu ser, derramando sempre grandes bênçãos sobre mim.

À minha família em especial, pois sem vocês essa batalha não seria vencida. Aos meus pais José e Ana, pelos ensinamentos, pelo amor e exemplo de vida. Ao meu marido Aquiles, por estar sempre ao meu lado, e o grande incentivador nesta trajetória, muito obrigada pela paciência, compreensão nas horas boas e ruins, muito obrigada pelo apoio de sempre. Ao meu filho Bruno Caique, maior presente da minha vida, amigo e companheiro, pela paciência de não ter a mãe presente quando precisava, pela tolerância de ser muitas vezes trocado pelo trabalho/estudo; e pelo estímulo que sempre representou para eu fazer cada dia mais e melhor, tenho grande amor por você!

À minha grande amiga Ranieli dos Anjos de Souza, pela amizade, companheirismo e paciência durante a nossa convivência, e em todos os momentos de angústias e alegrias e pelas valiosas contribuições nas discussões durante as disciplinas e na realização deste trabalho, me ajudando em todas as etapas. Meu agradecimento pela ajuda fundamental e pela sua arte na elaboração de mapas, ti agradeço imensamente, obrigada.

A minha filha de “coração” Sílvia que pela inquestionável ajuda nas horas de suor e sacrifício, onde somente aqueles que labutam naquela rotina entendem o fabuloso momento de estudar e pelo grande apoio no trabalho de campo e de laboratório.

Ao Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho, orientador desta dissertação, pela sua participação em todas as fases deste trabalho, que sempre se apresentou disposto, apesar de toda a sua agenda lotada, sempre esteve atento ao meu trabalho e atuou muito mais que um orientador, com suas palavras de amizade e confiança durante estes dois anos me deu todo apoio necessário na realização deste projeto de pesquisa, sem o qual este trabalho não teria chegado ao final.

A Professora Dr^a. Marília Locatelli, co-orientadora da presente pesquisa, pela sua amizade, dedicação e profissionalismo. Um agradecimento especial, por representar um exemplo de pessoa e profissional, ao mesmo tempo uma mestre. Acredito que aprendi muito e enriqueci meus conhecimentos durante esse período. Obrigada pela orientação e confiança no desenvolvimento desta pesquisa.

A Universidade Federal de Rondônia- UNIR, através do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG, pela oportunidade de aperfeiçoamento dos conhecimentos científicos e demais benefícios adquiridos através da realização do Curso de Mestrado. A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoa de nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondônia, pela atenção e conhecimentos transmitidos durante as instigantes aulas e discussões.

À Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia, em especial aos funcionários Flávio, Simone, Carla e Gigliane, pela disposição, dedicação e apoio.

A todos os colegas do mestrado, muito obrigada pelos momentos de descontração, amizade e companheirismo.

A Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal pelo apoio laboratorial, fornecendo toda a infra-estrutura e suporte para a realização deste trabalho.

A Diretora Geral da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal Professora Sandra Maria Veloso Carrijo Marques pela confiança depositada, e por acreditar do desenvolvimento do conhecimento científico, possibilitou a realização das análises.

Ao coordenador dos cursos de licenciatura da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal professor Ms. Severino Bertino Neto, pelo apoio, amizade e disponibilidade em me ajudar no meu trabalho e aprendizado, durante as etapas de análise laboratoriais.

Ao professor e Químico Mizael Mesquita e aos funcionários do Laboratório de Bromatologia e Química Orgânica da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal, pela realização das análises físico-químicas e pela contribuição imprescindível.

A Gelsy, Kátia e a bióloga Leda e Christina, e ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), pelo fornecimento de material e informações que contribuíram para a realização desta pesquisa.

Aos amigos da Escola Clodoaldo pela compreensão e apoio durante todas as etapas do Mestrado.

Ao grande amigo e professor Adilson Rosa Teixeira, pela motivação e revisão gramatical do texto e pelas horas de leituras críticas que suprimiu suas preciosas horas de descanso e sono apresentando suas valiosas contribuições durante a redação deste trabalho. Um grande leitor e exemplo de dedicação, responsabilidade e amor à língua portuguesa.

A equipe pedagógica e administrativa da escola Clodoaldo Nunes de Almeida, em especial a secretária Ana Lúcia Bernado Thomazelli, Alcídio Raimundo do Nascimento, Matilde Ferreira da Silva, Maria Voneti de Pieri, que sempre acreditaram nos meus sonhos e objetivos. Obrigada pelo carinho e atenção e pelo grande profissionalismo e amizade. Enfim, a todos os funcionários, docentes e discentes da escola Clodoaldo, pelo apoio e atenção durante a etapa final do mestrado. Muito Obrigada!

Aos professores Dr. Dorisvalder Dias Nunes e Dr. Vanderlei Maniesi, pelas contribuições durante o exame de qualificação da dissertação, sem os quais este trabalho seria muito mais limitado e menos relevante.

A todos aqueles que, apesar de não citados, colaboraram direta ou indiretamente, para a realização de mais uma importante etapa em minha vida, meus eternos agradecimentos.

"A água é o princípio de todas as coisas." (Tales de Mileto)

RESUMO

Os rios interagem com os ambientes do seu entorno e a qualidade de suas águas resulta dos usos que se fazem dos solos que eles drenam, porém em decorrência do processo de ocupação ao longo das últimas décadas os recursos hídricos vêm sendo degradados. Neste sentido, a pesquisa centrou-se no conhecimento da qualidade da água e nas formas de uso e ocupação da terra na bacia do rio Pirarara, na cidade de Cacoal, com o objetivo de avaliar a qualidade da água do rio Pirarara e identificar as principais fontes de poluição hídrica. A metodologia de trabalho consistiu na realização de coleta de amostras de água, entrevistas em campo, e para constatar esta influência, utilizou-se um Sistema de Informação Geográfica e técnicas de sensoriamento remoto para a integração das informações a cerca do uso das terras e qualidade da água. Foram coletadas em campo amostras de água, ao longo do rio, em seis pontos ao longo do médio e baixo curso do rio Pirarara nos anos de 2010 e 2011, considerando o período chuvoso e seco, sendo realizadas análises físico-químicas e biológicas nas amostras de água coletadas. Foram analisados quatorze parâmetros de qualidade de água que visavam determinar a qualidade da água, através da utilização de Índice de Qualidade – Avaliação Integrada da Qualidade da Água (AIQA), comparando os parâmetros de qualidade de suas águas com os estabelecidos pela Resolução nº. 357/2005 do CONAMA. O Índice de Qualidade de água utilizado apontaram que a qualidade da água variou de “poluída” a “extremamente poluída”. As concentrações de cargas orgânicas, nutrientes e coliformes vêm sofrendo incrementos gradativos, decorrentes do aumento de lançamento de resíduos, promovidos pelas atividades antrópicas. O efeito destas atividades se fez mais evidente no período das chuvas em função da erosão do solo e conseqüente aumento da turbidez e coliformes na água, piorando sua qualidade nos trechos do médio e baixo curso do rio. De maneira geral, as áreas urbanas, agricultadas e com pastagens, reduziram a qualidade da água contribuindo com o índice de contaminação que comprometem a qualidade da água. Conclui-se que na área urbana do município de Cacoal a ocupação irregular e o lançamento de esgoto interferem negativamente na qualidade da água. Desta forma, as variáveis estiveram acima dos valores máximos permitidos pela resolução CONAMA 357 de 2005 para os rios de classe 2. Portanto, foi confirmado que, as áreas ocupadas por vegetação favorecem a qualidade da água.

Palavras-chave: Qualidade da água; fontes de contaminação; uso e ocupação da terra; rio Pirarara.

ABSTRACT

The rivers interact with the environment of its surroundings and the quality of its waters resulting from uses that are made of the land they drain, however due to the process of occupation over the last decades water resources are being degraded. In this sense, the research focused on knowledge of water quality and ways to use and occupation of land in the river basin Pirarara in the city of Cacoal, in order to assess the quality of river water Pirarara and identify key sources of water pollution. The methodology consisted of collecting water samples, field interviews, and to see this influence, we used a Geographic Information System and remote sensing techniques for the integration of information about land use and quality of water. Samples were collected in the field of water along the river, at six points along the middle and lower reaches of the river Pirarara in the years 2010 and 2011, considering the rainy season and dry season, which analyzes physical-chemical and biological samples in water collected. We analyzed fourteen water quality parameters that aimed to determine the water quality through the use of Quality Index - Integrated Assessment of Water Quality (AIQA), comparing the quality parameters of its waters with those established by Resolution No. 357/2005 of CONAMA. The Water Quality Index used indicated that water quality ranged from "polluted" to "extremely polluted". The concentrations of organic loading, nutrients and coliforms are undergoing gradual increments, due to the increased release of waste, promoted by anthropogenic activities. The effect of these activities became more evident during the rainy season due to soil erosion and consequent increase in turbidity and coliforms in water, worsening their quality in the middle and lower stretches of the river course. In general, urban areas, Cropped and grasslands, reduced water quality contributing to the level of contamination that compromise water quality. We conclude that in the urban area of Cacoal irregular occupation and Wastewater adversely affect water quality. Thus, the variables were above the maximum permitted by CONAMA Resolution 357 of 2005 for class 2 rivers. Therefore, it was confirmed that the areas occupied by favoring the quality of the vegetation water.

Keywords: Quality of water, sources of contamination, use and occupation of land, river Pirarara

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da Água	25
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo	39
Figura 3 - Mapa da geologia do município de Cacoal	41
Figura 4 - Carta Imagem da hipsometria da área de estudo	43
Figura 5 - Declividade do relevo na bacia do rio Pirarara	44
Figura 6 - Caracterização dos solos do município de Cacoal.....	46
Figura 7 - Fluxograma metodológico	56
Figura 8 - Campo das soluções possíveis do Indicador de Qualidade Integrada.....	73
Figura 9 - Coordenadas cartesianas de um ponto hipotético em relação ao ponto de Qualidade Ideal	74
Figura 10 - Classes de qualidade da água	75
Figura 11 - Mapa de uso e ocupação da bacia do rio Pirarara	118
Figura 12 - Mapa das classes de aptidão agrícola das terras na bacia do rio Pirarara	122
Figura 13 - Mapa de susceptibilidade à erosão na bacia do rio Pirarara	125

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação média mensal (mm) do município de Cacoal.....	51
Gráfico 2 - Precipitação média anual do município de Cacoal.....	52
Gráfico 3 - Evolução da população do município de Cacoal.....	53
Gráfico 4 - Box plots dos dados de Temperatura (°C).....	81
Gráfico 5 - Box plots dos dados de Cor (uC).....	83
Gráfico 6 - Box plots dos dados de Turbidez (UNT).....	85
Gráfico 7 - Box plots dos dados de Potencial hidrogeniônico (pH).....	87
Gráfico 8 - Box plots dos dados de Oxigênio Dissolvido (mg/L).....	89
Gráfico 9 - Box plots dos dados de Demanda Química de Oxigênio(mg/L).....	91
Gráfico 10 - Box plots dos dados de Nitrato (mg/L).....	93
Gráfico 11 - Box plots dos dados de Nitrito (mg/L).....	95
Gráfico 12 - Box plots dos dados de Fósforo (mg/L).....	97
Gráfico 13 - Box plots dos dados de Ferro (mg/L).....	99
Gráfico 14 - Box plots dos dados de Cromo (mg/L).....	101
Gráfico 15 - Box plots dos dados de Cobre (mg/L).....	103
Gráfico 16 - Box plots dos dados de Coliformes Fecais (NMP/100ml).....	104
Gráfico 17 - Box plots dos dados de Coliformes Totais (NMP/100 ml).....	107
Gráfico 18 - Evolução da Qualidade da água do rio Pirarara nos pontos pesquisados.....	112
Gráfico 19 - Tipos de uso da terra na bacia do rio Pirarara.....	113
Gráfico 20 - Utilização de insumos na bacia do rio Pirarara.....	114
Gráfico 21 - Técnicas de uso e conservação da terra na bacia do rio Pirarara.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de qualidade da água em função do IQA.....	22
Tabela 2 - Principais microorganismos relacionados às doenças de transmissão hídrica.....	29
Tabela 3 - Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes	34
Tabela 4 - Taxa de crescimento médio anual do município de Cacoal.....	53
Tabela 5 - Produto Interno Bruto do município de Cacoal	54
Tabela 6 - Coordenadas dos pontos no rio Pirarara.....	62
Tabela 7 - Parâmetros para a caracterização da qualidade da água	63
Tabela 8 - Método de análise das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas	63
Tabela 9 - Limite da Resolução Conama 357/2005	76
Tabela 10 - Alternativas de utilização das terras de acordo com grupos de aptidão Agrícola	78
Tabela 11 - Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.....	79
Tabela 12 - Temperatura (C°), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	81
Tabela 13 - Cor (uC), durante o Período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	82
Tabela 14 - Turbidez (UNT), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	84
Tabela 15 - Precipitação pluviométrica média mensal do município de Cacoal.....	85
Tabela 16 - Potencial hidrogeniônico (pH), durante o período de coleta.....	87
Tabela 17 - Oxigênio Dissolvido (mg/L), durante o período de coleta	88
Tabela 18 - Demanda Química de Oxigênio (mg/L), durante o período de coleta	90
Tabela 19 - Nitrato (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	92
Tabela 20 - Nitrito (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	95
Tabela 21 - Fósforo (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	96
Tabela 22 - Ferro (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	98
Tabela 23 - Cromo (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	100
Tabela 24 - Cobre (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.....	102
Tabela 25 - Coliformes Fecais (NMP/100 ml), durante o período de coleta.....	104
Tabela 26 - Quantidade de coliformes termotolerantes admitidos para classe de uso (NMP/100ml).....	106
Tabela 27 - Coliformes Totais (NMP/100L), durante o período de coleta	107
Tabela 28 - Classificação da qualidade da água do rio Pirarara de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de Março de 2005.....	109
Tabela 29 - Indicador da Qualidade da água (AIQA).....	110
Tabela 30 - Quantificação das classes de uso das terras.....	118
Tabela 31 - Quantificação das classes de aptidão agrícola	123

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Afloramento de formação rochosa e matacões	42
Foto 2 - Ponto 1, Sítio Boa Esperança.....	58
Foto 3 - Ponto 2, Sítio Pedra Preta na Linha Sete.....	58
Foto 4 - Ponto 3, Setor de Chácaras na Linha Sete.....	59
Foto 5 - Ponto 4, Bairro Village do Sol I.....	60
Foto 6 - Ponto 5, Bairro Princesa Isabel.....	61
Foto 7 - Ponto 6, Bairro Santo Antônio	61
Foto 8 - Equipamentos utilizados nas análises de água	64
Foto 9 - Retirada da mata ciliar e terraplanagem próximo ao ponto 4.	86
Foto 10 - Lançamento de esgoto diretamente no rio	90
Foto 11 - Disposição inadequada do lixo no ponto 06 do rio Pirarara.....	94
Foto 12 - Ambiente utilizado na dessedentação de animais próximo ao ponto 3.....	105
Foto 13 - Ocupação irregular na área urbana as margens do rio Pirarara.....	106
Foto 14 - Esgoto lançado diretamente no solo e disposição de lixo próximo ao ponto 6.....	108
Foto 15 - Prática da pecuária extensiva na bacia do rio Pirarara.....	115
Foto 16 - Irrigação, cultura permanente e reflorestamento na bacia do rio Pirarara.....	119
Foto 17 - Atividade Agrosilvopastoril na bacia do rio Pirarara.....	120
Foto 18 – Matacões e mineração as margens da linha 07.....	121

APÊNDICES

Apêndice A – Carta imagem da área da Bacia do rio Pirarara	139
Apêndice B - Resultados de cálculo da avaliação integrada da qualidade da água	140
Apêndice C - Ficha de amostragem de água.	146
Apêndice D - Questionário aplicado em campo.	147

LISTA DE SIGLAS

AIQA	Avaliação Integrada da Qualidade da Água
APHA	American Public Health Association
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEPAM	Diretoria de estudos e padrões ambientais
DQO	Demanda Química de Oxigênio
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IQA	Índice de Qualidade da Água
pH	Potencial Hidrogeniônico
Mg PT/L	Miligrama de platina por litro
NO₂	Nitrito
NO₃	Nitrato
NSF	National Sanitation Foundation
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
USEPA	Agência Americana de Proteção Ambiental

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1- OBJETIVOS.....	19
1.1 - OBJETIVO GERAL.....	19
1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1- QUALIDADE DA ÁGUA	20
2.2 - ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA	21
2.3 - A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	23
2.4 - O CICLO DA ÁGUA.....	25
2.5 - DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS.....	26
2.6 - POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	27
2.7 – ASPECTOS JURÍDICOS DA ÁGUA	30
2.7.1 - Evolução dos padrões de potabilidade	32
2.8 – A ÁGUA E A AÇÃO HUMANA NO AMBIENTE.....	34
3 - ÁREA DE ESTUDO	39
3.1 - LOCALIZAÇÃO	39
3.2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	40
3.2.1 - Geologia	40
3.2.2- Geomorfologia.....	42
3.2.3 - Hidrografia	45
3.2.4 - Pedologia.....	45
3.2.5- Vegetação.....	49
3.2.6 – Clima	50
3.2.7- População.....	52
3.2.8 - Economia	53
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	56
4.1- METODOLOGIA	56
4.3 - TRABALHOS DE CAMPO.....	57
4.4 – COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS	62
4.5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PARÂMETROS	65
4.5.1 – Temperatura.....	65
4.5.2 – Turbidez	65
4.5.3 – Cor	66
4.5.4 – Potencial hidrogeniônico.....	66
4.5.5- Nitrito (NO ₂ ⁻)	67
4.5.6- Nitrato (NO ₃ ⁻)	67
4.5.7 – Cobre	68
4.5.8 - Ferro.....	68
4.5.9 - Cromo	69
4.5.10 - Fósforo	69
4.5.11 – Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	70
4.5.12 – Oxigênio Dissolvido (OD)	70
4.6 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	71
4.6.1 – Coliformes Fecais e Totais.....	71
4.7 - AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (AIQA)	72
4.8 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS	76
4.9- MAPEAMENTO E ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E APTIDÃO AGRÍCOLA.....	77

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
5.1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DOS PONTOS DO RIO PIRARARA	81
5.1.1. - Temperatura.....	81
5.1.2 – Cor	82
5.1.3 – Turbidez	84
5.1.4 – Potencial Hidrogeniônico (pH).....	87
5.1.5 - Oxigênio Dissolvido.....	88
5.1.6 – Demanda Química de Oxigênio (dqi)	90
5.1.7- Nitrato	92
5.1.8- Nitrito.....	94
5.1.9 – Fósforo.....	96
5.1.10 – Ferro	98
5.1.11 – Cromo.....	100
5.1.12 – Cobre	102
5.1.13 – Coliformes Fecais	104
5.1.14 – Coliformes Totais	107
5.2 - CLASSIFICAÇÃO DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 DE 17 DE MARÇO DE 2005.....	108
5.3 - AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA	109
5.4 - ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA DE USO DA TERRA.....	113
5.5 - USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NA BACIA DO RIO PIRARARA	117
5.6 - APTIDÃO E USO DA TERRA SOB OS NÍVEIS DE MANEJO.....	122
CONCLUSÃO	127
REFERÊNCIAS	129
APÊNDICES.....	140

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida no planeta, considerada como um fator na produção do espaço geográfico que condiciona a localização e dinâmica de atividades humanas, além de empregada em diversos usos, é utilizada como insumo básico da imensa maioria das atividades econômicas, e tem também a propriedade de agir como substância indicadora dos efeitos produzidos através da manipulação da terra pelo homem (LIBÂNIO, 2008). Ela é um elemento indispensável para a vida em todos os seus aspectos, desde o desenvolvimento de cultivos até em reações químicas internas das estruturas físicas dos seres vivos (SILVA et al., 2009; PHILIPPI, 2004).

A região Amazônica detém de 12% a 15% das águas doces da terra, e dentre as regiões brasileiras a região norte possui a maior disponibilidade hídrica, considerando sua densidade populacional. Desta forma, a Amazônia é considerada um dos principais ecossistemas da terra devido à sua grande biodiversidade, com uma área de aproximadamente 5 milhões/km² a qual corresponde a 60% do território brasileiro (FEARNSIDE, 1999). Apesar de sua disponibilidade, a água pode ter sua qualidade afetada por fatores naturais ou antrópicos, por exemplo: atividades domésticas, comerciais, industriais e agrossilvopastoris. Dentre essas atividades podem-se definir diversos tipos poluentes que comprometem a qualidade do corpo receptor (CETESBE, 2003).

Entretanto, Pereira (1997) afirma ainda que, em uma bacia hidrográfica o clima, a geologia, a topografia, a vegetação, bem como o tipo de solo e seu manejo podem influenciar na qualidade hídrica. No entanto, a degradação da água pode ser proveniente do seu próprio uso como também dos diversos usos do solo, notadamente os usos agrícolas, industrial e urbano. Assim, influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão das atividades agropecuárias e industriais. Deste modo, há a necessidade de enquadramento dos recursos hídricos aos diferentes níveis de qualidade, já que se designam a usos múltiplos (ARAÚJO, 2003).

No Brasil, a categorização dos corpos d'água foi definida pela resolução 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), onde são estabelecidas as diretrizes para a classificação dos corpos hídricos em classes de uso, bem como os padrões de qualidade e para o lançamento de efluentes. Portanto, o estudo da influência de atividades humanas sobre a qualidade da água demanda a consideração que corpos hídricos têm capacidade de refletir alterações de seu estado em função de atividades antrópicas. Neste contexto, o crescimento

demográfico e o desenvolvimento sócio-econômico estão sempre acompanhados pela necessidade de água, cuja qualidade e quantidade são de grande importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer grupo (BUENO et.al., 2005).

Desta forma, as informações sobre a qualidade da água são fundamentais para que se conheça a sua situação em relação aos seus usos e impactos. Neste sentido a bacia hidrográfica do rio Pirarara apresenta-se como adequado “cenário” para o desenvolvimento do estudo da qualidade das águas devido aos diferentes tipos de uso da terra como a agropecuária, o urbano e a indústria. O rio situa-se na margem direita da bacia do rio Machado, no município de Cacoal, onde os usos do solo abrangem campos de pastagens para pecuária, agricultura, ocupação urbana e mineração.

A avaliação da qualidade da água desenvolvida nesta dissertação por meio dos parâmetros físicos químicos e bacteriológicos foi selecionada para compor um índice de qualidade das águas, através do AIQA e representam as condições de uso e ocupação da terra na bacia do rio Pirarara. Todavia, as alterações das características físico-químicas da água do rio Pirarara podem ser relacionadas aos grupos dos compostos orgânicos e inorgânicos, bem como aos processos naturais e antropogênico.

Na área urbana a modificação gerada pela ocupação do espaço é responsável por importantes alterações, onde se destaca a impermeabilização do terreno, através das edificações e da pavimentação das vias de circulação. O assoreamento é um impacto visível especialmente junto à área urbana, devido a diversos fatores, dos quais se podem destacar; o lançamento de resíduos industriais, doméstico e a instalação de obras de engenharia (estradas e pontes), sem medidas de contenção, que previnam o aporte de sedimentos ao leito do curso d'água. Desta forma, o rio Pirarara tem se tornado um corpo hídrico receptor de descargas das atividades antrópicas.

O presente trabalho propõe-se a elaborar uma avaliação da qualidade da água com base nos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas superficiais do rio Pirarara, relacionando com as principais fontes que contribuem com o desequilíbrio deste recurso. Para isso, procura-se entender, de forma integrada, a dinâmica de uso e ocupação do solo e sua influência na qualidade das águas superficiais.

1- OBJETIVOS

1.1 - OBJETIVO GERAL

- Realizar análise da qualidade da água com base nos parâmetros físicos, químicos e biológicos no rio Pirarara, identificando os principais impactos decorrentes do processo antropogênico.

1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os valores dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Pirarara: cor, turbidez, temperatura, pH, Nitrito, Nitrato, Fósforo Total, Ferro Cromo, Cobre, Demanda Química de Oxigênio – DQO, Oxigênio Dissolvido – OD, coliformes fecais e totais;
- Investigar a variação espacial e sazonal e correlacionar os resultados das análises físico-químicos com o uso e ocupação da terra na bacia do rio Pirarara.
- Aplicar o modelo de avaliação integrada da qualidade da água (AIQA) e comparar os resultados obtidos com os padrões legais; utilizando a resolução CONAMA 357/2005.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- QUALIDADE DA ÁGUA

Qualidade da água é o termo empregado para expressar a adequabilidade desta para os mais variados fins: abastecimento doméstico, uso industrial e agrícola, para recreação, dessedentação animal, aquicultura e piscicultura (BASSOI & GUAZELLI, 2004; LIBÂNIO, 2008). No entanto, para Araújo e Santaella (2003), a qualidade geralmente é afetada por fatores climáticos (insolação, vento, precipitações pluviométricas, temperatura); pelas características do manancial (solo, vegetação, tamanho e forma, ganho e perda de água, espécie de seres vivos presentes, dinâmica das comunidades) e fatores antrópicos (atividades variadas que poluem o ar, o solo e a água).

As condições geológicas, geomorfológicas e da vegetação na bacia de drenagem, o desempenho dos ecossistemas terrestres e aquáticos e da ação humana, podem alterar a qualidade da água. As ações antropogênicas são as que mais alteram, devido aos lançamentos de cargas poluentes nos sistemas hídricos, a alteração do uso da terra provoca intervenções diretas no sistema fluvial (TUCCI, 2002).

A composição, qualidade e classificação da água dependem de sua “história”, ou seja, dos caminhos que a água percorreu (BOTELHO & ROSSATO, 2002; ARAÚJO & SANTAELLA, 2003). Entretanto, Libânio (2008) ressalta que essas características decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica. De acordo com Branco e Rocha (1982), as características químicas, físicas e biológicas, determinam a qualidade da água e são representadas por vários parâmetros, e que, normalmente são aceitos mundialmente. A Resolução CONAMA 357 (2005) em sua classificação define um sistema de classes em função dos usos preponderantes atuais e futuros das águas doces, salobras e salinas de ambientes lênticos ou lóticos.

Lima (2001) estudando a qualidade da água no rio Cuiabá, destaca que as atividades antropogênicas, como disposição inadequada de resíduos domésticos ou industriais, as atividades agrícolas, dentre outras, causam implicações dentre os elementos que se inter-relacionam nos processos naturais que ocorrem na bacia.

Martins (2009) avaliando a qualidade da água do Rio Candeias verificou através de parâmetros físico-químicos que mesmo com valores abaixo do estabelecido na legislação as águas estão sendo submetidas à ação antrópica, onde a forma de uso e ocupação estão

interferindo nas condições hidrológicas. Confirmando ainda que as águas da Amazônia são deficientes em nutrientes em detrimento dos tipos de solo por onde percorrem.

2.2 - ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

O objetivo de se determinar um índice de qualidade das águas é informar a qualidade de um determinado corpo hídrico aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica, sejam eles a população, as prefeituras, os órgãos de controle ambiental, os comitês das bacias hidrográficas, as organizações não-governamentais, dentre outros. Desta forma, o índice de qualidade das águas contribui na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão de uma bacia hidrográfica (CETESB, 2003).

Com objetivo de desenvolver um índice através dos resultados das análises das características físicas, químicas e biológicas e que pudesse fornecer à população um delimitador da qualidade das águas de um corpo hídrico, foi desenvolvido o Índice de Qualidade da Água (IQA) (BROWN et al., 1970). Para isso, utilizou-se a metodologia Delphi¹ para organizar a opinião de um grupo de 142 profissionais da área. Sendo elaborada inicialmente de 35 parâmetros e posteriormente definida uma lista com nove parâmetros (LIBÂNIO, 2008).

Em 1970, a National Sanitation Foundation (NSF) realizou um estudo nos Estados Unidos, com o objetivo de facilitar a interpretação das informações sobre qualidade da água. Através de uma pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, utilizando também o auxílio da técnica Delphi para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (IQA). Estabelecendo-se assim, dois tipos de IQA o multiplicativo e o aditivo, ambos empregam nove parâmetros. No Brasil vários programas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos passaram a utilizar ou desenvolveram outros índices baseados na proposta dos IQAs da NSF (ROCHA, 2009; CARVALHO, 1996).

O Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais- IGAM utiliza o multiplicativo com pesos específicos para cada elemento: Oxigênio Dissolvido (OD 0,17), Coliformes fecais (0,15), Potencial Hidrogeniônico (pH 0,12), Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO 0,10), Nitratos (0,10), Fosfatos (0,10), Temperatura(0,10), Turbidez (0,008) e Sólidos Totais

¹ Metodologia desenvolvida na década de 1950 que consiste na aplicação de questionários a um grupo de especialistas, garantindo-lhes o anonimato, com o objetivo de definir pontos e estratégias consensuais sobre vários temas, de currículos acadêmicos ao planejamento urbano e regional (Libânio, 2008)

Dissolvidos (STD 0,008) e também criou o índice de Contaminação por tóxicos (CT), o qual mede a contaminação em função das concentrações de para amônia, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, cromo hexavalente e o índice de fenóis (LIBÂNIO,2008).

O valor do IQA foi considerado como o somatório apresentado pela Equação:

$$IQA = \sum_{i=1}^n W_i \cdot q_i$$

Na qual:

W_i = peso do parâmetro;

q_i = pontos recebidos pelo parâmetro i ;

n = número de parâmetros.

Posteriormente, evoluiu-se para equação na forma de um produtório

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA – índice de qualidade da água, um número de 0 a 100.

q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade.

w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1. Os valores do índice variam entre 0 e 100.

A utilização do IQA permite comparar a qualidade de diferentes corpos d'água e inferir o impacto das ações, definindo os níveis de qualidade e relacionando intervalo de variação do IQA a uma cor de referência, conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Nível de qualidade da água em função do IQA

Nível de Qualidade	Intervalo	Cor de referência
Excelente	$90 < IQA \leq 100$	Azul
Bom	$70 < IQA \leq 90$	Verde
Médio	$50 < IQA \leq 70$	Amarelo
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Marrom
Muito ruim	$0 < IQA \leq 25$	Vermelho

Fonte: adaptado Libânio, 2008

A CETESB também adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas e utiliza alguns parâmetros, para caracterização da qualidade da água, os quais representem características físico-químicas e biológicas, sendo a presença de impurezas um elemento que determina a qualidade quando estas extrapolam os valores estabelecidos. Tal índice incorpora nove parâmetros considerados relevantes adotou-se, então: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações. Utilizando uma equação matemática, o IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros. Na falta de valor de algum dos parâmetros, o cálculo do IQA fica inviabilizado (ROCHA, 2009).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD) desenvolveu o SCQA, fundamentado nas curvas obtidas através da *National Sanitation Foundation* e estudos sobre o assunto desenvolvidos especialmente no Brasil, por meio de regressões polinomiais e com o programa Excel, produziu-se as equações para o cálculo do índice de qualidade para cada parâmetro (qs) (SEMAD, 2005).

O Instituto Ambiental do Paraná (IAP) utiliza o AIQA que avalia o índice de qualidade da água. Com o objetivo de oferecer informações sobre a qualidade das águas através de um conceito multimétrico de elementos de natureza distinta, por meio da integração dos resultados das análises físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológico, tendo como referência a CONAMA 357. Nesta avaliação, são identificadas as soluções que estão mais próximas de uma solução ideal através da medida de proximidade de um ponto ideal, ou seja, os limites máximos estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 (IAP, 2005).

2.3 - A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DE QUALIDADE DA ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.

A crescente demanda pelo uso dos recursos naturais foi acompanhada nos últimos anos pela preocupação com a quantidade e a qualidade desses recursos nos dias atuais e para as futuras gerações. De acordo com Botelho (2004), o valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental se elevou, pois nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o meio ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema representado pela bacia de drenagem.

Guerra (1978) ressalta que a bacia hidrográfica é definida como uma área geográfica que abrange um fundo de vale drenado por um rio e seus afluentes e os espigões (divisores de água) que demarcam os pontos dos quais as águas das chuvas convergem para esse fundo de vale. Já para Christofolletti (1980) uma bacia hidrográfica é uma “área drenada por um determinado rio ou um sistema fluvial”. Destacando ainda que, do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica é um sistema aberto que recebe suprimento contínuo de matéria e energia dos subsistemas, havendo constantes permutas entre eles, as quais promovem sua estabilidade.

Para Andrade (1993), a bacia hidrográfica em ambientes florestados, ou mesmo, com atividades agrárias, apresenta funcionamento que muito difere das áreas urbanas, fatos que se justificam pela capacidade de infiltração, escoamento, e que estão associados às características do relevo.

Os estudos sobre bacias hidrográficas tornaram-se mais práticos e objetivos a partir de 1945, com a publicação do trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. Horton que buscou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A continuidade dos estudos de bacias hidrográficas contribuiu para o seu reconhecimento como uma entidade hidrológica que “integra uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que mudanças significativas em quaisquer dessas unidades possam gerar alterações, efeitos e/ou impactos” (GUERRA & CUNHA, 1995, p.353). No entanto, Guerra & Cunha (1995) lembram que para entender os agentes geomorfológicos de uma área, bem como a dinâmica dos processos essenciais em estudos de bacias hidrográficas é necessária uma consideração em relação às características geológicas, climáticas, pedológicas, hidrológicas, biológicas, topográficas e altimétricas.

Inúmeros autores em estudos sobre os impactos produzidos pelas atividades antropogênicas sobre as condições hidrológicas em bacias hidrográficas, têm sido desenvolvidos. Entre eles pode-se citar Smith et al. (1991), Danelon & Nordemann (1911), Melo (1995), Tucci & Clarke (1997) e Castro et al. (2000). Na região Amazônica as condições ambientais e as atividades antrópicas sobre os recursos hídricos foram estudados por diversos autores, tais como: Sioli (1960), Pinheiro (1987), Gaspar (2001), Berredo (2003), Ribeiro (2003). Em Rondônia, cabe ressaltar os trabalhos de Leite (2004), Martins (2009), Pereira (2010).

2.4 - O CICLO DA ÁGUA

O ciclo hidrológico é considerado um fenômeno global de circulação da água, entre a superfície da terra e a atmosfera (BASSOI & GUAZELLI, 2004; PHILIPPI, 2004), sendo item essencial da hidrologia, o qual representa a água em diferentes etapas desde a ocorrência das precipitações até seu regresso à atmosfera sob a forma de vapor (GOLDENFUM & TUCCI, 1998).

Para Bassoi e Guazelli (2004) o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (água, solo, ar, vegetação, etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação e contaminação), pode-se avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda, a qualidade ambiental nele existente (figura 1).

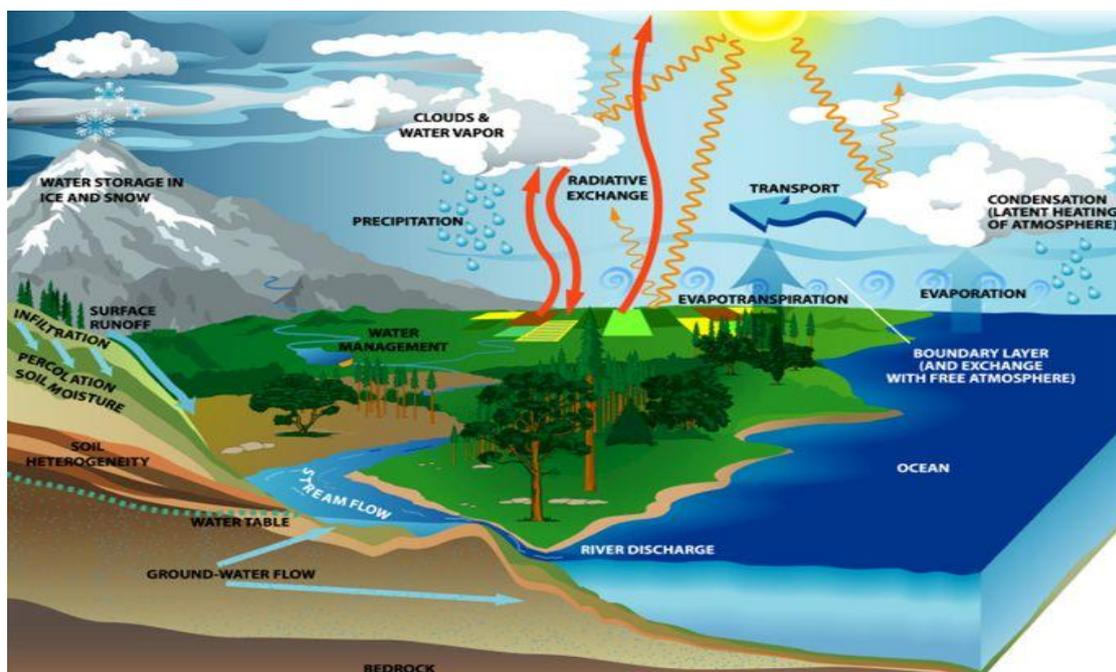


Figura 1: Ciclo da água

Fonte: http://www.morrisville.org/paml/classrooms/journey/journey_watercycle/watercycle/h2ocycle2.jpg

Segundo Bigarella (2003), os processos naturais que compõem o ciclo hidrológico contribuem para o entendimento da dinâmica ambiental e como esses processos interferem no funcionamento dos recursos hídricos. Nesse sentido é primordial uma compreensão quanto à qualidade ambiental como reflexo da ação do homem sobre o espaço e seus componentes (BOTELHO, 2004).

Em condições naturais, os rios carregam material orgânico e inorgânico da nascente até a sua foz, levadas pelas correntezas. Ao longo do caminho acontecem muitas alterações de grande importância ecológica, dentre elas destacam-se a velocidade da corrente, a vazão, o oxigênio dissolvido e a temperatura (TUNDISI, 1999).

Para Christofolletti (1999), os processos de escoamento superficial nas vertentes promovem a erosão dos solos e carregam sedimentos para os cursos d'água. Esse processo está relacionado com as características da precipitação, do solo e com a morfologia das vertentes. Assim, em função da densidade hidrográfica, da rugosidade topográfica e da grandeza da bacia, surgem as respostas do comportamento hidrológico nos canais, assinalando a magnitude e frequência dos fluxos. O transporte de sedimentos, os processos de agredação e degradação do leito, a morfologia dos canais e a tipologia dos canais fluviais ligados aos aspectos dos fluxos. Por outro lado, a morfometria das bacias de drenagens fornece indicadores para se compreender as cheias e avaliar os recursos hídricos.

2.5 - DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

O processo de degradação das águas é prejudicado ora pelo desmatamento, ora pelas atividades desenvolvidas nas margens dos rios e nas áreas drenadas para os mesmos. Outro hábito nocivo também é o lançamento dos detritos urbanos nos cursos d'água, poluindo-os com matéria orgânica em degradação (ANDRADE, 1993).

A ocupação de forma incontrolável causou efeitos negativos no ambiente, em diversos estados brasileiros houve um acréscimo do processo erosivo, esse processo de degradação teve consequências desastrosas para os rios, pois com um maior volume de sedimentos produziu-se o assoreamento nos canais fluviais (CARVALHO, 1994; SALOMÃO, 1994; GUERRA & BOTELHO, 1998; BACARRO, 1999; VITTE, 2004).

De acordo com Libânio (2008), as alterações de origem antrópica na qualidade das águas materializam-se em função do tempo e do espaço, onde a poluição pode assumir caráter perene, acidental ou sazonal. O consecutivo lançamento de águas residuárias nos corpos d'água e as infiltrações provenientes de fossas e aterros sanitários compõem-se de exemplos clássicos de poluição permanente. No entanto, o rompimento de tubulações ou acidentes com veículos transportando cargas tóxicas e a lixiviação dos solos agricultáveis carregando vários tipos de pesticidas aos corpos d'água é considerado poluição acidental ou sazonal.

Ribeiro (2008) ressalta que devido à facilidade em transportar materiais, a água contaminada torna-se um vetor de degradação ambiental. O despejo de efluentes industriais em corpos d'água é apenas um exemplo. Infelizmente é frequente a presença desses dejetos industriais em corpos d'água inviabilizando para o consumo humano e com a penetração desta água contaminada no solo irá degradá-lo, além de prejudicar também a qualidade do lençol freático.

De acordo com o Banco Mundial (1998), os países têm prestado pouca atenção à qualidade da água. Afirma ainda que, além da poluição que é visível e degradável, novos tipos de poluição têm surgido, envolvendo pequenas quantidades de produtos químicos sintéticos não degradáveis, que são invisíveis, tóxicos e persistentes, de tratamento difícil e de alto custo.

No entanto, Ribeiro (2008) preconiza que a falta de água ou água de má qualidade geram problemas de saúde e pode se tornar um vetor de patógenos que transmitem doenças aos seres humanos. Esse é o caso da diarreia, do tifo, da cólera e de mais de trinta tipos diferentes de bactérias e vírus que afetam o aparelho digestivo humano pela ingestão de água contaminada em decorrência da falta de saneamento básico (RIBEIRO, 2008).

2.6 - POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

A poluição é a alteração de alguma qualidade ambiental a qual a comunidade exposta é incapaz de neutralizar os efeitos negativos. No entanto, nem todos os problemas relacionados à qualidade da água são devidos a impactos antropogênicos. Segundo Von Sperling (2007), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, ou seja, do uso e da ocupação do solo.

Com o aumento da industrialização, os avanços tecnológicos e a explosão demográfica têm feito com que os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água sejam modificados, provocando poluição destas águas, seja por águas residuárias industriais, efluentes domésticos, precipitações pluviométricas em regiões cujo ar está poluído seja por escoamento superficial de grandes centros urbanos ou de regiões com intensa atividade agro-pastoril, alterando, assim sua qualidade (PHILIPPI, et al., 2004). Geralmente a poluição das águas pode acontecer especialmente por meio de esgotos sanitários; lixiviação e percolação de fertilizantes e pesticidas e má acomodação de resíduos sólidos (ARAUJO & AQUINO, 2003; LIBÂNIO, 2008).

Os produtos químicos desempenham importantes funções em setores como agricultura, indústria, têxteis, doméstico, transporte e saúde, contribuindo significativamente com a melhoria do padrão de vida. Entretanto, sua utilização está associada a uma contínua liberação de substância de ocorrência natural e manufaturada, sendo os compostos orgânicos voláteis e solúveis, os nitrogenados e fosforados e os corantes no ar, na água e no solo. As quantidades dispersas nos diferentes compartimentos ambientais e o número de pontos de emissões podem variar muito entre as substâncias, sendo os sistemas aquáticos os mais importantes para o aporte de poluentes (ROCHA, 2009).

Segundo Branco e Rocha (1982), os principais grupos de compostos causadores de poluição da água são os compostos biodegradáveis, os recalcitrantes, os radiativos e os metais pesados. Os compostos biodegradáveis têm sua origem, na grande maioria, dos esgotos domésticos, e a poluição causada por eles ocorre de forma indireta, uma vez que é consequência do aumento excessivo de microorganismos, devido à grande quantidade de nutrientes presentes nos esgotos, que servem a esses como fonte de alimento. Na água há uma predominância de microorganismos aeróbicos ou facultativos, que passam a consumir grande quantidade de oxigênio e a concorrer com outros organismos aquáticos pelo oxigênio dissolvido na água.

Os compostos recalcitrantes são obtidos como subproduto de vários processos industriais. Estes compostos são muito estáveis e resistentes, persistindo no meio por extensos períodos (meses e anos). Dentre os compostos, destacam-se as pesticidas sintéticas e os detergentes sintéticos (BRANCO & ROCHA, 1982).

O grupo dos metais pesados é caracterizado como cumulativos no meio e, quando sua concentração supera determinados valores, tornam-se letais a muitos seres vivos e nocivos ao homem; entre eles citam-se: o cobre, o zinco, o chumbo e mercúrio. As substâncias radioativas têm propriedades degenerativas e cancerígenas, apresentando também nocivas aos seres vivos (VON SPERLING; 2007; BASSOI & GUAZELLI, 2004).

Outra classificação dos poluentes aquáticos diz respeito à sua natureza: física, química e biológica. A poluição física acontece especialmente quando ocorrem alterações nas características físicas dos corpos hídricos, como temperatura, densidade, cor, turbidez, etc. A poluição química, é consequência da entrada de compostos químicos orgânicos e inorgânicos, naturais ou sintéticos (matéria orgânica, sais, metais, pesticidas e fertilizantes). A poluição biológica ocorre pela intrusão de seres vivos em meios aquáticos diferentes daqueles que estes seres são originários, de tal forma que esta interferência venha causar alterações na qualidade

da água. Este aporte pode ocorrer por atividades antrópicas e também por enchentes, enxurradas, lixiviação e escoamento de solos (ARAÚJO & SANTAELLA, 2003).

Para Libânio (2008), as características biológicas das águas referem-se aos vários microorganismos que habitam o ambiente aquático. Sua tolerância se apresenta na probabilidade de transmitir doenças e na transformação da matéria orgânica dentro dos ciclos biogeoquímicos. Em um primeiro momento relaciona-se a ingestão ou contato com água contaminada que contribui para a transmissão de uma grande quantidade de enfermidades, conforme (tabela 2), e em segundo, a degradação da matéria orgânica, realizada por bactérias, na qual obtêm-se compostos minerais inorgânicos como nitratos, sulfatos e fosfatos, passíveis de serem assimilados por outros microorganismos.

Tabela 2. Principais microorganismos relacionados às doenças de transmissão hídrica.

Organismos	Principais doenças	Máxima sobrevivência na água (dias)
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenterite	90
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifóide	-
<i>Vibrio cholera</i>	Cólera	30
<i>Salmonella</i>	Salmonelose	60-90
<i>Cryptosporidium</i>	Cryptosporidiose	-
<i>Entamoeba histolytica</i>	Desintéria amebiana	25
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiase	25
Adenovírus	Doenças respiratórias	-
Enterovirus	Gastroenterite, anomalias no coração, meningite.	90
Hepatite A (hav)	Hepatite infecciosa	5-27
Rotavírus	Gastroenterite	5-27
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Ascariíase	365
<i>Taenia solium</i> (solitária)	Cisticercose	270
<i>Schistosoma mansoni</i>	Esquistossomose	-

Fonte: adaptado de Libânio, 2008

As doenças denominadas de veiculação hídrica são transmitidas via fecal, ou seja, os organismos patogênicos eliminados pelas fezes atingem o ambiente aquático, contaminando as pessoas que utilizam dessa água. O controle da qualidade da água contribui para minimizar a possibilidade de transmissão de doenças (LIBÂNIO, 2008). No entanto, a poluição não ocorre por um único meio e de uma só maneira, deste modo, o controle da poluição das águas tem sido considerado um dos maiores desafios (ARAÚJO & SANTAELLA, 2003).

2.7 – ASPECTOS JURÍDICOS DA ÁGUA

No passado a água era considerada um recurso inesgotável, não havendo compromisso com a preservação ambiental, apresentando rara preocupação com a otimização de seu uso. Atualmente, considera-se a água um recurso limitado, finito, já escasso, essencial para os múltiplos usos a que se destina (ARAÚJO & CAMPOS, 2003).

No Brasil, houve uma evolução em relação à qualidade das águas nos últimos anos. Em 1934, quando foi editado o Código das Águas, através do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, contemplava os setores de navegabilidade e energia. No sistema do Código das Águas, verifica-se a existência de “águas particulares”². No entanto com a Lei 9.433/97 evidencia uma contrariedade sendo revogada conforme o art. 57. Entretanto, nesta regulamentação, as águas são consideradas de domínio público de uso comum do povo, dotadas de valor econômico, sendo dever do poder público e da comunidade a manutenção da sua qualidade com a necessidade de atender os usos considerados prioritários de interesse coletivo e para a manutenção da vida (MACHADO, 2009; MOREIRA, 2006).

A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil (Lei 6.938/ 81) inseriu como objetivo, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social, com a preservação da qualidade do meio ambiente, do equilíbrio ecológico e a preservação dos recursos ambientais, com vistas à sua utilização de forma racional e com uma disponibilidade permanente (art. 4º, I e IV). Enquanto no Art. 9º dos instrumentos da política Nacional do Meio Ambiente está inserida a “Avaliação de impactos ambientais” (MACHADO, 2009).

A Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) como autarquia, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Meio Ambiente, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para sua atuação, sua estrutura e suas fontes de recursos.

De acordo com a Constituição Estadual de 1989, atualizada pela emenda constitucional N°63/2008 (RONDÔNIA, 2008) em seu art. 218, ressalta que é de competência do poder público a preservação dos recursos naturais, de forma a evitar o seu esgotamento e manutenção do equilíbrio ecológico garantindo o seu uso as gerações presentes e futuras. Entretanto, em seu parágrafo único, observa que os valores e os recursos ambientais serão considerados bens de

² São consideradas águas particulares as nascentes e todas as águas situadas em terrenos que também o sejam, quando as mesmas estiverem classificadas entre as águas comuns de todos. (Decreto 24.693/34 cap. III) (machado, 2009)

uso comum do povo e essenciais à qualidade de vida (BENITEZ, 2009). Desta maneira cabe ao Estado instituir mecanismo de gestão dos recursos, garantindo uma qualidade ambiental.

O art. 221 da Constituição Estadual destaca que são deveres do Estado e dos municípios em suas respectivas competências seguintes funções:

- I – Aprovar, para fins de legislação urbanística, a transformação de zona rural em zona urbana, mediante prévio estudo de impacto ambiental;
- II- Registrar, acompanhar e fiscalizar concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais;
- III- definir os espaços territoriais a serem especialmente protegidos, com vistas aos objetivos conservacionistas do zoneamento sócio-econômico e Ecológico do Estado;
- V – promover a classificação dos cursos d'água de acordo com seus usos preponderantes e as exigências de qualidade.

A água é considerada um dos elementos do meio ambiente, isso faz com que se aplique à água o enunciado no *caput* do art. 225 da Constituição Federal que afirma: “ Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo...” por isso a Lei 9.433/97 inicia com a afirmação: “A água é um bem de domínio público”. A qual considera que a bacia hidrográfica é a unidade territorial em que a gestão normal das águas deve ocorrer, sendo considerada a estrada natural das águas e esta por sua vez deve beneficiar prioritariamente os que moram, vivem ou trabalham nessa unidade (BRASIL, 1997).

Para Machado (2009), a Lei 9.433/97 demarca concretamente a sustentabilidade dos recursos hídricos em três aspectos: disponibilidade de água, utilização racional e utilização integrada. A disponibilidade de água de boa qualidade, isto é, não poluída, para as gerações presentes e futuras. Sendo considerada promissora para o processo de gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez estabelecida a legislação de uso e gerenciamento dos recursos hídricos, seja possível diminuir os impactos, ou ainda que determinadas bacias hidrográficas possam ser recuperadas (TUCCI et al., 2003).

No âmbito jurídico, a legislação brasileira regulamenta as ações dentro do ambiente urbano, seja na esfera federal, estadual e municipal. O Código Florestal, Lei 4.771/65 estabelece, como áreas de preservação permanente, uma faixa de terra que varia de 30 a 500 metros de largura das margens dos rios, ou de qualquer corpo de água, os topos de morro e as encostas com declividade superior a 45° (PHILIPPI. et al., 2004).

Segundo Machado (2008), “A área de preservação é a área protegida nos termos dos Art. 2º e 3º do Código Florestal, coberta ou não por vegetação nativa...”, é importante destacar que a área de preservação deve ser respeitada, até no caso de a mesma não possuir cobertura

vegetal, pois sua preservação reflete na qualidade do corpo hídrico. Já no artigo 225 da Constituição Federal as Áreas de Preservação Permanente (APPs) encontram-se protegidas, e suas alterações e supressões são permitidas somente por força de lei, adquirindo um caráter de inalterabilidade.

Outra medida para controlar as ações humanas foi a criação das resoluções do CONAMA, através da Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites das áreas de preservação permanente.

“Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de: a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas; b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;” CONAMA nº 303/2002.

Marques e Souza (2005) destacam que as áreas de preservação permanente nos cursos d'água possuem particular importância em relação à manutenção da qualidade e da quantidade de água em uma bacia hidrográfica. Entretanto cabe ao poder público, a tarefa de assumir a propriedade dos recursos e estabelecer controle sobre o seu uso, conforme leis vigentes (DINIZ, 1984).

2.7.1 - EVOLUÇÃO DOS PADRÕES DE POTABILIDADE

No Brasil, com o advento da Portaria 56/1977 do Ministério da Saúde, foi estabelecido o primeiro padrão de potabilidade definindo os limites máximos para as diferentes características físicas, químicas e biológicas inerentes à água. Em 1990, o Ministério da Saúde publicou a Portaria 36, acrescentando o número de parâmetros e tornando alguns limites mais restritivos. Depois de um extenso processo de revisão da Portaria 36, agregando vários segmentos relacionados ao tema, foi publicada em dezembro de 2000 a portaria 1469, com implementação concretizada em 2003 (MOTA, 2003).

Posteriormente a um novo ordenamento na estrutura do Ministério da Saúde, a Portaria foi revogada e entrou em vigor a Portaria 518 de março de 2004, mantendo o número e os valores permitidos dos parâmetros e incluídos algumas pesticidas³ que se fixam no solo e, por conseguinte, nas águas que frequentemente se manifestam em monitoramento de bacias hidrográficas nas quais a presença de atividade agrícola (LIBÂNIO, 2008).

A classificação dos corpos de água superficiais foi primeiramente instituída pela Portaria MINTER, GM 0013, de 15 de janeiro de 1976, estabelecendo padrões de qualidade e de emissão para efluentes, em 4 classes. Anos depois, esta Portaria foi substituída pela Resolução CONAMA, N° 20 de 18 de julho de 1986, nesta Resolução foram definidas nove classes, as águas doces, salobras e salinas, sendo cada classe analisada por parâmetros e indicadores específicos (MOTA, 2003). Se a água for destinada ao consumo humano, ela deve ser potável, conforme a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

O enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes da água, é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituídos na Lei N° 9.433/1997. Possui como objetivo assegurar às águas qualidade compatível com os usos às quais são destinadas e diminuir os custos de combate à poluição. Pois o enquadramento dos corpos d'água não se baseia no estado atual, mas sim nos níveis de qualidade que deverão possuir, para atender às necessidades da comunidade (MOTA, 2003; MOREIRA, 2006).

A caracterização mais exata das alterações malélicas na qualidade das águas relaciona-se ao uso que se faz do recurso hídrico. Nessa vertente, a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, as águas de todo o território nacional foram classificadas de acordo com sua *salinidade*, como águas doces, salobras e salinas. Águas com valores de salinidade iguais ou inferiores a 0,50% são consideradas doces; águas com valores entre 0,50% e 30 % são salobras; águas com valores superiores a 30% são ditas salinas. Em função dos usos, foram estabelecidos os níveis de qualidade (classes) a serem alcançados em um segmento de um corpo d'água ao longo do tempo, sendo estabelecidas classes em função dos usos. Entretanto, os cursos d'água subdividem-se em classes especial, 1, 2, 3 e 4 (conforme tabela 3). Para cada uma delas, a Resolução CONAMA estabeleceu limites e condições tanto em relação aos corpos d'água quanto aos efluentes líquidos aportados (ROCHA, 2009), e explicita alguns usos, como: abastecimento público, manutenção de espécies aquáticas, recreação de contato primário e irrigação de culturas (BRASIL, 2005; LIBANIO, 2008).

³ Refere-se às herbicidas organonitrogenadas de uso intensivo no país, há uma estimativa que 60% dos agrotóxicos comercializados sejam dessa natureza.

Tabela 3 - Classificação das águas doces brasileiras, segundo seus usos preponderantes.

CLASSE	DESTINAÇÃO
Especial	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abastecimento para consumo humano com desinfecção; ✓ À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; ✓ Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; ✓ Proteção das comunidades aquáticas; ✓ Recreação de contatos primários: esqui aquático, natação e mergulho, conforme resolução CONAMA nº274, de 2000; ✓ Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que crescem rente ao solo e são ingeridas cruas sem remoção de películas, e ✓ À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ✓ Proteção das comunidades aquáticas; ✓ Recreação de contatos primários: esqui aquático, natação e mergulho, conforme resolução CONAMA nº274, de 2000; ✓ Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; ✓ Irrigação de culturas arbóreas, crealíferas e forrageiras; ✓ À pesca amadora.
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recreação de contatos secundários; ✓ À dessedentação de animais; ✓ À navegação; ✓ Harmonia Paisagística.

Fonte: Resolução CONAMA nº357/2005. Reorganizado pela autora.

2.8 – A ÁGUA E A AÇÃO HUMANA NO AMBIENTE

O estudo da natureza e sua importância surgem quando o sentido dessas relações é posto em causa e começa a ter papel e noção de meio geográfico, motivo de tantas controvérsias ao longo do tempo. O homem fixou na pedra os primeiros testemunhos de suas relações com a natureza, porém o que mais estreitamente importava em suas relações com a natureza era a necessidade de alimentação. Daí o seu interesse permanente pela água, pelas plantas e pelos animais (SODRÉ, 1984, p.78.).

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície terrestre e é o representante inorgânico em maior quantidade na matéria viva, integrando em torno de dois terços do corpo humano e chegando a 98% em algumas espécies aquáticas, legumes, frutas e verduras. Constitui-se também no solvente universal da maior parte das substâncias, modificando-as e

modificando-se em função destas. Entretanto, várias características das águas naturais advêm dessa capacidade de dissolução, diferenciando-se pelas características do solo da bacia hidrográfica. Como consequência, o corpo d'água, seja um rio ou um lago, sempre inclui a bacia hidrográfica que, por sua vez, transmitirá muitas de suas características (LIBÂNIO, 2008).

A água é um recurso indispensável para a sobrevivência humana e de todas as espécies vivas. Além de ser um importante insumo para a grande maioria das atividades econômicas, principalmente na agricultura e na indústria a qual exerce uma influência decisiva na qualidade de vida das populações, provocando forte impacto sobre a saúde pública (NETO & FERREIRA, 2007).

A ação do homem sobre a natureza, por muitas vezes se apresenta de forma exploratória, com uma busca desordenada por seus recursos, contribuindo para um desequilíbrio no meio ambiente. Conforme Mendonça (2004), o meio ambiente é visto em uma nova abordagem Geográfica, como um recurso a ser utilizado e como tal deve ser analisado e protegido, de acordo com suas diferentes condições.

Maranhão (2007) avaliou os impactos da ocupação urbana na qualidade da água na bacia Val-de-Cães, onde o lançamento de efluentes e ocupação irregular são fatores que comprometem a qualidade da água. Entretanto, a relação do homem com os corpos d'água data de tempos imemoriais. Estima-se que, há 10.000 anos, com a revolução da agricultura, o ser humano começou a abdicar da caça como principal fonte de sustento e iniciou o cultivo das primeiras culturas e a criação de rebanhos. (LIBÂNIO, 2008).

Para Tricart (1977) os ecossistemas sofreram mudanças desde que o homem surgiu com espécie animal, e este também sofre influências do meio ao longo de seu desenvolvimento, evidenciando que ocorrem relações mútuas entre os diversos elementos da natureza. O homem considera-se o centro dos ecossistemas que o cercam. Assim, ele planeja e organiza o meio ambiente de modo a ter maior proveito possível. No passado, o homem considerava como o “chefe da natureza”, hoje, ele compreende que não passa de um elemento integrante dos ecossistemas e qualquer interferência no meio altera suas condições existenciais (TROPMAIR, 2008).

Desde a antiguidade, as grandes civilizações surgiram, floresceram e feneceram nas margens de importantes rios. Entretanto, o relacionamento entre o ser humano e a água tem sido bastante inadequado, desde o homem primitivo ao moderno, atingindo quase sempre situação de insustentabilidade. Por exemplo, no caso do Brasil, a falta de tratamento de efluentes domésticos e de esgotos constitui um grande problema.

Principalmente na Região Nordeste, por exemplo, eles são lançados nos rios praticamente sem qualquer tratamento, transformando-se na principal causa de poluição de águas na região (SUGUIO, 2008 p.12).

A crise da água é resultado de sua distribuição pelo planeta, ela combina natureza à história, dando-lhe um caráter particularmente geográfico. Esta crise deve ser associada às demandas cada vez maior por recursos naturais para o desenvolvimento do modo capitalista de produção. “A sociedade de consumo apreende recursos como bens a serem incorporados à geração de mercadorias, admitindo, sem questionar, a apropriação privada da base natural da terra que possibilita a construção da base material da existência humana” (RIBEIRO, 2008, p.71).

A água é um recurso natural insubstituível ao ser humano e as outras formas de vida. Se a água estivesse ausente na superfície terrestre, naturalmente o Homem, mas também os microrganismos primitivos não teriam, com certeza, surgidos. A falta de água, apenas por poucos dias, pode acarretar a morte do ser humano. Entretanto, a falta de alimentação, até por mais de um mês, não compromete a sua sobrevivência (SUGUIO, 2008).

Com a industrialização em particular, observou-se uma crescente intervenção dos processos produtivos sobre os recursos naturais. As variadas transformações climáticas em diferentes escalas, decorrentes da urbanização acelerada, a destruição da cobertura vegetal, os gases e partículas sólidas lançados pelas indústrias e o envenenamento das águas em geral são as manifestações mais eloquentes dessa contradição (MORAES, 1984, p. 183).

Guerra e Cunha (1996, p. 341) apontam que o meio ambiente é o espaço onde a vida animal e vegetal se desenvolvem, afirmando que, ele “é o resultado do modelo de comportamento de uma sociedade de consumo” e salientam que o crescimento na produção da sociedade é, sem dúvida, a maior responsável pelos problemas ambientais. O uso dos recursos naturais, especialmente as terras, geralmente encontram-se associadas às atividades conduzidas pelo homem. Entretanto, ela precisa atender a alguns critérios, entre eles, a sua classificação a qual é realizada por meio de um sistema de classificação da aptidão agrícola das terras, como forma mais adequada de planejar o uso e a ocupação (IBGE, 2006), com objetivo de uma utilização sustentável, garantindo sua capacidade produtiva e sua sustentabilidade ambiental (RAMALHO FILHO & BEEK, 1994).

A ocupação da terra em áreas urbanas ou rurais tem trazido algumas preocupações aos estudiosos desta área. Nas cidades, os processos de ocupação apresentam-se cada vez mais intenso, de forma desordenada e com usos inadequados. Fatores que se apresentam de formas

sucessivas devido ao crescimento da população urbana que tem ocorrido de forma explosiva, marcado pela falta de um planejamento em relação aos recursos existentes e também ao interesse coletivo sem analisar a qualidade de vida.

No espaço urbano, o uso da terra compreende as áreas construídas, a rede urbana de ruas, as implantações de empresas industriais e de transporte, os jardins, os parques de diversão e de lazer que são colocados ao alcance imediato dos cidadãos. A influência das cidades se exerce em dois domínios geográficos, seja sobre o espaço rural seja outras aglomerações situadas num mesmo espaço regional (DOLLFUS, 1991). Entretanto, esses espaços são formados por diferentes usos da terra e cada uso é visto como forma espacial. Através da sobrecarga de uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, recolocação diferenciada da infraestrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social econômico de determinadas áreas da cidade.

Para Correia (1993), a complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano. Neste sentido, é possível compreender a afirmação que: “as ações organizadas pelo homem no meio ambiente deveriam ser antecedidas por um minucioso entendimento do funcionamento do ambiente e das leis que regem seu funcionamento” (ROSS, 2005 p.12).

O espaço rural é constituído pelo domínio das atividades de agricultura e pecuária. As opções na utilização agrícola do solo estão igualmente na dependência da natureza física e química dos solos, susceptíveis, entretanto de serem profundamente modificados pelos processos de cultura e adubação. Contudo, as injunções naturais nunca deixam de pesar sobre a utilização do espaço agrícola.

Conforme Ribeiro (2008), a agricultura emprega a água em diversas etapas da produção. Entretanto, a poluição decorrente do manejo do solo pode influir na qualidade da água, seja pela emissão direta de agroquímicos durante a aplicação, descarga de água resultante de irrigação ou drenagem, pela lixiviação e por criadouros dentro ou fora dos mananciais. Outras fontes de contaminação de águas por práticas agricultáveis são as lavagens de utensílios diretamente nos mananciais ou a disposição inadequada de embalagens nas margens. Contudo, a Resolução CONAMA N° 334/2003, com o objetivo de reduzir os índices de poluição, dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimento destinado ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxico (ROCHA, 2009).

Porém, o mau uso da terra, particularmente na agricultura, florestamento e mineração, provocou não somente a sedimentação dos rios, mas também a poluição das águas (BANCO MUNDIAL, 1998). Todavia Ribeiro (2008) salienta ainda que, é preciso conhecer ainda mais a dinâmica natural do planeta para entender a capacidade de reposição de água em cada bacia hidrográfica onde se pratica agricultura.

3 - ÁREA DE ESTUDO

3.1 - LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Pirarara localiza-se no município de Cacoal-Rondônia, afluente da margem direita do rio Machado. Com uma área de 123,80 km², abrangendo o ambiente rural e urbano (figura 2).

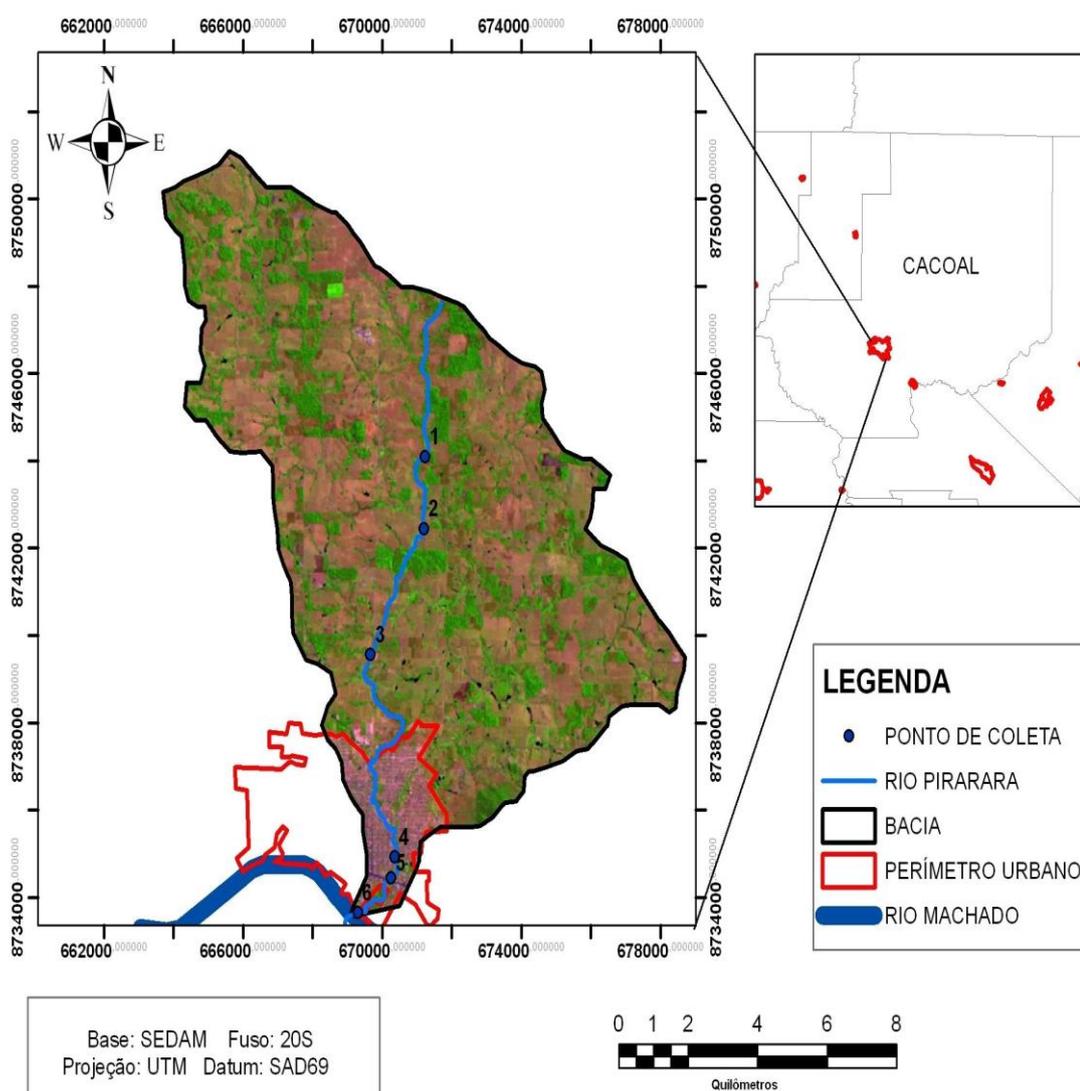


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo
Fonte: SEDAM/ 2011

O surgimento da vila Cacoal ocorreu na década de 60, com o início da abertura da BR-364. Entretanto, a designação da região vem desde a época de Marechal Rondon, quando este

solicitou de Anízio Serrão que construísse uma residência à margem do rio Machado, próximo à foz do rio Pirarara, local com grande quantidade de cacau nativo, produto que contribuiu com o nome dado à região. A partir da década de 70 grupos de imigrantes, chegaram às margens do rio Pirarara motivados pelos projetos de colonização (IBGE, 2010; KEMPER, 2006).

O município de Cacoal foi criado em 11 de outubro de 1977, pela Lei Federal Nº. 6.448, sua instalação ocorreu somente no dia 26 de novembro de 1977. Está situado na porção leste da Região central do Estado de Rondônia, localizado aproximadamente a 470 km da capital, Porto Velho, com latitude $-11^{\circ}43'80''$ e longitude $-61^{\circ}44'75''$. Limita-se ao norte com o Estado do Mato Grosso, ao sul com o município Rolim de Moura e Pimenta Bueno, a leste com Espigão D'Oeste e a oeste com Ministro Andreazza (KEMPER, 2006). Sua área geográfica é de $3.8008,5 \text{ km}^2$, (SEDAM, 2010) que corresponde a 1,57% da área total do Estado. No entanto, quando ocorreu a sua criação em 1977, a área era de 8.741 km^2 . Com a emancipação dos municípios de Rolim de Moura em 1983 e Ministro Andreazza em 1992, foi desmembrada uma área de $4.932,5 \text{ km}^2$, o que representa 56,43% da área territorial original do município (KEMPER, 2006).

3.2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.2.1 - Geologia

A região está inserida na Suíte Intrusiva Cacoal a qual Romanini (1992) denominou de complexo Máfico-Ultramáfico de Cacoal e Complexo Máfico do Limão, com os litótipos aflorantes nas imediações da cidade de Cacoal. Scandola et al. (1999) indicam a denominação de Suíte Intrusiva Básica-Ultrabásica Cacoal e incluem inúmeros stocks básicos/ultrabásicos. Sendo a área de ocorrência da Suíte limitada à borda norte de Graben Pimenta Bueno, na região de Cacoal (QUADROS, 2007).

Na unidade litoestatigráfica do município há a presença de falhas de cisalhamento indiscriminado e da falha interpretada pela geofísica e com destaque para a falha Presidente Hermes, a qual o rio Machado encontra-se encaixado, conforme figura 03.

As rochas máficas da suíte constituem-se de corpos aflorantes com forma subcircular à elipsoidal alongada. Composta de lente de dunito, olivina-melagabro, troctolito serpentino e olivina-gabronito, com piroxenito, gabro, anortosito e diabásico subordinados. Muitas possuem estrutura em camadas marcada pela alternância de dunito e troctolito. As rochas da Suíte

Básica/Ultrabásica Cacoal diferem quimicamente dos outros grupos de rochas básicas nos Terrenos Jamari e Nova Brasilândia, pois apresentam baixo conteúdo de óxido de silício (SiO_2) e altos de óxido de magnésio (MgO), níquel (Ni) e cromo (Cr) (QUADROS, 2007, RONDÔNIA, 2003).

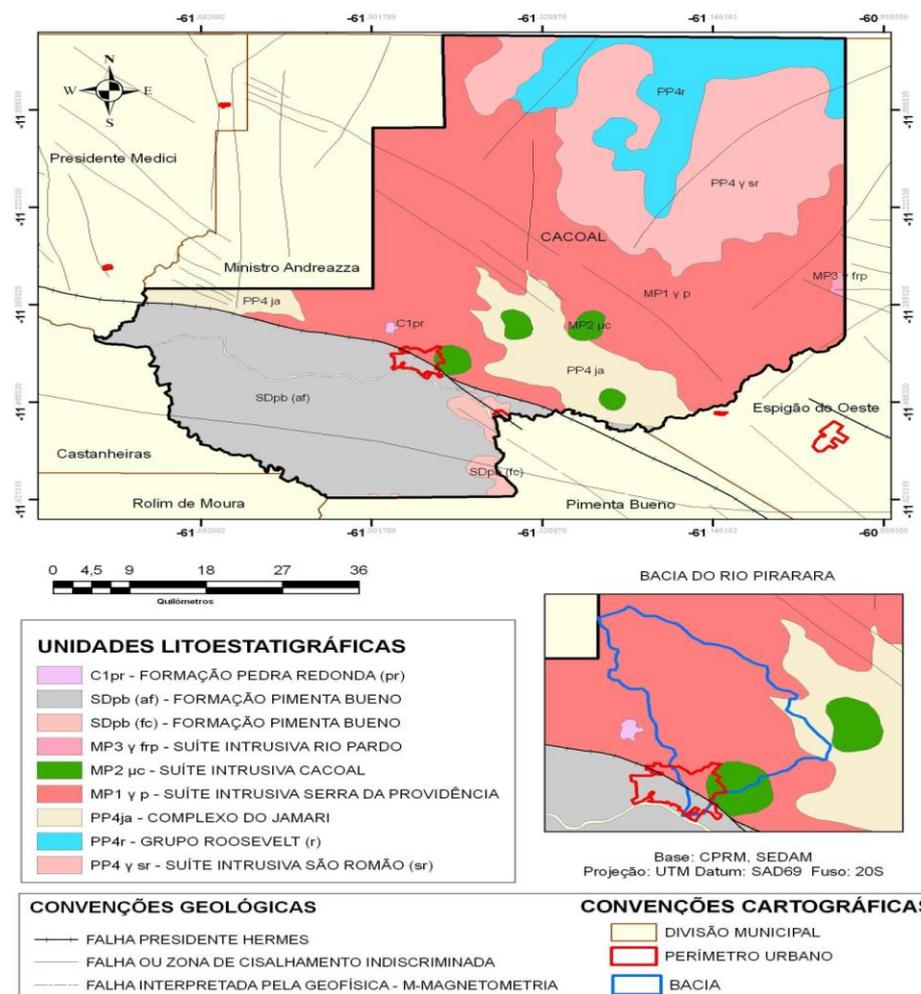


Figura 03: Mapa da geologia do município de Cacoal.
Fonte: CPRM/2011

A forma do Granito Serra da Providência como unidade estratigráfica deve-se a Leal et al. (1976) para intrusões com textura rapakivi que surgem na serra homônima. As rochas da suíte têm vasta distribuição na porção centro-norte de Rondônia, especialmente entre o médio curso do rio Machado e alto curso do rio Branco (QUADROS & RIZZOTO, 2007).

Com idade mesoproterozóica (1550-1600 m.a.), as rochas granitóides aflorantes são correlacionadas a Suíte Intrusiva Serra da Providência, possuindo relação compatível com tipos intra-placa de quimismo subalcalino, sua textura e composição apresentam características

rapakivítica. Apresentam intenso fraturamento rúptil e quando indeformados demonstra uma textura globular, onde se destaca drops de quartzo azulado, a qual lhe que proporciona grande valor comercial devido à utilização da rocha como pedra ornamental (QUADROS & RIZZOTO, 2007).

No paleozóico, Rondônia desenvolveu bacias intracontinental, da qual se deriva a Formação Cacoal, definida na região do município, sendo constituídos de conglomerados, arenitos feldspáticos, margas ferruginosas, siltitos, calcários dolomíticos, folhelhos e lentes de gipsita (QUADROS, 1997).

Nas frações de rochas máficas ocorrem às dobras decorrentes de cisalhamento diferencial das zonas ou relacionados às transcorrências finais (QUADROS, 1997; RONDÔNIA, 2003). Os granitos da suíte Serra da Intrusiva Serra da Providencia exibem contatos intrusivos com rochas do Complexo Jamari, e geralmente seu afloramento apresenta-se na forma de lajeados (foto 1).



Foto 01: Afloramento de formação rochosa e matacões (linha 7 no município de Cacoal).
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa- junho/2011.

3.2.2- Geomorfologia

A área de estudo está inserida conforme (RONDÔNIA, 2002) na unidade morfológica da Superfície de Aplainamento nível II, com altitudes inferiores a 300 m, conforme figura 4.

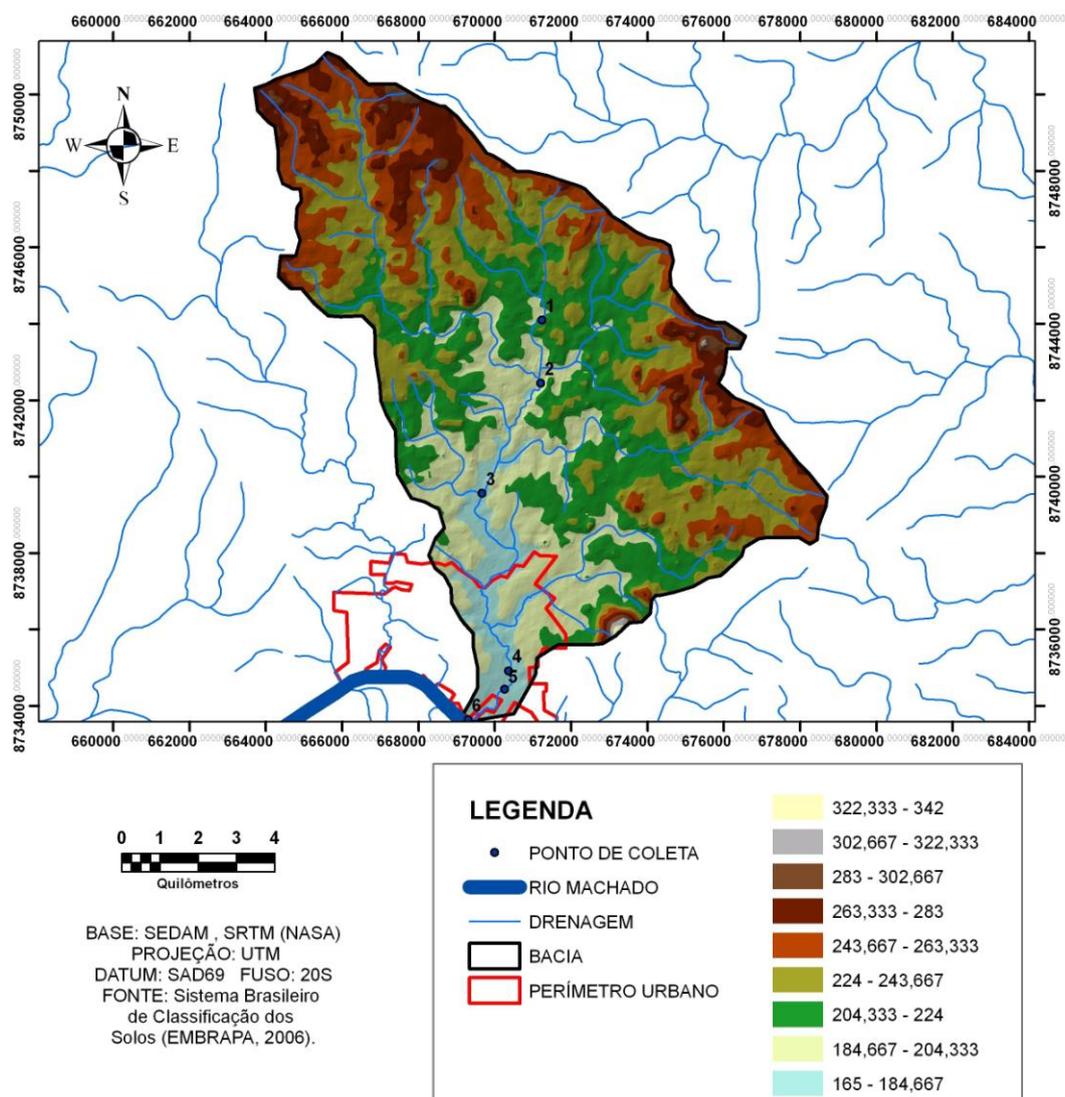


Figura 4: Carta imagem da área de estudo.

As formas de relevo que se destacam são as superfícies de aplainamento, de relevo plano e suavemente ondulado, com cotas de 200 e 300 metros de altitude (figura 5). Em áreas com declividades de 0 a 3% apresentam áreas alagadas, recobertas por gramíneas e buritis. Em regiões com declives superiores a presença de formações rochosas se sobressaem no relevo, podendo ser facilmente observada e evidenciada em imagens de satélite pelo conjunto de elevações.

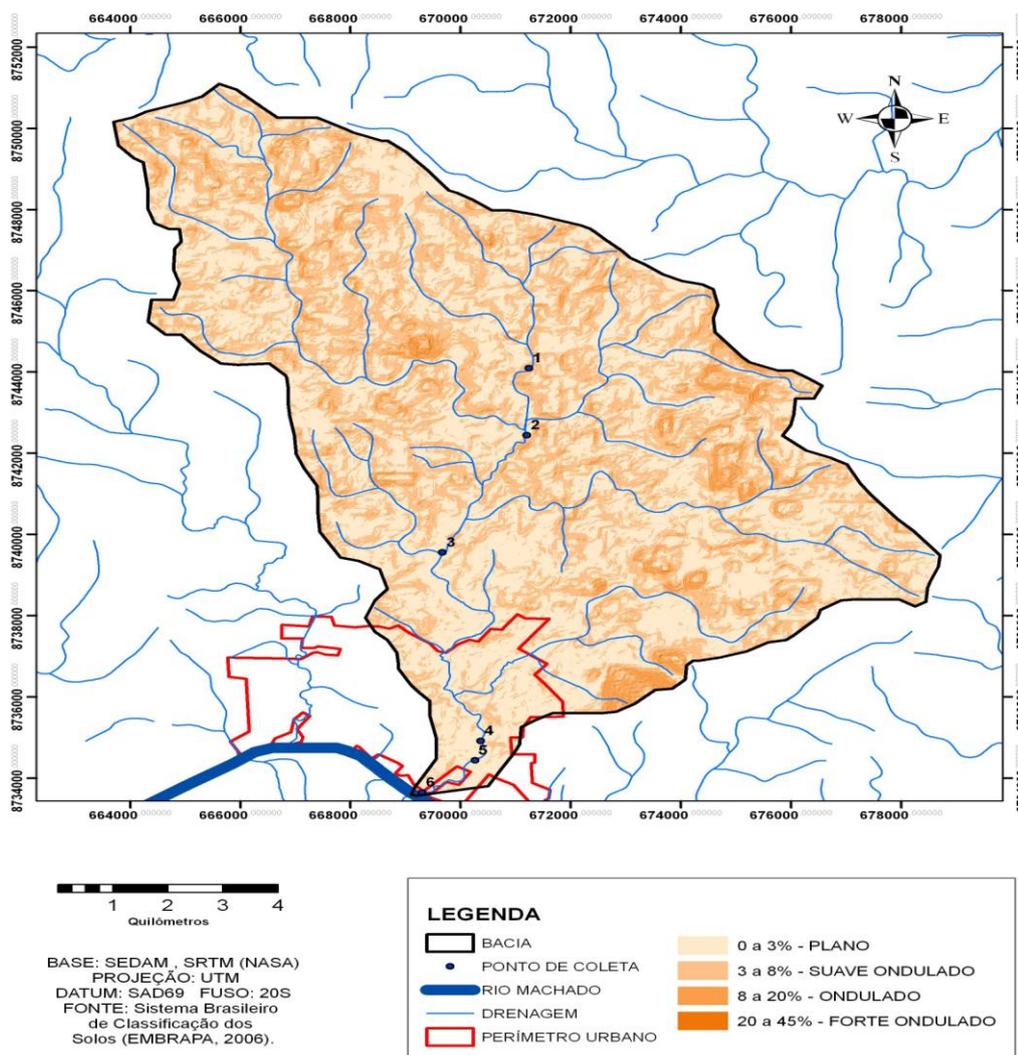


Figura 5: Declividade do relevo na bacia do rio Pirarara.
 Fonte: SEDAM/2001

Conforme (EMBRAPA, 1999), na área de estudo foram identificadas as seguintes classes de relevo:

- **Plano** – superfície de topografia horizontal, onde os desníveis são pequenos, com declividades variando de 0 a 3%.
- **Suave ondulado** – com superfície pouco movimentada, formada por um conjunto de colinas com altitudes relativas entre 50 e 100m, apresentando declives suaves.
- **Ondulado** - com superfície topográfica pouco movimentada, formada por um grupo de colinas ou outeiros, com declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.

- **Forte ondulado** – Superfície de topografia movimentada, formada por morros, com elevações de 50 a 100m e de 100 a 200 metros de altitude e raramente colinas, com declives fortes, prevalecendo variáveis de 20 a 45%.

Na área de estudo é predominante o relevo plano e suavemente ondulado, suas altitudes não ultrapassam a 300 metros, seus solos apresentam uma composição variada que resulta em um solo de alta e média fertilidade, sendo apropriado a diversos tipos de cultura (KEMPER, 2006).

3.2.3 - Hidrografia

O município de Cacoal, assim como toda a região Amazônica é rica em recursos hídricos, apresentando vários rios, igarapés e nascentes. O principal curso d'água é o rio Machado, que é formado pela junção das águas do rio Barão de Melgaço (Comemoração) e Pimenta Bueno (Apidiá), sua largura varia em uma média de 100 metros, no trecho que atravessa o município, sendo este responsável pelo abastecimento público. O rio Machado recebe água de diversos afluentes, como Riozinho, São Pedro, Bambu, Jatuarana, Capitão Cardoso, Igarapé Grande, Tamarupá e Pirarara. No entanto, os dois últimos, cortam o perímetro urbano da cidade, que por sua vez são afluentes da margem direita do rio Machado. No município são raras as propriedades rurais que não tenham alguma disponibilidade de recurso hídrico (KEMPER, 2006).

Segundo Christofolletti (1980), o critério proposto por Horton e modificado por Strahler, a ordem do curso d'água principal de uma bacia hidrográfica dentro de sua hierarquia fluvial consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d'água, no conjunto da bacia a qual se encontra. Empregando a metodologia de classificação de Strahler, na escala de 1: 100.000 na base cartográfica de drenagem da SEDAM na imagem LANDSAT, foi detectado: 18 (dezoito) canais de primeira ordem, 12 (doze) canais de segunda ordem e 1 (um) canal de terceira ordem (Figura 06). Porém, em campo pode-se constatar que uma classificação detalhada da hierarquia à nível de escala local o rio Pirarara seria de quarta ordem.

3.2.4 - Pedologia

As unidades pedológicas que ocorrem no município de Cacoal pertencem a grupos, onde predominam os latossolos (figura 6). Sendo composto também por solos Litólicos

eutróficos e por Podzólicos vermelho-escuros eutróficos e com menor representação Cambissolos distróficos, ocorrendo em áreas mais limitadas e localizadas no limite territorial com o município de Castanheiras. As fontes de informação do presente estudo foram baseadas nos mapas elaborados pelo ZSEE-R (SEDAM, 2002), e as alterações fundamentadas na classificação da EMBRAPA (2006).

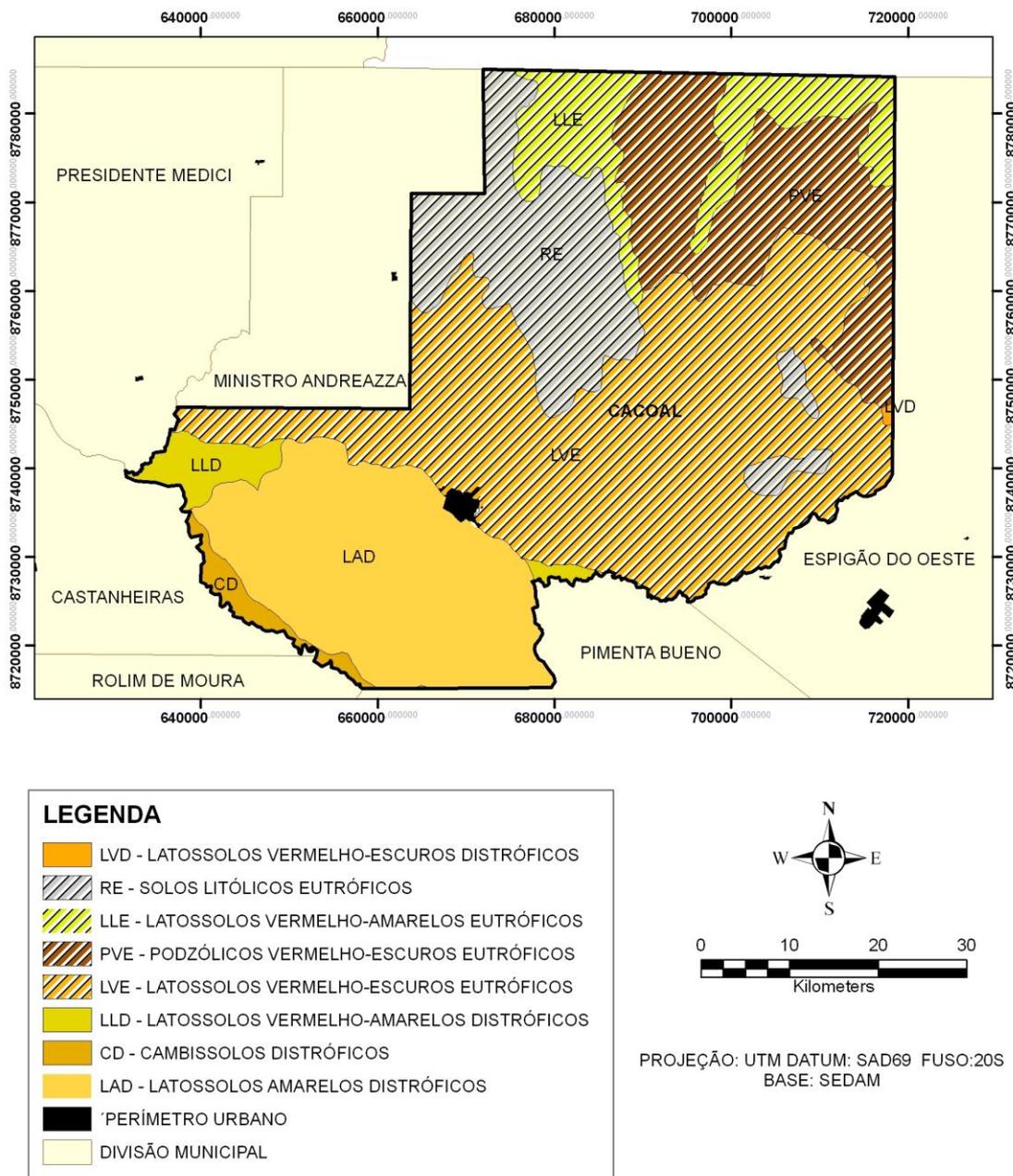


Figura 6: Caracterização dos solos do município de Cacoal
Fonte: SEDAM/CPRM - 2011

Conforme manual de classificação dos solos da EMBRAPA (2006) os latossolos são solos bem desenvolvidos, em adiantado estágio de intemperização, bem profundos com

espessura do *solum* raramente abaixo de um metro, normalmente apresentando horizontes A, B, C e com rara diferenciação em seus subhorizontes, com transições graduais, em geral bem drenados. Entretanto, alguns apresentam drenagem moderada ou mesmo mal drenados, transicionais para condições com certo grau de gleização. São peculiares das regiões equatoriais e tropicais, sendo comum em relevo plano e suave, podendo ocorrer em demais regiões, disseminados, sobre superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigo. O teor de ferro lhe confere a cor, a qual é utilizada para subdividir, de acordo a descrição (EMBRAPA, 2006). No município são encontradas as seguintes classes de solo:

- **Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos (LVD)** - Apresenta coloração escura e alto teor de ferro, são solos minerais, não hidromórficos com horizontes B latossólicos, bem drenados e argilosos pedregoso, exibe uma alta declividade entre 8 - 30%.
- **Solos Litólicos Eutróficos (LE)** – Denominados Neossolos Litólicos que se caracterizam como solos pouco evoluídos constituídos por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Com horizonte A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr e até mesmo sobre material com 90% (por volume), podendo ser ainda, de massa constituída por fragmentos de rocha e que apresentam um contato lítico dentro de 50 cm da superfície do solo. Definidos como solos pouco desenvolvidos em virtude da própria natureza refratária do material quartzoso, resultante em pouca evolução pedogenética.
- **Latossolos Vermelho-Amarelos Eutróficos (LLE)** - Apresentam-se com declividade de 0-2%, bem drenados e argilosos; morfologicamente se destaca pela cor amarelada homogênea em profundidade, com textura média ou argilosa, com condições favoráveis ao desenvolvimento radicular em profundidade.
- **Podzólicos Vermelho- Escuros Eutróficos (PVE)** – São considerados os solos formados por material mineral com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico e horizonte B textural logo abaixo de horizonte A ou E.
- **Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos (LVE)**, apresentam uma coloração mais escura, profundo, com declividade entre 2-8%, bem drenados, argilosos, levemente pedregosos e com fertilidade média. Apresenta bom desenvolvimento radicular em profundidade e permite facilmente uma mecanização agrícola.

- **Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (LLD)** - Apresentando declividade média de 2 a 8%, bem drenados e geralmente francos; com saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
- **Cambissolos Distróficos (CD)** – solos minerais não hidromórficos formados por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura, ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Sua presença está associada às áreas de terra firme, com relevo suave a ondulado, são caracterizados como ácidos e de baixa fertilidade natural (QUADROS E RIZZOTO, 2007; EMBRAPA, 2006).
- **Latossolos Amarelo Distróficos (LAD)** - Solos apresentando baixa saturação por bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). Caracterizados pela cor amarelada e baixo teor de ferro; geralmente, a declividade tem uma variação em torno de 2-8%, bem drenados e variando de argiloso a arenoso;

O Projeto RADAMBRASIL realizou o mapeamento dos solos na Amazônia em uma escala de 1:1000.000, o qual oferece restrições para um uso mais detalhado devido apresentar em escala pequena. A EMBRAPA também elaborou um mapa de solos para o Estado de Rondônia em escala de 1:500.000. Entretanto, o Governo do Estado com o objetivo de instituir o zoneamento sócioeconômico-ecológico do Estado, realizou a primeira aproximação em 1988, instituída pela Lei Estadual Nº 3782 e posteriormente ratificado pela Lei Complementar 052 de 1991. No ZSEE/RO, foi realizado um mapeamento sistemático em escala de 1:250.000, fornecendo o primeiro banco de dados de maneira contínua e homogênea (ADAMY 2005, RONDÔNIA, 2010).

As terras apresentam um alto grau de fertilidade, devido a sua composição variada, sendo utilizadas em diversos tipos de cultura. Conforme Zoneamento Sócio-econômico (RONDÔNIA, 2010) na região a utilização limita-se a classes de aptidão agrícola que estão inseridas dentro da convenção de 2.4 e 2.5 consideradas de aptidão regular para lavoura. No entanto, há uma necessidade de levantamentos mais detalhados para que se conheçam as propriedades e capacidades para o desenvolvimento de algumas atividades específicas de uso da terra, desta forma evitaria a utilização de áreas impróprias. A identificação das classes de solo dominante na região torna-se um instrumento imprescindível no planejamento e uso da terra.

3.2.5- Vegetação

Na região, a vegetação predominante é caracterizada pela transição entre floresta e savana. Sendo composta pela presença de floresta densa, do tipo amazônico, com grande variedade de espécies de plantas ornamentais, medicinais, alimentícias e de madeira-de-lei, e uma pequena parte, de vegetação tipo cerrado. No entanto, parte da vegetação natural foi devastada, principalmente no início do processo da colonização, para a formação de lavouras e pastagens. Porém, essa formação vegetal foi praticamente extinta, devido à procura pelo seu valor comercial e para as atividades agropastoril levando ao intenso desmatamento fator que contribui para o elevado índice de desmatamento nas últimas décadas. Segundo dados do INPE, a área desmatada de Cacoal passou de 0,3%, em 1970, para 82%, em 1995, devido à especulação latifundiária, evidenciando altíssima pressão antrópica sobre os recursos naturais, trazendo como consequência os problemas ambientais, como o assoreamento dos rios e igarapés e contaminação pelos lançamentos de resíduos comprometendo a qualidade da água (KEMPER, 2006).

Segundo Rondônia (2003), a vegetação é constituída de:

Floresta Ombrófila Aberta - É o tipo de floresta predominante no Estado, compreendendo 55% da área total da vegetação do Estado. Ela se diferencia pela descontinuidade do dossel, consentindo a passagem da luz solar e por sua vez esta possa atingir o sub-bosque, contribuindo para a sua regeneração. Seus troncos são mais afastados no estrato mais alto, que atinge cerca de 30 metros de altura. Nesse tipo de floresta é comum a presença de palmeiras, cipós e paxiúbas (*Socratea exorrhiza*), assim como espécies de seringueiras (*Hevea brasiliensis*), jacareúba (*Calophyllum brasiliense*), tachi (*Triplaris surinamensis*), breu (*Protium heptaphyllum*) e tauari (*Coutari oblongifolia*).

Floresta Ombrófila Densa - Apresenta maior densidade em seu extrato superior e menor presença em seu sub-bosque caracterizada pela heterogeneidade florestal sempre verde, constituída por três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo e subarbustos; e vegetação de menor porte. Nessa floresta pode-se observar a presença de árvores de valor comercial sendo que as árvores de grande porte podem atingir 45 metros de altura.

Áreas de Savana ou Cerrado - Tipificadas por árvores de pequeno porte, com feições xeromórficas, adaptadas a solos deficientes e com altas concentrações de alumínio. Apresentando desde espécies arbustivas até formações gramíneas; como savana arbórea densa

(cerradão), com maior número de indivíduos (árvores de até 10m), adensados e ramificados, arbustos anões e palmeiras e/ou savana arbórea aberta (campo cerrado), com árvores pequenas (até 5m), esparsamente distribuídas, plantas anãs e palmeiras, sendo comum ao longo do eixo da Rodovia BR-364.

Áreas de Transição ou Tensão Ecológica - Compostas por superfícies de contato entre diferentes classes de vegetação (mistura de espécies), interpenetrando-se e competindo entre si, visando ocupação de um mesmo espaço, essa transição pode ser da savana com a floresta tropical aberta ou com a floresta semidecidual.

Áreas de Vegetação Antropizadas - Identificadas em áreas submetidas à intervenção humana, caracteriza-se pela retirada da vegetação nativa e a ocupação por atividades agropecuárias e, quando abandonadas, pelo desenvolvimento de uma vegetação secundária (capoeira), localizando-se preferencialmente junto a aglomerados urbanos e ao longo do eixo da Rodovia BR-364. Entretanto, as ações de reflorestamento são inexpressivas no município (KEMPER, 2006).

Branco e Rocha (1982) afirmam que, a manutenção da vegetação atenua o impacto das chuvas sobre a superfície do solo oferecendo maior estabilidade ao solo diminuindo o aporte de substâncias poluentes para os mananciais que afetam a qualidade da água. Proporcionando firmeza aos agregados quanto à erosão, reduzindo o escoamento superficial e a infiltração, que segundo Vitte (2004), são as principais vias de transporte de material.

3.2.6 – Clima

O clima predominante é o tropical, quente e úmido, com duas estações: verão chuvoso e inverno seco. A temperatura é elevada durante o dia, o ano todo, com média de 25°C. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, predominando no período chuvoso um Clima Tropical com média de temperatura no mês mais frio superior a 18°C, denominado de megatérmico, e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índice pluviométrico inferior a 50mm /mês, com uma temperatura entre 24 e 26°C (26 a 40°), ocorrendo, em poucos dias dos meses de junho, julho e/ou agosto (SILVA, 2006). Neste período a região é influenciada pela Massa Polar Atlântica e contribui para a formação de anticiclones que se deslocam em direção a região Amazônica, provocando o fenômeno da friagem, onde as temperaturas podem ser inferiores a 12° C. Tendo

uma média climatológica da precipitação pluvial para os meses de junho, julho e agosto abaixo de 20 mm/mês, conforme gráfico 1.

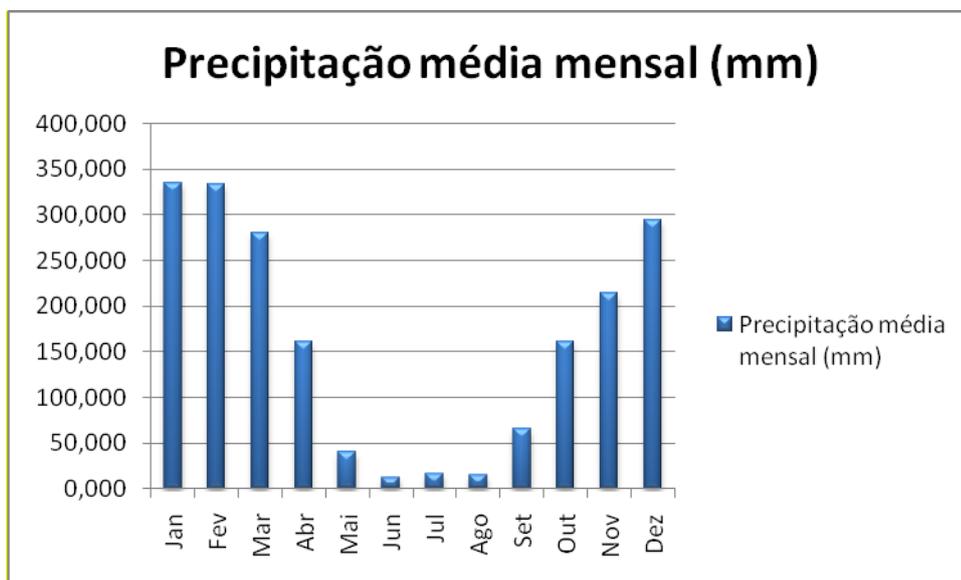


Gráfico 1: Precipitação média mensal (mm) do município de Cacoal, referente ao período de 2001 - 2011.

Fonte: ANA – Banco de Dados hidrometeorológicos – SNIRH, 2011

As estações são compreendidas em estação chuvosa entre os meses de outubro a abril e o período mais chuvoso entre os meses de novembro a março, no qual se concentra mais de 74% da precipitação total anual; e uma estação seca compreendida entre os meses de maio a setembro, período de escassez de chuva, sendo ainda mais crítico de junho a agosto, período em que a precipitação não ultrapassa 3% do total anual (SIPAM, 2006). Nestes períodos de estiagem a redução do volume de água, contribui para a queda dos índices de oxigênio e agravam a proliferação de algas. No entanto, vale lembrar que, no período chuvoso, a água que escoia sobre a superfície associado às características da própria chuva, das condições físicas da bacia e da ocupação humana pode carrear sedimentos e cargas contaminantes para os cursos d'água (BOTELHO & SILVA, 2004).

Estando sob a influência do clima Aw a média anual da precipitação pluvial varia entre 1.600 a 2.300 mm/ano (SILVA, 2006). Os registros da Agência Nacional de Águas (ANA) através da estação Vista Alegre no município corroboram as informações (gráfico 2) a qual registra na última década a variação dessas médias.

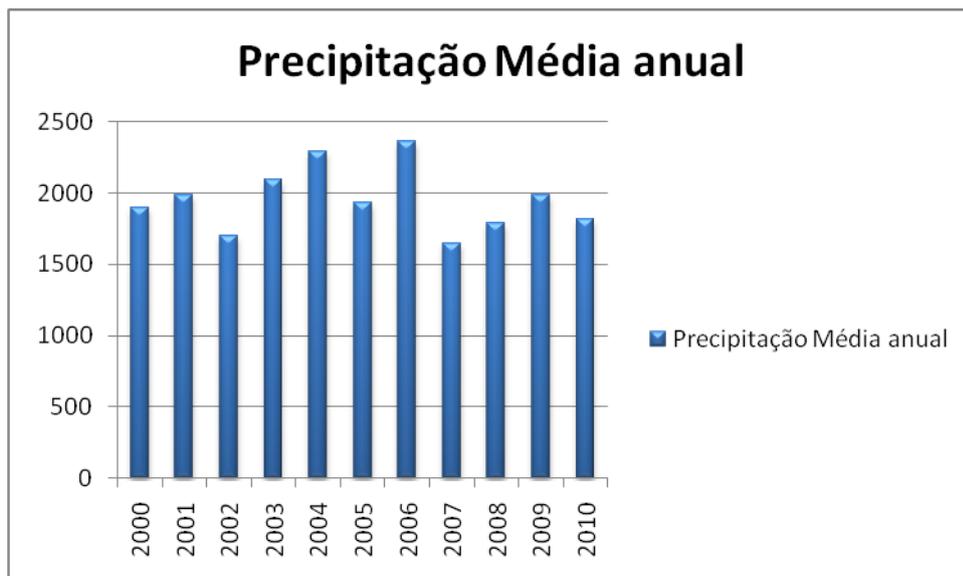


Gráfico 2 - Precipitação média anual do município de Cacoal.
Fonte: ANA – Banco de Dados hidrometeorológicos – SNIRH, 2011

3.2.7- População

A chegada diária de dezenas de colonos às margens do rio Pirarara, no entroncamento do rio com a BR-364, levou à formação da vila Cacoal. O surgimento do povoado teve início em 1972, neste período o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) implantou o Projeto Integrado de Colonização Gy Paraná, onde foram assentadas 4.756 famílias, com lotes rurais de 100 hectares. No entanto, no período de 1978 a 1983 deu-se o apogeu do processo migratório e Cacoal recebeu em torno de 70 mil novos moradores⁴ (OLIVERIA, 2003; KEMPER, 2006).

A região tornou-se uma das mais procuradas, principalmente por agricultores da região sul e sudeste do país, que vieram motivados pelas terras favoráveis ao cultivo de lavouras de café. A busca de novas oportunidades e terras férteis, fez com que o fluxo migratório se intensificasse a partir de 1972. Em 1975, a população já ultrapassava os 10 mil habitantes, tornando-se um desafio constante para o governo que não conseguia suprir as deficiências de muitos setores (KEMPER, 2006). No entanto, a taxa de crescimento anual do município entre os anos de 1970 a 1996 apresentou queda conforme pode ser observado na tabela 4. (IBGE, 2010).

⁴ Dados preliminar do Censo Demográfico do IBGE de 1980- IBGE

Tabela 4 - Taxa de Crescimento Médio Anual do Município de Cacoal- RO

Ano	
1970/ 1980	16,83
1980/ 1991	8,94
1991/1996	0,53

Fonte: Censo Demográfico do IBGE

[HTTP://ibge.gov.br](http://ibge.gov.br)

O processo migratório foi decisivo para a ocupação no município. Portanto, a chegada dos primeiros grupos de migrantes e a construção da BR-364, a ação do INCRA, com a instalação do PIC Gy- Paraná foi determinante para a formação e desenvolvimento de Cacoal. O crescimento da população do município nos últimos 30 anos pode ser visualizado na (gráfico 3 tabela1 4). De acordo com o censo demográfico de 2010, a população do município de Cacoal é de 78.574 habitantes, com uma densidade demográfica de 20,72 habitantes por km², assim como na maioria das cidades brasileiras a maior porcentagem concentra-se nas áreas urbanas, cerca de 70% da população vivem na área urbana. (IBGE, 2010).

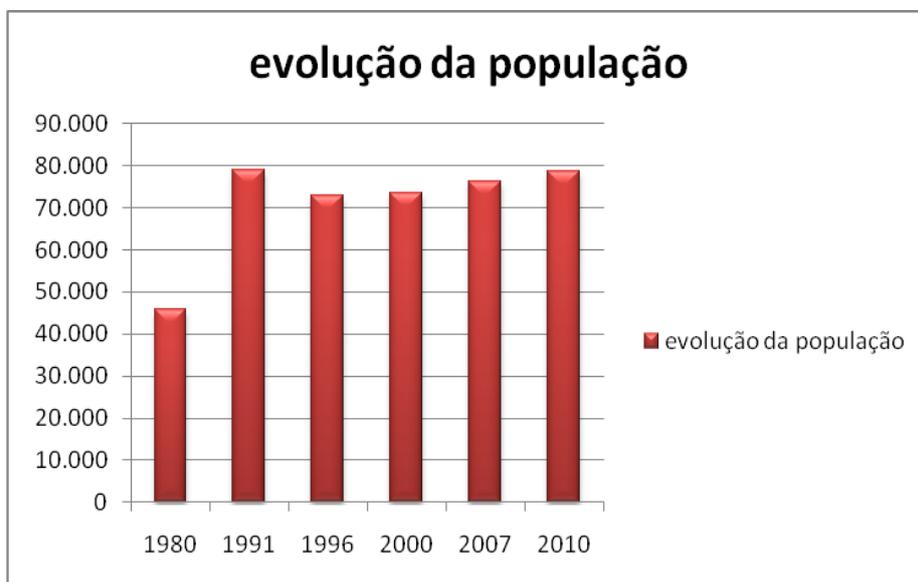


Gráfico 3: Evolução da população do município de Cacoal

Fonte: IBGE Censo Demográfico de 1980 a 2010 <http://ibge.gov.br/cidades>

3.2.8 - Economia

Cacoal possui uma economia diversificada e tem como base principal suas indústrias de grande porte, a agropecuária e o comércio. Sua prosperidade e expansão econômica se

destacam frente aos outros municípios da região, com um PIB (Produto Interno Bruto) de R\$ 832, 767 milhões, conforme tabela 5, que representa as principais atividades econômicas. Entretanto, o Município tem se tornado também um polo no setor de serviços, principalmente de educação e saúde.

Tabela 5: Produto Interno Bruto do município de Cacoal - 2010.

Produto Interno Bruto	
Agropecuária	163.034
Indústria	122.044
Serviços	547.689
Total	832.767

Fonte: <http://ibge.gov.br/cidades>

A região que abrange a bacia do rio Pirarara possui lavouras bem desenvolvidas, com boa produtividade, que estão ligadas às características físicas e a qualidade do solo, sendo considerado próprio para os vários tipos de cultura. Na agricultura permanente a base é a produção de café (sendo maior do estado, na década de 80), porém, de acordo com a EMATER, a produção vem decrescendo gradativamente seguida pela produção de banana; além de cultivos temporários, como o arroz, feijão, mandioca e o milho, sendo essas áreas substituídas pela pecuária, que vem se destacando ao longo dos anos na economia do Estado. No entanto, o IDARON salienta que o setor agropecuário em Cacoal encontra-se em plena expansão, e possui um dos maiores rebanhos do Estado, denominado como o quarto maior em produção, com cerca de 430.000 cabeças (RONDÔNIA, 2010). Contudo, Carvalho (1996) destaca que a pecuária é apontada como um dos principais vetores de expansão da fronteira agrícola, ameaçando biomas como Cerrado e Amazônia, onde os baixos investimentos na manutenção de pastagem podem provocar compactação e erosão do solo.

O avanço da pecuária e as mudanças do uso da terra têm sido considerados o principal agente de transformação na conversão de floresta por pastagens e têm proporcionado perdas de nutrientes do solo, transformando suas propriedades físicas e hídricas, principalmente em função da compactação animal, alterando o equilíbrio natural (SILVA FILHO, 2009). Carvalho (1996) afirma ainda que a poluição dos recursos hídricos através da carga de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio do esterco) e patógenos carregados para o leito dos rios pela lixiviação do solo. O nitrogênio proveniente destes resíduos é convertido em amônia e nitrato e infiltra-se nas águas do subsolo e da superfície poluindo, contaminando e matando a vida

aquática. Para Baird (2002), os excrementos produzidos pelos animais podem promover a contaminação dos cursos d'água, de forma difusa ou pontual.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos constituíram em três fases atividades de campo, análises laboratoriais e trabalhos de gabinete (Figura 7).

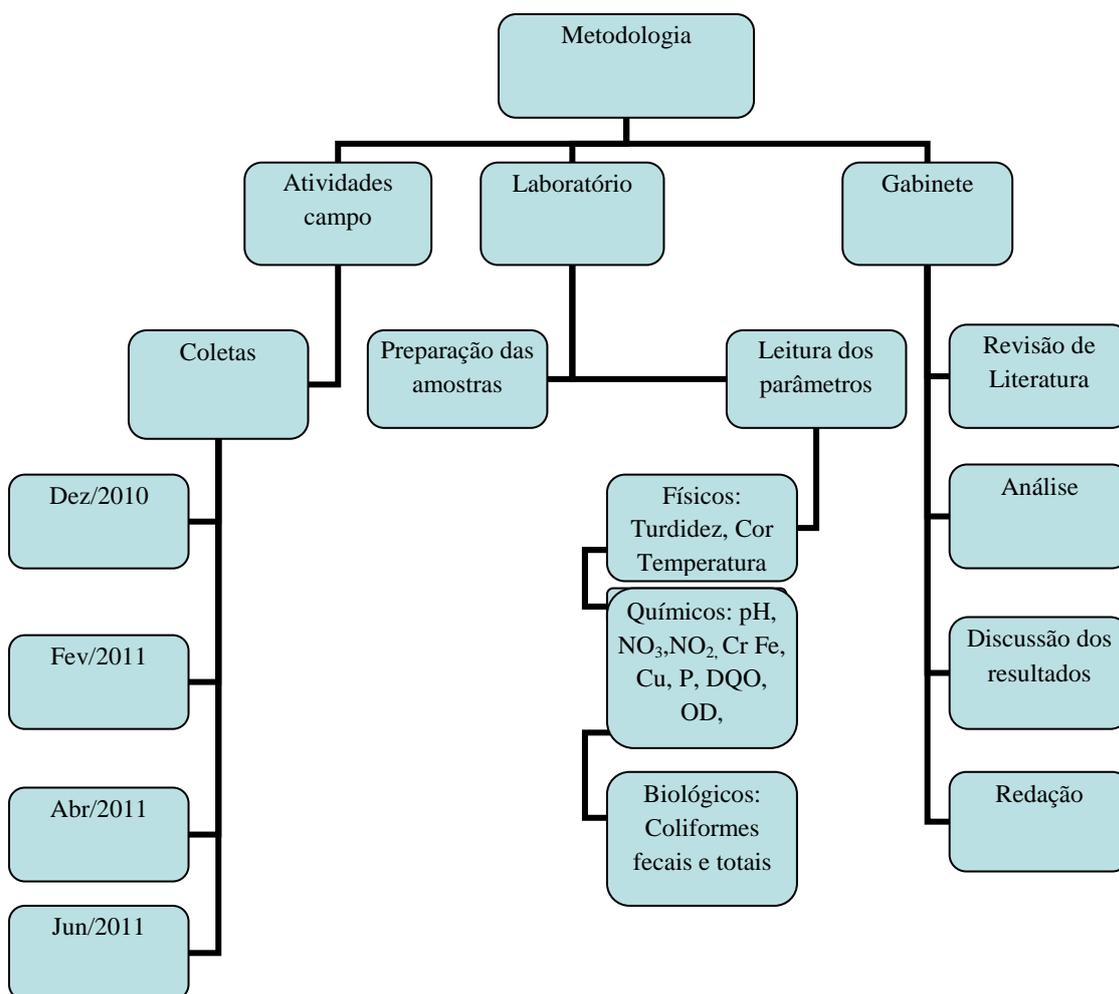


Figura 7: Fluxograma metodológico.

A pesquisa bibliográfica foi realizada durante todas as etapas, com o estudo de referenciais teóricos e de metodologia adequada para o desenvolvimento da pesquisa. Os temas discutidos na revisão bibliográfica contemplam: base conceitual sobre qualidade da água, uso e ocupação da terra, alterações na qualidade da água, poluição hídrica, as diretrizes legais sobre

as águas no Brasil, parâmetros e padrões internacionais e nacionais para diversos usos da água e a avaliação pelo AIQA.

4.3 - TRABALHOS DE CAMPO

Para o desenvolvimento da pesquisa, as atividades de campo foram essenciais. Teve como objetivo a caracterização da área de estudo, registro fotográfico, definição dos pontos, coleta das amostras de água para análise.

Os pontos de coleta foram estabelecidos a partir do médio curso do rio Pirarara até o seu baixo curso, e em locais que são caracterizados como fontes de poluição em ambiente rural e urbano com presença de atividades de uso da terra pela população local. Os pontos foram marcados com o *Global Position System* (GPS) da marca Garmin modelo 12 XL, com precisão média de 4m, para a obtenção das coordenadas geográficas. Para o georreferenciamento, foram coletados pontos em locais considerados de relevância no estudo da qualidade da água e possíveis de serem identificados nas imagens de satélite. Já no mapeamento da cobertura do solo, foram coletados pontos com a referida identificação do uso da terra.

Outras campanhas de campo aconteceram durante as coletas para análise da qualidade da água. A amostragem de coleta de água ocorreu entre dezembro de 2010 e junho de 2011, considerando o período chuvoso e seco. No período de coleta das amostras foi feito a conferência do mapeamento e da escala para a verificação da fidelidade dos mesmos.

Conjuntamente, foram realizadas entrevistas com os moradores através de uma Amostragem Estratificada, a qual considera uma população heterogênea, que após a determinação dos estratos, seleciona-se uma amostra aleatória (FONSECA, 1982). Desta maneira, foram aplicadas em ambiente rural, quinze entrevistas na linha 7, e oito entrevistas na linha 8, para identificar os principais usos da terra e técnicas de manejo empregadas na área da bacia do rio Pirarara.

Foi utilizado um questionário (APÊNDICE D) com questões fechadas e semi-abertas, com abordagens das formas de uso e ocupação da terra e manejo da terra. As informações serviram de subsídios para a caracterização da área e na elaboração do mapeamento de uso e ocupação da terra e aptidão agrícola.

Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo do curso do rio Pirarara. Para a sistematização na definição dos pontos, foram utilizados critérios relacionados ao uso e

ocupação. Foram totalizados seis pontos de coleta das amostras de água na bacia do rio Pirarara.

O ponto (P 01) encontra-se em ambiente rural, com presença de vegetação e nas proximidades atividades de pecuária e agrícola, com cultivo de cana e banana.



Foto 2 : Ponto 01 – Sítio Boa Esperança (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

O ponto (P 02) localiza-se em ambiente rural, com presença de grande área de pastagens, onde o curso do rio é utilizado principalmente na dessedentação de animais.



Foto 3: Ponto 02 linha 7 - sítio Pedra Preta (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

O ponto (P 03) está localizado em espaço rural na Linha 07 próximo a um balneário e presença de cultivos agrícolas, nas proximidades a jusante do ponto de coleta ocorre a retirada de areia para fins comerciais.



Foto 4: Ponto 03 linha 7 - setor de chácaras (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

O ponto (P 04) encontra-se na área urbana do município, distante 50 m, do cruzamento da Avenida Sete de Setembro com a Rua Rosineide de Souza, em direção ao Bairro Village do Sol I, onde há ocupação irregular não existindo respeito à mata ciliar, e presença de lavadores no entorno do rio.



Foto 5: Ponto 04- Bairro Village do Sol I (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

O ponto (P 05) em ambiente urbano na margem direita do cruzamento com a BR-364, podendo ser observado nas proximidades do ponto de coleta a ocupação irregular, lavadores de carro e também a escola SESI, nas proximidades do curso d'água.



Foto 6: Ponto 05 - Bairro Princesa Isabel (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

O ponto (P 06) encontra-se localizado no bairro Santo Antônio, na foz do Pirarara a 50 m do rio Machado e próximo a rede de captação de água do SAAE, para o abastecimento público da cidade. A tubulação que leva água para os tanques de tratamento cruzam o curso do rio Pirarara.



Foto 7: Ponto 06 - Bairro Santo Antonio (coordenadas conforme tabela 06)
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

A tabela 6 a seguir apresenta as coordenadas dos pontos, P 01, P 02, P 03, P 04, P 05 e P 06 do rio Pirarara, observadas no sistema UTM–DATUM SAD 69 dos pontos amostrados.

Tabela 6- Coordenadas dos pontos no rio Pirarara.

Coordenadas dos pontos de amostragem		
Ponto	N	E
P 01	671243,2	8744090
P 02	671204,6	8742440
P 03	669300,9	8733645
P 04	670259,6	873441
P 05	670364,5	8734919
P 06	669669,5	8739557

Fonte: Dados de pesquisa.

4.4 – COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a coleta de amostras de água, utilizou-se a técnica descrita em IAP (2004), a qual consiste em uma amostragem discreta (não contínua), onde se retira uma porção diretamente no corpo d'água, evitando áreas paradas ou ainda locais a pequena distância da margem. O horário de coleta não foi pré-determinado, dependeu das condições climáticas, levando em consideração a não ocorrência de chuvas.

As coletas das amostras foram realizadas em dezembro de 2010, fevereiro, abril e junho de 2011, o monitoramento foi importante pela necessidade de identificar os elementos que contribuem com a contaminação permanente e os sazonais, evidenciados nas mudanças de clima entre o período chuvoso e seco. Sendo os pontos localizados em áreas específicas que estão relacionados ao fator antrópico de uso e ocupação.

O material utilizado nos procedimentos de coleta, conservação das amostras e transporte, seguiram as recomendações do (IAP, 2005). Foram utilizadas garrafas de polietileno (1,5 L) que foram rinzados três vezes, com água do local de retirada das amostras, como forma de prevenir interferência nos resultados. As amostras de água foram obtidas a partir da imersão de 20 a 30 cm de profundidade e para conservação utilizou-se caixa de isopor e gelo. Na coleta, preservação e transporte de amostras foram utilizadas como procedimentos operacionais, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 9897 e 9898, 1997; IAP, 2004; BRASIL, 2009).

As amostras foram transportadas para o laboratório de Química Orgânica e Bromatologia da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal (FACIMED), sendo processada logo após sua chegada e, posteriormente, realizadas as determinações físico-químicas e microbiológicas.

Para as análises em laboratório, seguiu-se a metodologia prevista na literatura existente, através do Método para as Análises de Águas Potáveis e Residuárias (APHA, 2005). O aparelho utilizado foi o Multiparâmetros de bancada HANNA C99, previamente calibrado, que, após alguns segundos, se estabiliza; no qual um leitor digital fornece os dados dos parâmetros com o comando de um botão de leitura.

Foram analisados alguns parâmetros físico-químicos e biológicos conforme tabela 7, considerados indicadores da qualidade da água, cujos resultados demonstram consonância ou não, de acordo com os parâmetros estabelecidos conforme a legislação vigente na CONAMA, 357/2005.

Tabela 7- Parâmetros para a caracterização da qualidade da água

Parâmetros físicos	Turbidez (UNT), Cor (uC), e Temperatura (°C);
Parâmetros químicos	pH (uP), Nitrito (mg/l), Nitrato (mg/l), Fósforo Total (mg/l), Ferro (mg/l), Cromo (mg/l), Cobre (mg/l) Demanda Química de Oxigênio – DQO (mg/l), Oxigênio Dissolvido – OD (mg/l)
Parâmetros biológicos	Coliformes Totais (NMP/100ml) e Coliformes Fecais (NMP/100ml).

Os métodos de análise utilizados para os parâmetros estão discriminados na tabela 8 a seguir:

Tabela 8: Método de análise das variáveis físicas, químicas e bacteriológicas

Parâmetros	Unidade de medida	Método
Temperatura	C°	Termométrico local
Cor	Mg Pt/L;	Adaptação do método colorimétrico Platina Cobalto.
Turbidez	UNT	Nefelométrico
pH	uP_	Potenciométrico.
Nitrito	mg/ L	Adaptação do método de Sulfato ferroso. A reação entre o nitrito e o reagente torna a amostra castanha esverdeada.

Nitrato	mg/L	Adaptação do método de redução de cádmio. A reação entre o azoto nítrico e o reagente dá à amostra uma coloração âmbar (amarelada).
Cobre	mg/L	Adaptação ao método EPA. A reação entre o cobre e o reagente de bicinconinato dá a amostra uma coloração azul.
Ferro	mg/L	Adaptação do método fenantrolina 315B, recomendado pela EPA* para água natural e tratada. A reação entre o ferro e os reagentes dá à amostra uma coloração laranja.
Cromo	mg/L	Adaptação do ASTM Manual of Water and Environmental Technology. Método difenilcarbohidrazina D1687-92. A reação entre o Cromo VI e o reagente dá à amostra uma coloração roxa.
Fósforo	mg/L	Adaptação ao Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18 th edition, método do aminoácido. A reação entre o fósforo e reagente torna a amostra azul. Adaptação ao método do ácido.
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	Adaptação ao Método 410.4 aprovado pela EPA*. Os compostos orgânicos oxidáveis reduzem o íon dichromate (laranja) para o íon Crômio III (verde).
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (18 th edition), azide modified Winkler method. A reação entre o oxigênio dissolvido e o reagente dá uma coloração amarela à amostra.
Coliformes fecais	NMP/ 100ml	Método M048- Tecnobac laminocultivo desidratado
Coliformes totais	NMP/ 100ml	Método M048 – Tecnobac laminocultivo desidratado.

Fonte: Adaptado do Manual Hanna - Dados de pesquisa

* Agencia de Proteção ambiental dos EUA.

Os principais equipamentos utilizados podem ser observados na Foto 8, mostrada a seguir:

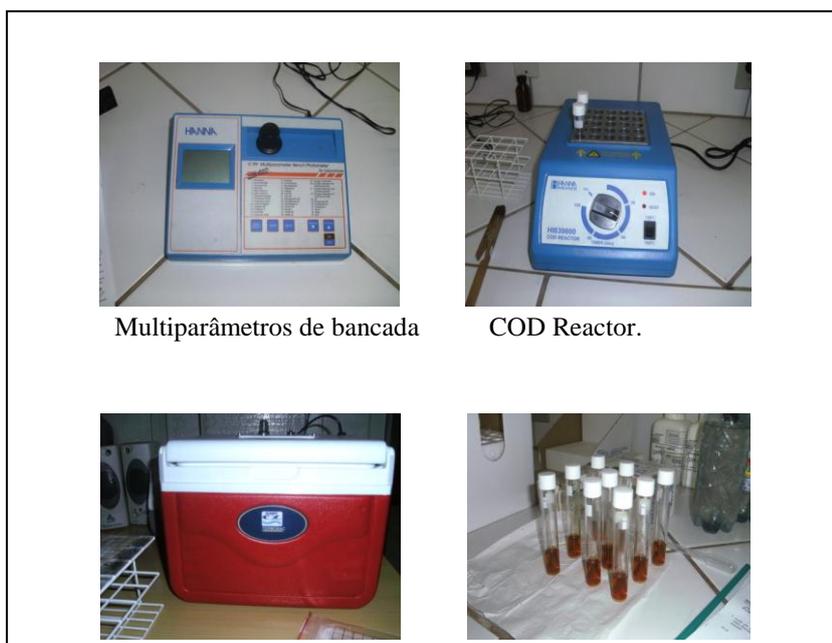


Foto 8: Equipamentos utilizados nas análises de água.

Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa/junho 2011.

4.5 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PARÂMETROS

4.5.1 – Temperatura

A temperatura exerce um papel fundamental de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. A temperatura superficial é influenciada por diversos fatores como a latitude, altitude, estação do ano, taxa de fluxo e profundidade e até mesmo período do dia (BASSOI & GUAZELLI, 2004). A mudança da temperatura das águas naturais deriva especialmente da insolação e, quando de origem antrópica, de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras (LIBÂNIO, 2008).

Determinação da Temperatura

No momento da coleta foram determinados os valores de temperatura (°C) da água utilizando um termômetro de mercúrio INCOTERM 87330. Inserindo sua base na amostra por alguns minutos obteve-se o valor em graus Celsius.

4.5.2 – Turbidez

A turbidez constitui-se de uma inferência da concentração de partículas suspensas na água obtida a partir de um feixe de luz através da amostra, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (Ut). Nas águas superficiais a turbidez está entre uma faixa de 3 a 500 uT. Sendo sua ocorrência de origem natural ou por lançamentos de esgotos domésticos e industriais. No Brasil, a turbidez dos corpos d'água é particularmente elevada em regiões que apresentam solos erodíveis, onde as precipitações podem carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha (LIBÂNIO, 2008).

Determinação dos teores de turbidez

Os teores de turbidez das amostras de água foram obtidos pela utilização do turbidímetro portátil HI 93703 da HANNA, o procedimento consiste em utilizar uma amostra de 10 ml, colocada em um frasco de vidro, e inserido no turbidímetro, o qual fornece a leitura através do leitor digital. Os resultados foram expressos em UNT.

4.5.3 – Cor

A cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas, denominadas colóides, finamente dispersas, sua origem é principalmente orgânica, os quais podem ser provenientes da decomposição de matéria orgânica de origem vegetal e do metabolismo de microorganismos presentes no solo, bem como das atividades antrópicas, tais como, descarga de efluentes domésticos ou industriais, lixiviação de vias urbanas e solos agricultáveis, podendo também ser resultado da presença de compostos de ferro e manganês (LIBÂNIO, 2008). As águas naturais apresentam, em geral, cor verdadeira variando de 0 a 200 uC unidades de cor (uC). Corpos d'água de cor naturalmente escura ocorrem em regiões ricas em vegetação e com solos menos erodíveis (BAIRD, 2002).

Determinação das unidades de Cor

As unidades da cor foram determinadas pelo método colorimétrico Platinum cobalt, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar as unidades de cor, 10 ml de água destilada foram transferidas para a cubeta do aparelho, para zerar o medidor, sendo considerado o branco. Uma segunda cubeta com a amostra não filtrada, (esta é a cor aparente); filtrou-se 10 ml para a terceira cubeta (cor verdadeira), a cubeta de cor aparente foi inserida no aparelho e o medidor indicou a cor aparente, retirou-se esta, e foi inserida a de cor verdadeira, o medidor indicou a cor em unidades de cor.

4.5. 4 – Potencial hidrogeniônico - (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio H^{++} na água e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático. Compreendendo um intervalo de 0 a 14 , seus valores em torno de 7 indicam água neutra, abaixo de 6 água ácida e maior que 8 água básica, influenciado pela dissolvência do ácido carbônico ou pela poluição doméstica, industrial, agrícola e até mesmo por processos naturais. A quantidade de matéria morta a ser decomposta influencia no pH, sendo que quanto maior for a quantidade de matéria orgânica disponível, menor será o pH (FARIAS, 2006; LIBÂNIO, 2008).

Determinação do valor do pH

As medidas de pH foram realizadas por medição direta em pHmetro AT 310, constituído por eletrodos conjugados (um indicador e outro de referência). O eletrodo de

referência possui um potencial constante e o indicador é aquele que adquire o pH da amostra por comparação com o de referência, mostrando no visor o valor do pH.

4.5.5- Nitrito (NO_2^-)

O Nitrito (NO_2^-) é o anion derivado do ácido nitroso muito solúvel em água. Este surge em uma fase intermediária natural do ciclo do Nitrogênio, na oxidação microbiana do Nitrato. Normalmente, o Nitrito formado é imediatamente oxidado para a forma de Nitrato (nitrificação) ou reduzido para a forma de Nitrogênio gás (desnitrificação). Em casos de aumentos drásticos de amoníaco ionizado (NH_4^+), e valores elevados de pH e temperatura, a nitrificação pode ocorrer mais rapidamente originando NH_3 , tóxicos para peixes (NIEWEGLOWSKI, 2006).

Determinação da concentração de Nitrito

A determinação do teor de Nitrito foi realizada empregando o método sulfato ferroso, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, 10 ml da amostra de água foram transferidos para a cubeta do aparelho para zerar o aparelho, a seguir foi adicionado o conteúdo da embalagem do reagente em pó HI 93708 e agitada até a sua dissolução e inserido no aparelho, após 10 minutos a concentração de nitrito é indicado no visor em mg/L.

4.5. 6- Nitrato (NO_3^-)

O Nitrato (NO_3^-) é um ânion derivado do Ácido Nitroso, que apresenta alta solubilidade em água, sendo a forma mais oxidada e estável do Nitrogênio. A concentração natural de nitrato nas águas superficiais são baixas, o seu alto valor pode estar relacionado com esgoto doméstico, industrial e com as atividades agrícolas. (NIEWEGLOWSKI, 2006, LIBÂNIO, 2008). No entanto, o cultivo intensivo da terra, mesmo sem a aplicação de fertilizantes ou esterco, facilita a oxidação para nitrato do nitrogênio reduzido presente na matéria orgânica decomposta no solo pelo efeito da aeração e da umidade (BAIRD, 2002).

Determinação da concentração de Nitrato

A determinação do teor de nitrato foi realizada empregando o método da redução do cádmio, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, 6 mL da amostra de água foram transferidos para a cubeta do aparelho e foi adicionado o conteúdo da embalagem do reagente em pó HI 93728 e a mistura foi

homogeneizada, por 1 minuto. A seguir, o aparelho foi zerado, com o branco (6 ml da amostra de água), e realizado a leitura. O resultado foi expresso em Azoto nítrico em mg/L, para obter a concentração de nitrato a leitura foi multiplicada por 4.43.

4.5.7 – Cobre

O cobre é caracterizado como um metal constituinte comum das águas naturais, a presença de pequenas quantidades é considerada como natural, fundamental, como micro nutriente para a nutrição das plantas e animais e, em quantidades aumentadas na água podem provocar gosto desagradável ao beber (NIEWEGLOWKI, 2006). Nos processos de intoxicação as consequência são pouco conhecidas, pode se citar a ocorrência de diarreias, vômitos, náuseas, anemia hemolítica e problemas gastrointestinal. Em relação aos efeitos crônicos, admite-se a existência do Mal de Wilson, responsável pelo acúmulo de Cobre no fígado, cérebro e rim (ANJOS, 2003).

Determinação da concentração de Cobre

O teor de cobre foi realizado empregando o método aprovado pela EPA, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, foram adicionados 10 ml da amostra em uma cubeta e inserida no aparelho, até o visor indicar zero, em seguida retirou-se a cubeta e acrescentou-se uma embalagem do reagente em pó HI 93702, agitando por 15 segundos, recolocando a cubeta no instrumento, após 45 segundos foi indicado no visor a concentração de cobre em mg/L.

4.5.8 - Ferro

O ferro é um metal que se origina da dissolução de compostos de rocha e solo, considerado elemento abundante na natureza, frequentemente encontrado nas águas naturais, superficiais e subterrâneas, apresentando-se nas formas insolúvel (Fe+3) e dissolvida (Fe+2), sendo mais comum encontrar a forma dissolvida em águas subterrâneas e fundo de lagos e reservatórios, em concentrações superior a 0,3 mg/L produz manchas em aparelhos sanitários e roupas e em maior concentração confere sabor à água de consumo (LIBANIO, 2008; BAIRD, 2002, POLETO, 2003).

Determinação da concentração de Ferro

O teor de ferro foi realizado empregando o método fenantrolina 315 B, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, foram

adicionados 10 ml da amostra em uma cubeta e inserida no aparelho, até o visor indicar zero, em seguida retirou-se a cubeta e acrescentou-se uma embalagem do reagente em pó HI 93721A, agitando até a dissolução total, recolocando a cubeta no instrumento, após 3 minutos foi indicado no visor a concentração de ferro em mg/L.

4.5.9 - Cromo

O cromo na forma trivalente é essencial ao metabolismo humano, entretanto a forma hexavalente é considerada mais tóxica que a forma trivalente. No entanto, concentrações elevadas podem causar câncer (BASSOI & GUAZELLI, 2004; DERISIO, 2000). Na água sua ocorrência se deve principalmente aos despejos indústrias, serralherias e fertilizantes utilizados na agricultura, sendo frequentemente utilizado em aplicações industriais e domésticas, como na produção de alumínio anodizado, aço inoxidável, tintas, pigmentos, explosivos, papel e fotografia (BASSOI & GUAZELLI, 2004).

Determinação da concentração de Cromo

O teor de cromo foi realizado empregando o método difenilcarbohidrazina, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, foram adicionados 10 ml da amostra em uma cubeta e inserida no aparelho, até o visor indicar zero, em seguida retirou-se a cubeta e acrescentou uma embalagem do reagente em pó HI 93723-0, agitando rapidamente, recolocando a cubeta no instrumento, após 6 minutos foi indicado no visor a concentração de cromo em mg/L.

4.5.10 - Fósforo

O fósforo apresenta-se nas formas de ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico e pode ter origem natural, sendo proveniente da dissolução de compostos do solo e da decomposição da matéria orgânica, e origem antropogênica quando for proveniente de despejos domésticos, despejo industrial, detergentes, excrementos de animais, inseticidas e pesticidas (LIBÂNIO, 2008; CARVALHO, 2003).

Determinação da concentração de Fósforo

A determinação da concentração de fósforo foi realizada empregando o método do aminoácido, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida determinação, 10 ml da amostra de água foram transferidos para a cubeta do aparelho. Foram adicionadas 10 gotas do reagente molibdato HI 93706A e 0.5 ml de solução preparada com o

conteúdo da embalagem do reagente em pó HI 93706B-P e o HI 93706B, agitando a cubeta em círculos. A seguir, o aparelho foi zerado, com o branco (10 ml da amostra de água) e realizada a leitura. Após 5 minutos o visor indicou a concentração de fósforo em mg/L.

4.5.11 – Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os parâmetro de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), expressam a presença de matéria orgânica, sendo considerado um importante indicador de qualidade das águas naturais, pois indicam a intensidade do consumo de oxigênio (em mg/L) pelas bactérias na equilíbrio da matéria orgânica. A DQO engloba a parcela estabilizada quimicamente, tendo sempre valor superior a DBO, (ROCHA, 2009; LIBÂNIO, 2008).

Determinação das concentrações de Demanda Química de Oxigênio

As concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram quantificadas segundo método 410.4 adaptado pela EPA, utilizando-se o bloco digestor para DQO (HANNA HI 8398) e o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a determinação de DQO foi utilizada cubetas com reagente DQO HI 93754B e adicionado 2 ml da amostra. Uma outra amostra de solução zero (ou em branco) foi preparada com os mesmos reagentes e ao invés da água bruta, foi adicionado 2 ml de água destilada. Posteriormente à adição dos reagentes, as cubetas foram tampadas e levadas para a digestão em reator DQO Hanna, aquecidas a 150 °C durante duas horas. Após a digestão, quando os tubos atingiram a temperatura ambiente procedeu-se a leitura no fotômetro. Os resultados obtidos foram indicados no visor em mg/L.

4.5.12 – Oxigênio Dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido (OD) é reconhecido como o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente aquático, fundamental para uma variedade de organismos aquáticos nos processos metabólicos de bactérias aeróbicas e outros micro-organismos responsáveis pela degradação de poluentes nos sistemas aquáticos. (ROCHA, 2009). No entanto, as variações nos teores de OD estão associadas a processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água (LIBÂNIO, 2008).

Determinação das concentrações de Oxigênio Dissolvido

A determinação da concentração de oxigênio dissolvido foi quantificada segundo o método Winkler, utilizando o fotômetro multiparâmetro HANNA C 99. Para realizar a referida

determinação, 60 ml da amostra de água foram transferidos para um becker, e foram adicionadas 5 gotas de reagente HI 93732A e 5 gotas de HI 93732B e a mistura foi homogeneizada, aparecendo o agente floculante, após 2 minutos adicionaram-se 10 gotas de HI 93732C, agitando até a dissolução floculante. A seguir, o aparelho foi zerado, com o branco (10 ml da amostra de água), posteriormente foi realizada a leitura. A concentração de oxigênio dissolvido foi indicada no visor em mg/L.

4.6 - ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

4.6.1 – Coliformes Fecais e Totais

As bactérias do grupo *coliforme* residem normalmente no trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo como indicadoras da contaminação de uma amostra de água por fezes, nos rios a presença confirma que este recebeu materiais fecais, ou esgotos. Os *coliformes totais* agrupam bactérias aeróbicas ou anaeróbicas, as bactérias do grupo coliforme apresentam várias características que explicam a utilização como indicador microbiológico de qualidade de água (LIBÂNIO, 2008). Quando a densidade de coliformes é usada como um critério para julgar as necessidades de tratamento, a água bruta pode ser classificada em águas limpas, águas boas e águas poluídas (POLETO, 2003).

A Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) em substituição aos termos Coliformes Totais e Fecais estabelece o termo dos coliformes Termotolerantes como sendo:

“... bactérias gran-negativas, em forma de bacilos, caracterizadas pela enzima Bgalactosidase. Podem crescer em meio contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose em temperaturas de 44- 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes nas fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas e outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal”.

E para o indicador Coliformes Fecais, faz referência a bactéria *Escherichia coli* como organismo referente à presença de material fecal, de animais de sangue quente. Sendo a única espécie do grupo dos coliformes Termotolerantes que habita o intestino dos seres humanos e dos animais homeotérmicos.

Determinação dos números mais prováveis de Coliformes Fecais e Totais

Para as análises de coliformes fecais e totais, fez-se uso do kit microbiológico TECNOBAC, de acordo com a USEPA. Uma vez que a combinação de dois substratos cromogênicos (salmon-gal e X- glicuronídeo), possibilita a detecção de coliformes totais e fecais (*Escherichia coli*), em uma única placa (VILLELA et al., 2010).

O procedimento de análise (M048 A) consistiu na imersão da cartela na amostra devidamente homogeneizada, onde os laminolcultivos desidratados por meio da cultura chromocult Coliform foram mergulhados na amostra e levados à estufa microbiológica para incubação por 15 horas em uma temperatura de 36° - 37°C. A caracterização da presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*) deu-se quando apresentaram coloração azul e de coliformes totais somando as colônias azuis e vermelhas. Após o período de incubação foi retirada as cartelas e efetuada a contagem do número de colônias.

4.7 - AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (AIQA)

A avaliação da qualidade da água foi realizada através da metodologia do Índice Avaliação Integrada da Qualidade das águas – AIQA (IAP, 2005). Para relacionar aspectos da qualidade das águas que não proporcionam relação evidente, ou para os quais os métodos estatísticos são limitados, pode-se aplicar alternativas metodológicas da Análise Multiobjetivo. Dentre elas, a Programação de Compromisso que tem como base uma noção geométrica de “melhor”. No método, são identificadas as soluções que estão mais próximas da solução ideal mediante ao uso de uma proximidade. Uma das vantagens destas ações consiste em apresentar uma flexibilidade de adaptação as mais variadas situações de aplicação, podendo-se considerar tantas variáveis quantas forem necessárias para o equilíbrio do modelo construído. Utilizam-se, os instrumentos matemáticos e estatísticos que possibilitem a associação de informações de naturezas diversas, de maneira que, quando ponderadas em conjunto, sejam capazes de refletir o estado geral do ecossistema (IAP, 2005).

O método de programação de compromisso foi desenvolvido pela UNESCO, sendo caracterizado como procedimento interativo. Se o conjunto das soluções de compromisso permitir ao decisor escolher uma solução satisfatória, o algoritmo acaba. De outra forma, variam-se as soluções ideais, ou os pesos, e o algoritmo é processado novamente. Os métodos interativos requerem um envolvimento considerável do decisor no processo de solução, com a vantagem de permitir que ele ganhe um bom entendimento da estrutura do problema (BOLLMANN, 2006).

Uma das razões para a escolha desta metodologia é a premissa de que se possa confrontar o ponto representativo do estado da qualidade das águas de um ou mais locais com um ponto ideal (E), conforme figura 01. Em condições ideais de qualidade das águas, o Ponto E é intangível, mas algumas combinações entre as variáveis podem ser consideradas no sentido de alterar o equilíbrio existente, aproximando-o progressivamente deste ponto ideal (UNESCO, 1987).

Para evidenciar a composição do indicador sugerido, será considerado primeiramente o princípio da normalização, que admite a representação da escala de um indicador entre dois extremos, atribuindo o valor zero (0,0) para a pior condição da grandeza medida, e o valor (1,0) para a melhor condição. Aplicando-se este conceito para um indicador de qualidade físico-química das águas, este proporcionará valores entre 0,0 e 1,0, o qual representa a pior e a melhor qualidade. No entanto, quando se propõe a trabalhar com duas grandezas (qualidade físico-química e a qualidade microbiológica), aplica-se o princípio da normalização, delimitando um espaço cartesiano limitado pelas retas $Y = 0$, $Y=1$, $X=0$ e $X=1$ (Figura 8).

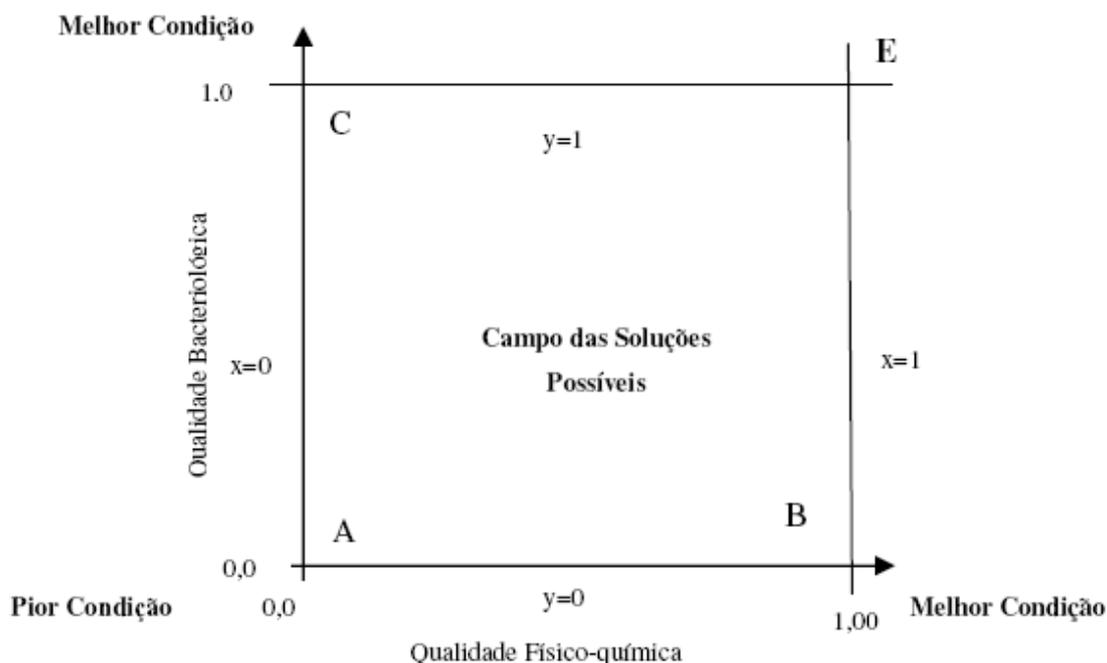


Figura 8 – Campo das soluções possíveis do Indicador de Qualidade Integrada
Fonte: Apostila IAP (2009)

No exemplo demonstrado na Figura 8 independente do valor normalizado adquirido para os indicadores de qualidade físico-química e qualidade microbiológica, sempre será obtido um par cartesiano (x, y) inscrito no espaço do Campo das Soluções Possíveis. Em meio aos pontos pertencentes a esta parte do plano cartesiano, os vértices A, B, C e D são dignos de

específica atenção. Os pontos A e D são considerados Dominantes, pois representam a otimização simultânea dos dois indicadores pelo mesmo critério. Enquanto que o ponto A representa a menor condição de qualidade das águas, ponderando os critérios físico-químicos e bacteriológicos, já o ponto D representa a máxima condição de qualidade integrada. Entretanto B e C são caracterizados como os Dominados porque representam uma condição onde apenas um é elevado ao máximo e o outro é minimizado.

O início do processo ocorre por meio da determinação dos valores normalizados que representam a qualidade físico-química e microbiológica das águas em um ponto de monitoramento, obtendo as coordenadas x_n e y_n conforme a Figura 9. Observa-se que, quanto maior o valor da distância L_n , menor é a qualidade das águas em relação à região do ponto N, pois maior é a distância deste ponto ao ponto D.

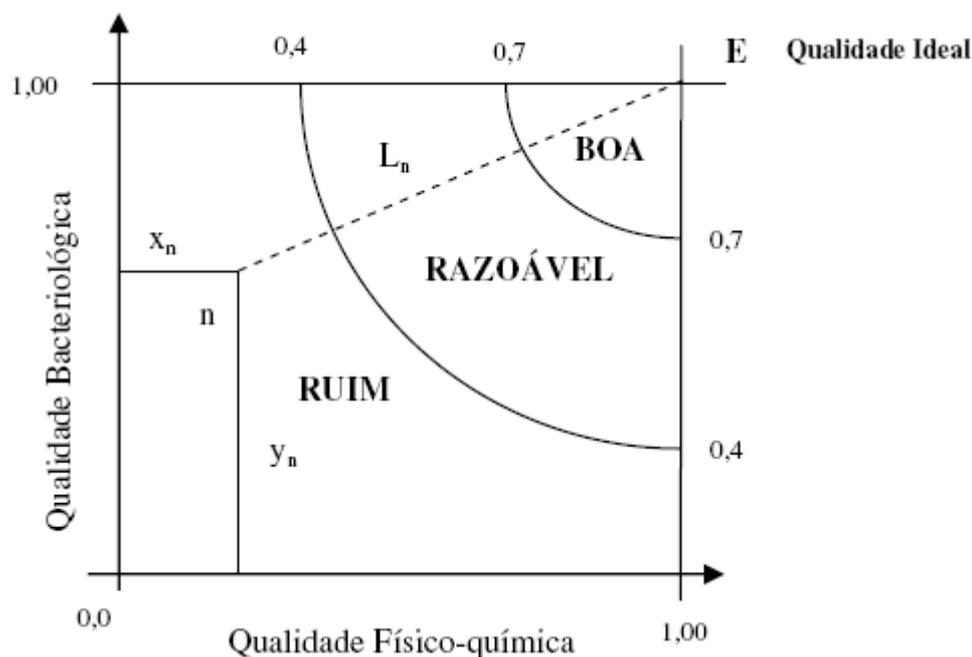


Figura 9. – Coordenadas cartesianas de um ponto hipotético em relação ao ponto de Qualidade Ideal
Fonte: Apostila IAP (2009)

Dentre as vantagens na aplicação desta metodologia, cabe ressaltar que a qualidade das águas pode ser entendida por meio de indicadores válidos, tanto qualitativos quanto quantitativos. Uma vez a qualidade ideal das águas é conhecida pode-se realizar a comparação da qualidade da água entre dois ou mais pontos amostrais.

Tradicionalmente a qualidade das águas tem sido analisada através da presença dos poluentes que são lançados no meio ambiente, desconsiderando o seu efeito nas comunidades

biológicas envolvidas e na capacidade dos organismos vivos de atuar de forma ativa na manutenção do equilíbrio do ecossistema impactado.

O Índice AIQA define as classes de qualidade da água de acordo com os seus níveis de comprometimento, com a definição de 3 classes de qualidade da água conforme a proximidade do ponto **E**. No entanto, para facilitar os procedimentos de concepção desta qualidade, foram ponderadas 7 categorias, representada em uma escala proposta para o indicador (figura 10) e utilizando como referência a distância em relação ao ponto E. Quanto mais longe deste ponto, maior o nível de poluição. Esta justificativa implica na interpretação do AIQA, como um indicador de poluição, onde sua escala busca correlacionar maiores valores de L com os locais mais comprometidos. Portanto, a avaliação integrada (física, química e biológica) é um método que busca integrar suas potencialidades e diminuir as dúvidas em relação à qualidade da água (IAP, 2005). Associando a qualidade de água como elemento para avaliação ambiental na bacia norteada pela legislação ambiental. Entretanto, os pontos identificados como maior comprometimento em relação aos padrões violados, permitindo assim, identificar possíveis influências para as alterações obtidas em cada parâmetro.

0,00	Classe 1	MUITO BOA: distância L ao ponto E inferior a 0,20.
0,20		BOA: distância L ao ponto E entre 0,20 e 0,40
0,40	Classe 2	POUCO POLUÍDA: distância L ao ponto E entre 0,40 e 0,60
0,60	Classe 3	MEDIANAMENTE POLUÍDA: distância L ao ponto E entre 0,60 e
0,80	Classe 3	0,80
1,00	Classe 4	POLUÍDA: distância L ao ponto E entre 0,80 e 1,00
1,20	Fora da classe	MUITO POLUÍDA: distância L ao ponto E entre 1,00 e 1,20
1,40	Fora da classe	EXTREMAMENTE POLUÍDA: distância L ao ponto E maior que 1,20

Figura 10: Classes de qualidade da água
Fonte: adaptado de IAP, 2005

Os resultados dos parâmetros analisados obtidos ao longo do período monitorado foram organizados em planilhas Excel, fornecidas pelo DEPAM/IAP, montada conforme limites da Resolução CONAMA 357/2005. Para cada parâmetro criou-se uma fórmula com referência às Classes da Resolução CONAMA 357/2005 e seus respectivos valores mínimos ou máximos. Considerando que as águas do rio Pirarara ainda não passaram pelo processo de

enquadramento, a análise dos resultados terá como referência os padrões estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente- CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para as águas doces, de classe 2, conforme tabela 9.

Tabela 9: Limite da Resolução CONAMA 357/2005.

Variável	Unidade	Classe 2
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	n.e.
Oxigênio dissolvido	mg/L	> 5,0
Turbidez	UNT	<100
Cor	Mg pt/L	75
pH	-	6,0 a 9,0
Temperatura	C°	n.e.
Nitrato	mg/L	10,0
Nitrito	mg/L	1,0
Fosfóro	mg/L	0,1
Cromo	mg/L	0,05
Ferro	mg/L	n.e.
Cobre	mg/L	0,009
Coliformes Fecais	NMP.100/ml	>1000
Coliformes Totais	NMP.100/ml	>1000

Fonte: CONAMA 357/2005

Notas: n.e.- não especificado na CONAMA 357/2005

4.8 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Na avaliação dos resultados foram utilizadas as planilhas eletrônicas “Excel” da Microsoft e o Software de domínio público XLSTAT (Win, 2010). Para facilitar a visualização das estatísticas descritivas foi utilizado gráfico Box-Plot, que permite demonstrar as amplitudes mínimas, máximas, bem como os valores de média e mediana, aplicadas a cada variável. Para demonstrar os percentis inferior (25%) e superior (75%) e a mediana (50%). Nas extremidades, encontram-se as barras de erros que definem os 10% e 90%. Gráficos e tabelas das séries foram inseridos na planilha eletrônica “Excel da Microsoft”. Para a avaliação integrada da qualidade da água utilizou-se as planilhas do DEPAM/IAP, através da metodologia AIQA (IAP, 2005)

4.9- MAPEAMENTO E ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E APTIDÃO AGRÍCOLA

Para o início desta etapa, fez-se o levantamento da fundamentação teórica necessária e de dados sobre a área em questão. A análise de uso e ocupação da terra foi obtida através das informações coletadas em campo na área da Bacia Hidrográfica do rio Pirarara. A espacialização das informações foi realizada no software SPRING através de shapes files.

Para as análises de uso da terra, foram identificadas e classificadas nos trabalhos de campo através de observações próximas aos pontos de coleta de água e entrevistas aos moradores e posteriormente analisadas através das imagens de satélites, criando o mapa de uso da terra e aptidão agrícola. Foi gerado um banco de dados, por meio de técnicas manuais, sobre dados cartográficos e sobre as imagens de satélites, visando compartimentalizar, estas novas informações que contribuíram para a geração de mapas temáticos.

Para a definição dos diferentes usos e ocupação das terras, foram utilizadas as classes observadas em campo e mosaicos de imagens.

Fragmento florestal - Áreas com coberturas florestais arbóreo/arbustivo, com dossel denso e aberto, e áreas de reflorestamento em processo avançado de sucessão, como as florestas nativas, plantadas e capoeirões;

Agrosilvopastoril - Áreas destinadas ao uso agropastoril, cultivo da agricultura temporária ou permanente; pecuária, áreas de reflorestamento ainda em fase inicial de sucessão e os campos com árvores dispersas áreas com pastagem natural ou plantada;

Área urbana - Áreas com edificações e aglomerados, urbanizadas, destinadas à indústria, as vias asfaltadas, bem como o solo exposto.

Água - Cursos d'água onde se incluem rios e córregos

Mineração - Exploração de granito, areia e brita.

Para a avaliação de aptidão agrícola das terras, foi realizado um levantamento dos níveis de manejo utilizados e o enquadramento das terras em classes que resultam da interação de suas condições agrícolas, bem como das exigências das diferentes formas de utilização, conforme proposta metodológica de (RAMALHO FILHO & BEEK, 1994; RONDÔNIA, 2003).

O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, desenvolvido por Ramalho Filho e Beek (1994) considera três níveis de manejo, que tem por finalidade identificar o comportamento das terras com diversos níveis tecnológicos. Sua indicação é realizada através de letras, segundo as classes de aptidão, em cada nível adotado, descritos a seguir:

Nível de manejo A – Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural, não havendo aplicação de capital para o manejo. As práticas agrícolas dependem basicamente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.

Nível de manejo B – Fundamentado em práticas agrícolas com nível médio de tecnologia, sendo utilizada em suas práticas de manejo, mecanização com tração animal ou tração motorizada no preparo do solo a calagem e a adubação com NPK.

Nível de manejo C – Utilizam alto nível tecnológico, com aplicação intensiva de capital com pesquisas para manejo, com presença de alta mecanização em várias fases do processo agrícola.

Entretanto, além dos níveis de manejo neste sistema há também grupos, subgrupos e classes de aptidão agrícola das terras.

Os grupos demonstram o tipo de utilização mais intensiva das terras, ou seja, sua melhor aptidão. Sua representação é realizada com algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes, conforme a possibilidade de utilização das terras, sendo que, as limitações aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo as opções de uso e intensidade. As recomendações das alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas estão demonstradas na tabela 10.

Tabela 10 – Alternativas de utilização das terras de acordo com grupos de aptidão agrícola.

Grupo de Aptidão Agrícola		Aumento da intensidade de uso					
		Preservação da flora e da fauna	Silvicultura e/ou pastagem natural	Pastagem plantada	Lavouras		
					Aptidão restrita	Aptidão regular	Aptidão boa
Aumento da intensidade da limitação	1						
	2						
Diminuição das alternativas de uso	3						
	4						
	5						
	6						

Fonte: Ramalho e Beek (1994).

Nos subgrupos é considerado o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão com o nível de manejo, que indica o tipo de utilização das terras.

Um último grupo são as classes de aptidão agrícola, a qual foi definida em quatro classes e expressam a aptidão para determinado tipo de uso com um nível de manejo definido,

dentro do subgrupo. Sendo determinado em termos de graus, relativo aos fatores limitantes. Deste modo as classes foram definidas em:

Boa - Terras que não apresentam limitações significativas para a produção sustentada de determinado tipo de utilização. Há raras restrições, que não reduzem a produtividade ou os benefícios e não eleva a utilização de insumos além do nível aceitável.

Regular - Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada em relação a um específico tipo de utilização, considerando as condições de manejo. Suas limitações diminuem a produtividade, aumentando a necessidade de insumos e aumentando as vantagens globais a serem obtidas do uso.

Restrita - Terras que possuem intensas limitações para a produção sustentada, observando as condições do manejo considerado nesta classe. Essas limitações reduzem a produção ou os benefícios, ou aumentam os insumos necessários, de tal forma que os custos só seriam justificados marginalmente.

Inapta - Terras que apresentam características de exclusão para uma produção sustentável, de acordo com o tipo de utilização.

A classificação de aptidão agrícola e resultante dos graus de limitação dado a cada unidade das terras. A simbologia e a nomenclatura de cada classe podem ser observadas conforme tabela 11.

Tabela 11 – Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras.

Classe de aptidão agrícola	Tipos de utilização						
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural	
	Nível de manejo			Nível de manejo	Nível de manejo	Nível de manejo	
	A	B	C	B	B	A	
Boa	A	B	C	P		S	N
Regular	a	b	c	P		S	N
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)		(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-		-	-

Fonte: Ramalho e Beek (1994).

Conforme os níveis de manejo as letras indicativas das classes de aptidão podem aparecer nos subgrupos através de letras maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, com indicação de diferentes tipos de utilização. No entanto, a falta de letras representativas das classes de aptidão, na simbolização dos subgrupos, indica que não há aptidão para uso mais intensivo. Assim, os graus de limitação são atribuídos em condições naturais e, também, após a utilização de práticas de melhoramento compatíveis com os níveis de manejo.

Em seguida, foi gerado o mapa com as imagens LANDSAT do Instituto de pesquisas Espaciais - INPE (2011), analisadas ao nível de pixel, por meio do software SPRING, e como dados auxiliares foram utilizados as vias interurbanas e hidrográficas da base da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM 2011). A imagem SPOT foi utilizada para a correção das áreas geradas pelo LANDSAT, comparando os resultados produzidos e gerando as áreas verdadeiras. Desta forma, a verificação *in loco*, foi de grande importância para determinar a conformidade das classes geradas pelas imagens e suas correções.

Nesta fase utilizou-se o SPRING (Sistema de Processamento de informações georreferenciadas) na elaboração dos mapas do contexto hidrográfico. O mapa de pontos de amostragem foi elaborado a partir dos dados levantados em campo com GPS. Os dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) e as cartas topográficas foram utilizadas na delimitação da área de estudo.

O mapa de localização da área de trabalho foi elaborado a partir da base dos dados da imagem LANDSAT, em seguida, foi realizada a integração dos dados obtidos na etapa anterior por meio do SIG. Para a entrada de base dos dados foram criadas categorias temáticas, digitalizadas e armazenadas de forma vetorial, gerando assim os seguintes mapas:

- Mapa base da bacia do rio Pirarara;
- Mapa dos pontos de coleta de água;
- Mapa de uso e ocupação da terra;
- Mapa dos tipos de solo, de relevo, e declividade;
- Mapa de susceptibilidade a erosão;
- Mapa de aptidão agrícola.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DOS PONTOS DO RIO PIRARARA

5.1.1. - Temperatura

As variações das concentrações de temperatura da água nos pontos de coleta do rio Pirarara e as suas médias encontram-se demonstradas na tabela 12 e no gráfico 4.

Tabela 12- Temperatura (°C), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

TEMPERATURA	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	26	26,3	27	28	28,2	28	27,25
Fev/11	27	26	26	27,8	28,2	28	27,16
Abr/11	27	26,5	26,4	26,2	28	28,3	27,06
Jun/11	26,5	26	26,5	27,6	28	28,5	27,18

Estatística Descritiva

Média Aritmética	26,625	26,200	26,475	27,400	28,100	28,200
Mediana	26,750	26,150	26,450	27,700	28,100	28,150
Desvio Padrão	0,479	0,245	0,411	0,816	0,115	0,245
Coefficiente de Variação	0,018	0,009	0,016	0,030	0,004	0,009

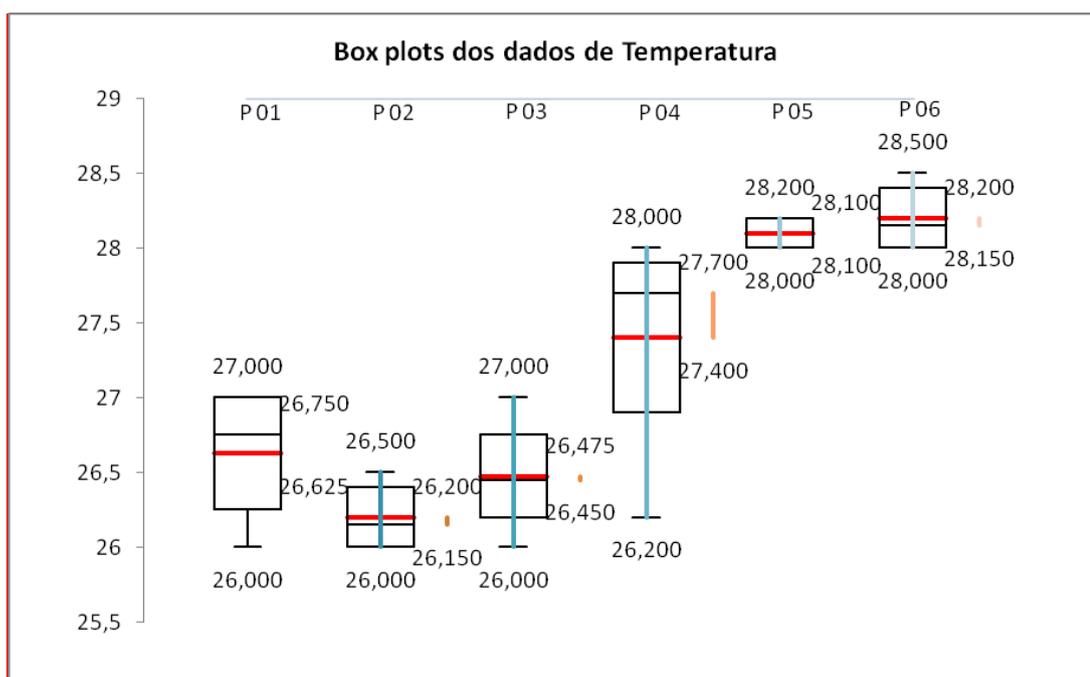


Gráfico 4: - Box plots dos dados de Temperatura (C°).

As médias não apresentaram grandes oscilações, pois permaneceram entre 26,2 °C a 28,2°C, as alterações da temperatura que ocorrem do ponto 1 ao ponto 6 foram discretas, variando de 26 °C a 28,5 °C respectivamente. Na Resolução CONAMA 357 (2005) não há valores limites de temperatura para classificação do rio, no entanto, estabelece somente para o lançamento de efluentes que não pode exceder 40°C.

Os valores de dispersão como desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura são indicativos de uma variação de leve homogeneidade. Sendo a maior variação encontrada no ponto quatro (04) com C.V. de 0,03% , esta maior variação corresponde a diferença entre a média e mediana, conforme citado no gráfico 4.

Os processos físicos, químicos e biológicos são influenciados pela temperatura da água e a vida aquática depende dos limites inferiores e superiores da temperatura da água. No entanto, as variações podem ocorrer em função da sazonalidade climática, variação diurna e da estratificação do corpo hídrico (LIBÂNIO, 2008).

Valores constantes de temperatura foram obtidos na área de estudo, com variação das médias de 27,2 °C no período chuvoso e 27,1 °C no período seco. A variação da temperatura no período chuvoso e no período seco é considerada como característica representativa da região. Entretanto, o desmatamento e a falta da vegetação ripária são fatores que também contribuem com a elevação da temperatura da água.

Pereira (2010) em seu estudo no rio Pimenta Bueno obteve média de temperatura de 23,19 °C. Já Martins (2009) registrou médias de 26,5 a 28,4 °C na temperatura das águas superficiais na sub-bacia do rio Candeias. O mesmo autor ressalta ainda que, as águas da região Amazônica sem qualquer interferência, podem “sofrer” mudanças de modo repentino, no entanto quando as águas naturais recebem contaminante a temperatura é alterada.

5.1.2 – COR

Para o parâmetro cor as variações nos pontos de coleta do rio Pirarara, bem como suas médias encontram-se ilustradas na tabela 13 e no gráfico 5.

Tabela 13- Cor (uC), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

COR (uC)	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	72	70	72	78	88	75	75,83
Fev/11	75	75	83	81	75	75	77,33
Abr/11	70	80	76	72	70	80	74,67
Jun/11	83	74	75	85	73	78	78

Estatística Descritiva

Média Aritmética	75,000	74,750	76,500	79,000	76,500	77,000
Mediana	73,500	74,500	75,500	79,500	74,000	76,500
Desvio Padrão	5,715	4,113	4,655	5,477	7,937	2,449
Coefficiente de Variação	0,076	0,055	0,061	0,069	0,104	0,032

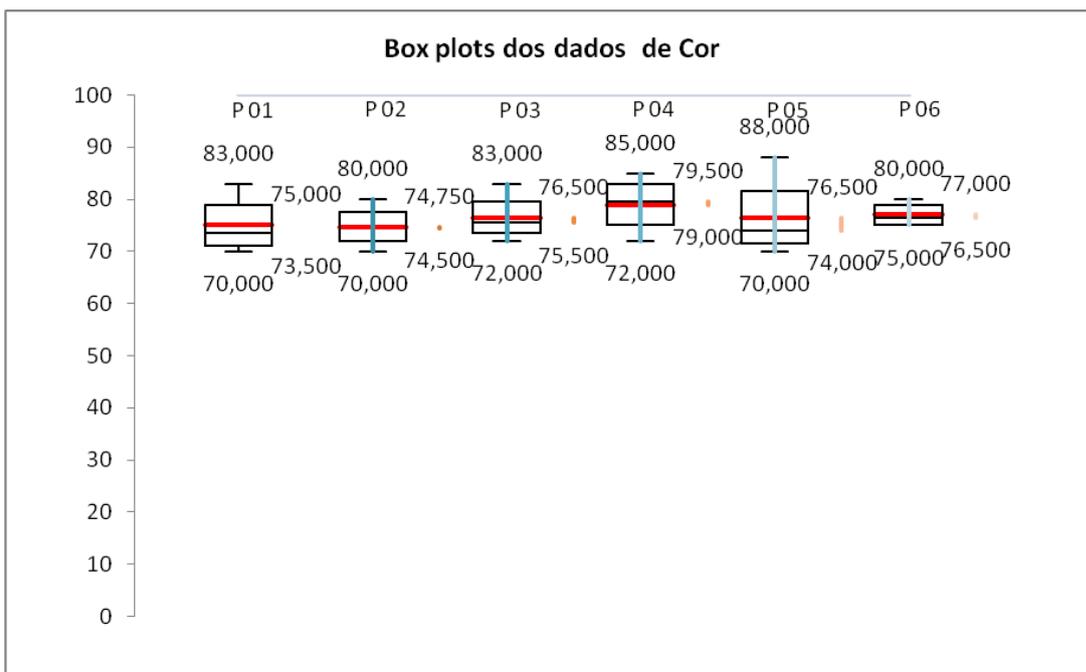


Gráfico 5 - Box plots dos dados de Cor (uC).

As variações da cor apresentam uma oscilação entre 70 e 88 mg Pt/L, sendo o valor mais elevado no ponto 05 e com um menor no ponto 02.

A Portaria 518 estabelece para a cor aparente valor máximo de 15 uC. A Resolução CONAMA 357 (2005) determina sobre o parâmetro cor verdadeira até 75 mg Pt/L. Desta forma, conclui-se que os pontos 01 e 02 do rio Pirarara classificam-se, dentro dos padrões estipulados pela Resolução CONAMA 357 (2005) na classe 1, 2 e 3 por apresentarem valores entre 75 mg Pt/L e 74,7 mg Pt/L, os demais pontos ultrapassaram este limite.

As menores médias observadas ocorreram no ponto 05 de 71,5 no período seco e a maior de 81,5 no mesmo ponto no período chuvoso, podendo indicar a associação da maior precipitação neste período com um intenso processo de lixiviação, consequentemente promovendo um aumento na entrada de partículas.

Libânio (2008) ressalta que, em regiões ricas em vegetação e menos erodíveis apresentam corpos d'água de cor naturalmente escura. A cor constitui-se em importante

indicador da concentração de matéria orgânica presente nas águas naturais, sendo que um dos fatores que influenciam o aumento da cor são as atividades antrópicas, lixiviação de vias urbanas e solos agricultáveis, elementos que podem estar relacionados aos pontos de coleta. No entanto, o autor ressalta ainda que, há também compostos inorgânicos capazes de possuir propriedades de gerar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em vários tipos de solo, como os presentes nos latossolos que, conforme Silva Filho (2009), são solos muito evoluídos, normalmente se apresentam em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas (EMBRAPA, 2006) possuem ação significativa de latolização, intensa intemperização de minerais primários, com concentração de óxidos, hidróxidos de ferro e alumínio, que segundo o condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo (SILVA FILHO, 2009; EMBRAPA, 2006).

5.1.3 – TURBIDEZ

As diferenças da variável turbidez nos pontos de coleta do rio Pirarara e suas médias apresentam-se na tabela 14 e no gráfico 6.

Tabela 14- Turbidez (UNT), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

TURBIDEZ	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	36,72	39,74	38,75	56,92	28,4	37,04	39,59
Fev/11	21,92	49,57	27,97	148,13	21,6	28,95	49,69
Abr/11	41,69	22,7	30,13	39,64	28,73	32,65	32,59
Jun/11	16,85	31,1	18,68	13,18	24,84	21,49	21,02
Estatística descritiva							
Média Aritmética	29,295	35,778	28,883	64,468	25,893	30,033	
Mediana	29,320	35,420	29,050	48,280	26,620	30,800	
Desvio Padrão	11,804	11,530	8,243	58,604	3,360	6,585	
Coeficiente de Variação	0,403	0,322	0,285	0,909	0,130	0,219	

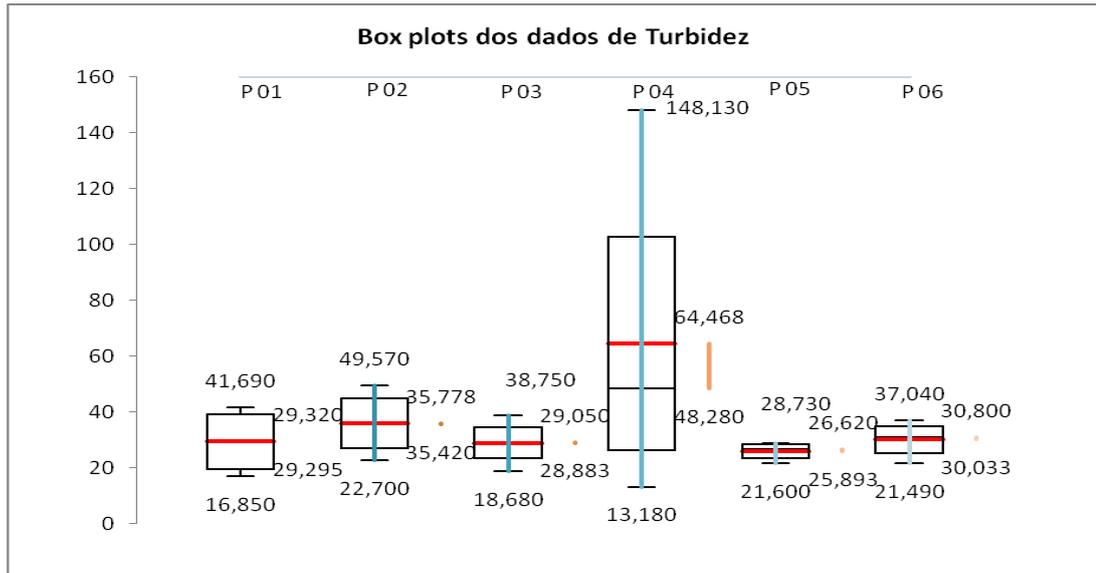


Gráfico 6 - - Box plots dos dados de Turbidez (UNT)

Nos períodos analisados os valores apresentados variaram entre 13,18 e 148,13 UNT. No entanto, as médias variaram de 25,89 UNT no ponto 05 a 64,46 UNT no ponto 04. Desta forma, observa-se uma flutuação da turbidez nos respectivos pontos, principalmente no ponto 04, alterando a média deste ponto.

Na Resolução CONAMA 357/05, para classe 1 a turbidez deve ser inferior a 40 UNT e para as classes 2, 3 e 4 o limite é de 100 UNT. No entanto, a OMS recomenda para fins de potabilidade o menor valor possível e que este não exceda de 5 UNT.

Durante o período chuvoso as concentrações variaram entre 21,6 a 148,13 UNT, durante o período de estiagem entre 13,18 e 41,69 UNT. Entretanto, as médias foram significativas durante os períodos de coleta, pois se apresentaram maiores no período chuvoso com 44,6 UNT e de 26,8 UNT no período seco.

As médias de precipitação mensal da estação Vista Alegre para os anos de 2010 e 2011 corroboram com a assertiva referente aos valores elevados de turbidez, pois no mês de fevereiro nos dois períodos, foi registrado o maior índice de chuvas, podendo ser observado na tabela 15.

Tabela 15- Precipitação pluviométrica média mensal em mm do município de Cacoal- 2010 e 2011

Mês/ Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2010	410,1	396,8	300,8	94,9	150,4	5,7	5,9	11,6	8,8	40,6	107,3	167,5	1807
2011	188,3	425,3	156,1	201,4	6,6	24,7	5,9	10,2	-	-	-	-	1018,5

Fonte: ANA – Banco de dados hidrometeorológicos – SNIRH - Estação Vista Alegre

No ponto 04, o pico de turbidez ocorreu no período chuvoso com média de 102,52 UNT, excedendo assim as classes permitidas. O índice mais elevado neste ponto ocorreu no mês de fevereiro, com valor de 148,13 UNT. Este acréscimo pode estar relacionado ao índice de precipitação, que contribui para a elevação da vazão do corpo hídrico neste período. Podendo ainda, ser justificado pelas atividades de terraplanagem e pelo processo de “limpeza” realizado às margens do rio, que promoveu a retirada do lixo, juntamente com a mata ciliar, deixando o solo exposto na área de influência do rio, conforme pode ser observado através da Foto 9. A foto (a) evidencia o ambiente onde ocorreu a retirada do lixo juntamente com a vegetação ripária, e na foto (b) a utilização de uma lona para a contenção da terra como forma de evitar o processo de lixiviação. Guerra e Marçal (2010) destacam que qualquer atividade humana que modifique a forma do terreno, induz à movimentação de materiais e pode alterar a quantidade e a qualidade das águas. Esta situação concorre para o assoreamento do rio e elevação nos índices das amostras.



Foto 9: Retirada da mata ciliar e terraplanagem próximo ao ponto 4.
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa - Fevereiro 2011.

A turbidez elevada pode estimular a proliferação de bactérias e gerar uma demanda significativa de cloro, podendo saturar os processos de tratamento, permitindo a contaminação de água tratada e dos sistemas de distribuição com patógenos entéricos (OMS, 2006).

5.1.4 – Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para este parâmetro as variações nos pontos de coleta do rio Pirarara e suas médias apresentam-se na tabela 16 e no gráfico 7.

As médias encontradas variaram entre 6,1 e 6,8 unidades de pH, apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos, enquadram-se como classe 1 na Resolução do CONAMA 357, que define um intervalo para o pH entre 6 e 9, Entretanto, para a Organização Mundial de Saúde (2006) não há nenhum valor de referência com efeitos à saúde do ser humano.

Tabela 16- Potencial hidrogeniônico (pH), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

pH	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	7,3	7,25	7,2	6,8	7	7,33	7,14
Fev/11	7,4	7,1	6,4	6,5	6,8	6,3	6,75
Abr/11	6,5	7,1	5	6	6	6,5	6,18
Jun/11	5,5	6	6	6,8	7,5	7	6,46

Estatística descritiva

Média Aritmética	6, 675	6, 863	6, 150	6, 525	6, 825	6, 783
Mediana	6, 900	7, 100	6, 200	6, 650	6, 900	6, 750
Desvio Padrão	0, 881	0, 579	0, 915	0, 377	0, 624	0, 469
Coefficiente de Variação	0, 132	0, 084	0, 149	0, 058	0, 091	0, 069

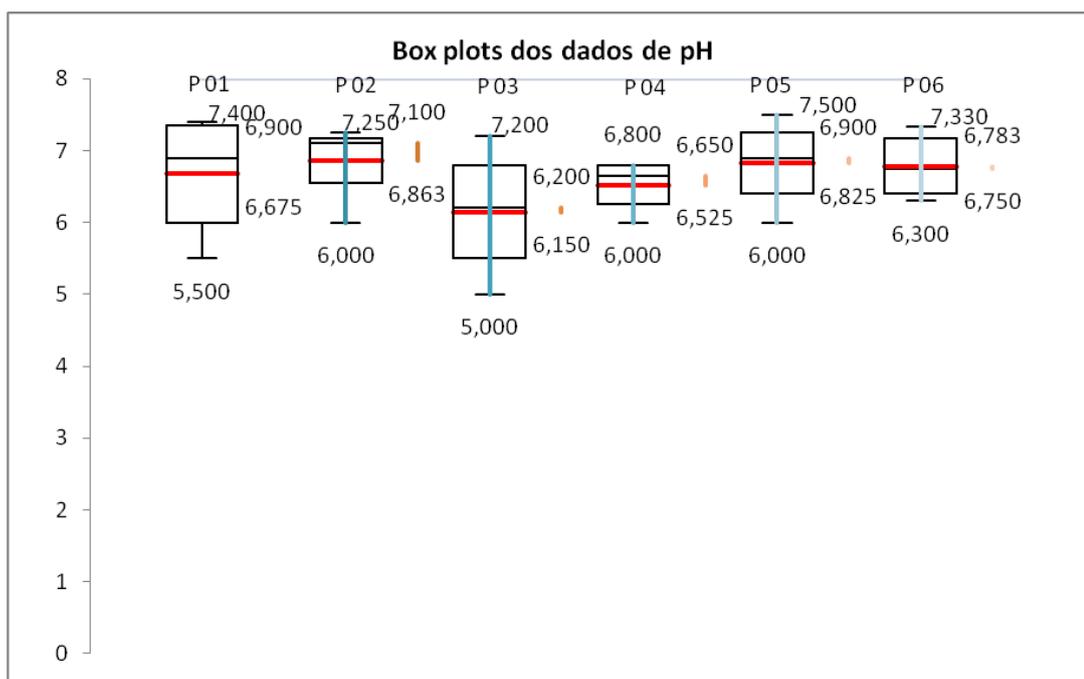


Gráfico 7 - Box plots dos dados de Potencial Hidrogeniônico (pH).

Durante o período chuvoso, o pH variou entre 6,6 no ponto 04 e 7,3 no ponto 01 e durante o período seco, as médias dos pontos oscilaram entre 5,5 no ponto 03 e 6,7 nos pontos 05 e 06. As médias foram significativas durante os períodos de coleta e se apresentaram maiores no período chuvoso com 6,9 e de 6,3 para o período seco. Desta forma, conclui-se que apenas no ponto 03 o pH esteve abaixo do limite permitido, caracterizando uma água ácida, pelo depósito de matéria orgânica determinando um pH inferior a 6. Entretanto, nos demais pontos em nenhum dos períodos o valor do pH se manteve fora do limite da legislação.

Todeschini (2004) ressalta que o aporte direto de ácidos fúvicos e húmicos originados da decomposição da vegetação marginal, as margens do rio que estão sendo constantemente erodidas, mesmo que por processos naturais, por atividades climáticas – pluviosidade e pela ação antrópica, podem alterar o pH. Entretanto, o lançamento de efluentes nos corpos hídricos através da transformação microbiana da matéria orgânica, também contribuem para a modificação do pH (IAP, 2005).

Pereira (2010) objetivando avaliar a qualidade da água no rio Pimenta Bueno, obteve valores entre (6-9) conforme a CONAMA 357 (2005). A média do pH encontrado no rio Pimenta Bueno no período amostrado foi de 6,8 e 6,9.

5.1.5 - OXIGÊNIO DISSOLVIDO

As concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD) e sua respectiva média encontram-se ilustradas na tabela 17 e no gráfico 8.

Tabela 17- Oxigênio Dissolvido (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

OD	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	8	7,1	2,9	6,9	1,2	2,8	4,81
Fev/11	9,7	5,4	2,4	7,3	7,4	2,7	5,81
Abr/11	2,1	4,3	7,4	6,8	2,3	2,6	4,25
Jun/11	10,4	2,9	5,7	5,2	4,1	3,1	5,23

Estatística Descritiva

Média Aritmética	7,550	4,925	4,600	6,550	3,750	2,800
Mediana	8,850	4,850	4,300	6,850	3,200	2,750
Desvio Padrão	3,770	1,775	2,365	0,926	2,711	0,216
Coeficiente de Variação	0,499	0,360	0,514	0,141	0,723	0,077

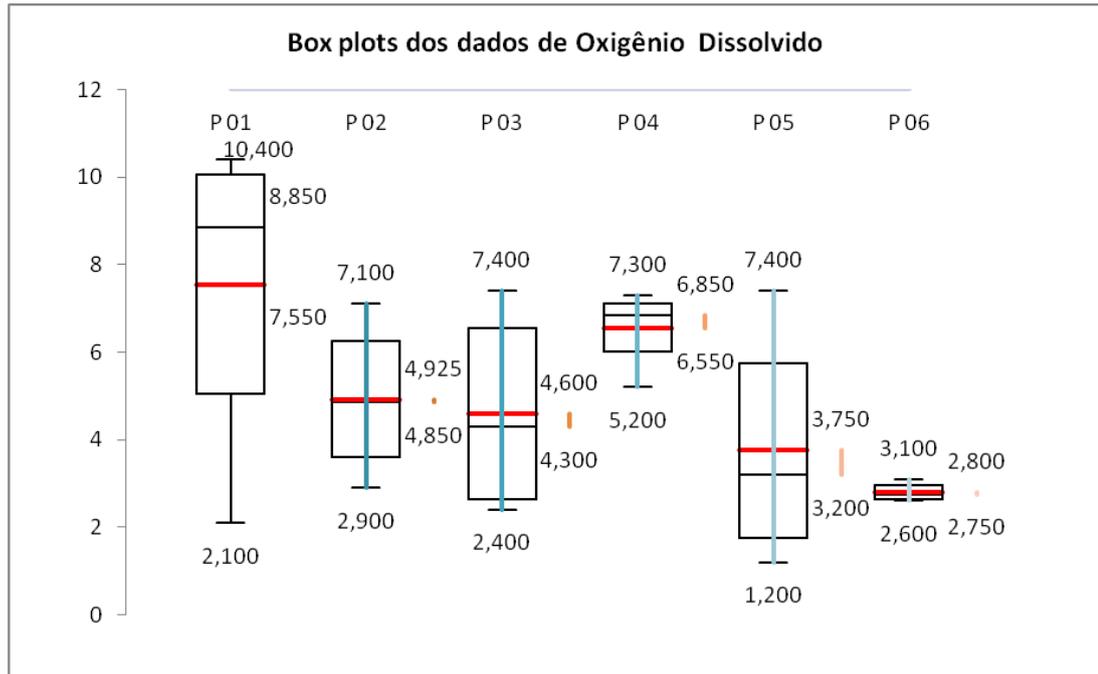


Gráfico 8 - Box plots dos dados de Oxigênio Dissolvido (mg/L).

As concentrações médias ao longo dos pontos do rio Pirarara apresentaram variações, sendo a mínima observada no ponto 06 com a média de 2,8 mg/L e máxima no ponto 01 com a média de 7,5 mg/L. Entretanto, o ponto 2, 3, 5 e 6 apresentou baixa quantidade de OD.

O alto desvio padrão e o C.V. dos índices são considerados indicativos da grande variação numérica dos atributos. Em todos os pontos o coeficiente de variação do oxigênio dissolvido apresentou diferenças que se apresentaram entre 0,1% a 0,7%, caracterizando as diferenças nos ambiente analisados

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece o valor mínimo de 5 mg/L para a qualidade da água de classe 1, e para classe 2, o valor em qualquer amostra não inferior a 6 mg/L e não inferior a 4 mg/L para classe 3, e superior a 2,0 mg/L em águas de enquadramento na classe 4. Observa-se que das 24 análises realizadas 58,33% das amostras infringiram o limite das classes 1 e 2, podendo ser classificadas conforme classe 3. Nas médias observadas, o ponto 01 e 04 classificados como classe 1 e 2; os pontos 02 e 03 na classe 3 e o ponto 05 e 06 enquadram se na classe 4 da CONAMA (2005).

As médias de Oxigênio Dissolvido se apresentaram mais elevadas no período chuvoso. A média do período chuvoso foi de 5,31 mg/L, já no período seco, a média foi de 4,74 mg/L. Porém o ponto 01 apresentou-se com o melhor índice de oxigênio dissolvido do período chuvoso com média de 8,85 mg/L, que reflete a influência da vegetação neste ponto e uma boa

qualidade do ambiente aquático durante o período analisado. Entretanto, o ponto 06 apresentou os menores valores, refletindo a poluição através do lançamento de esgoto doméstico (foto 10).



Foto 10- Lançamento de esgoto diretamente no rio.
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa - abril/2011.

O Oxigênio Dissolvido pode ser uma indicação de poluição através da concentração de sólidos e de matéria orgânica presente na água (VON SPERLING, 2007). Nos pontos em que as análises apresentaram resultados inferiores a 5mg/L estão relacionados à influência de lançamentos de esgoto doméstico e resíduos industriais.

5.1.6 – DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

As médias obtidas para a Demanda Química de Oxigênio (DQO) ao longo do rio Pirarara encontram-se ilustradas na tabela 18 e no gráfico 9.

Tabela 18 - Demanda Química de Oxigênio (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

DQO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	142	17	13	22	147	16	59,5
Fev/11	17	23	28	81	80	77	51
Abr/11	80	80	85	23,6	77	76	70,26
Jun/11	21	80	89	88	61	48	64,5

Estatística Descritiva

Média Aritmética	65,000	50,000	53,750	53,650	91,250	54,250
Mediana	50,500	51,500	56,500	52,300	78,500	62,000
Desvio Padrão	58,861	34,728	38,913	35,743	38,091	28,826
Coefficiente de Variação	0,906	0,695	0,724	0,666	0,417	0,531

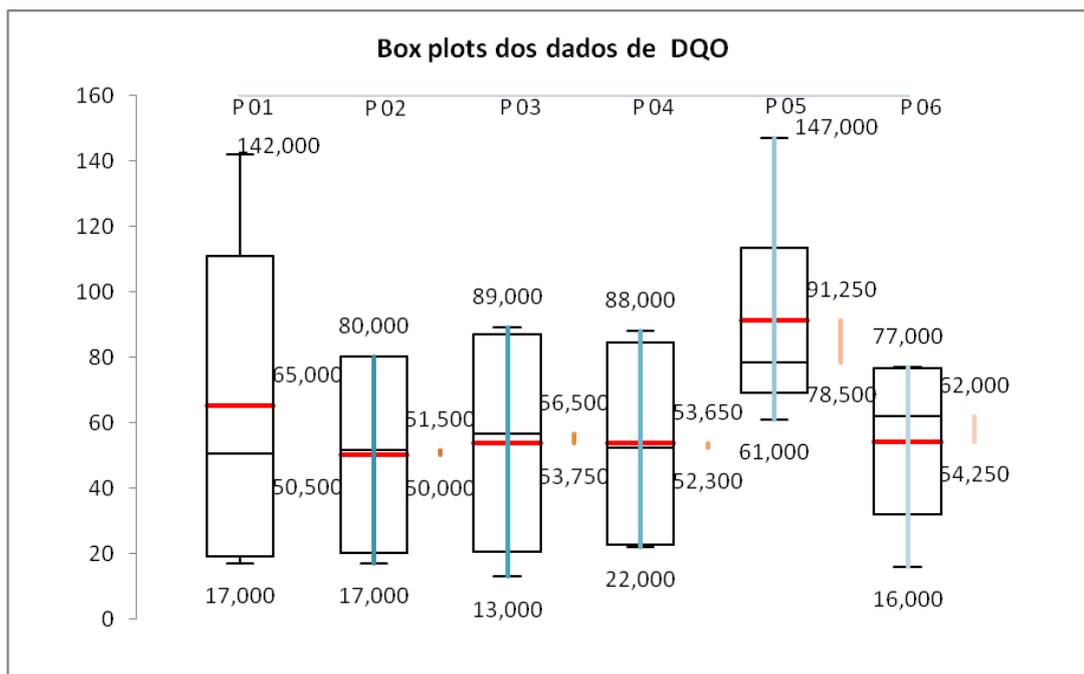


Figura 9 - Box plots dos dados de Demanda Química de Oxigênio(mg/L)

A DQO média variou de 50,0 mg/L a 91,25 mg/L, sendo o maior valor encontrado de 147 mg/L no ponto 05 e o menor valor encontrado foi de 16 mg/L no ponto 06. A Resolução 357/2005 não estabelece critérios para a Demanda Química de Oxigênio nos corpos d'água.

Durante o período chuvoso as médias estiveram entre 20 mg/L e 113,5 mg/L e durante o período seco, de 50,5 mg/L a 87 mg/L, apresentando a média mais elevada no ponto 05 no período chuvoso, devido ao recebimento de carga orgânica que contamina a qualidade do corpo hídrico.

Poleto (2003) objetivando avaliar a qualidade da água na bacia do córrego Ipê, em São Paulo, verificou que o valor da demanda química de oxigênio oscilou de 1mg/L a 157mg/L, corroborando com os dados obtidos no rio Pirarara. No entanto, Martins (2009) obteve para a demanda química de oxigênio na bacia do rio Candeias uma variação de 2,6 a 9,3mg/L. Ressaltando ainda que, tais variações estão relacionadas às características do rio e das

atividades antrópicas através de águas residuárias dos domicílios próximos ao curso d'água. A urbanização e a atividade industrial do município de Candeias influenciaram nos teores de DQO observados.

5.1.7- NITRATO

As variações das concentrações de nitrato podem ser observadas na tabela 19 e no gráfico 10.

Os valores encontrados do parâmetro nitrato nos pontos analisados variaram entre 4,5 mg/L e 24,5 mg/L, a média de nitrato variou de 7,07 mg/L no ponto 03 a 13,62 mg/L no ponto 06.

Tabela 19- Nitrato (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

NITRATO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	8,3	8,6	8,2	12,4	9,6	12	9,85
Fev/11	4,7	9,7	6,5	20,9	23,8	24,5	15,01
Abr/11	12	4,5	7,2	9,7	8,1	8,3	8,3
Jun/11	5,1	6,8	6,4	5,4	9,7	9,7	6,6

Estatística Descritiva

Média Aritmética	7,525	7,400	7,075	12,100	11,925	13,625
Mediana	6,700	7,700	6,850	11,050	8,850	10,850
Desvio Padrão	3,391	2,273	0,830	6,537	8,038	7,409
Coefficiente de Variação	0,451	0,307	0,117	0,540	0,674	0,544

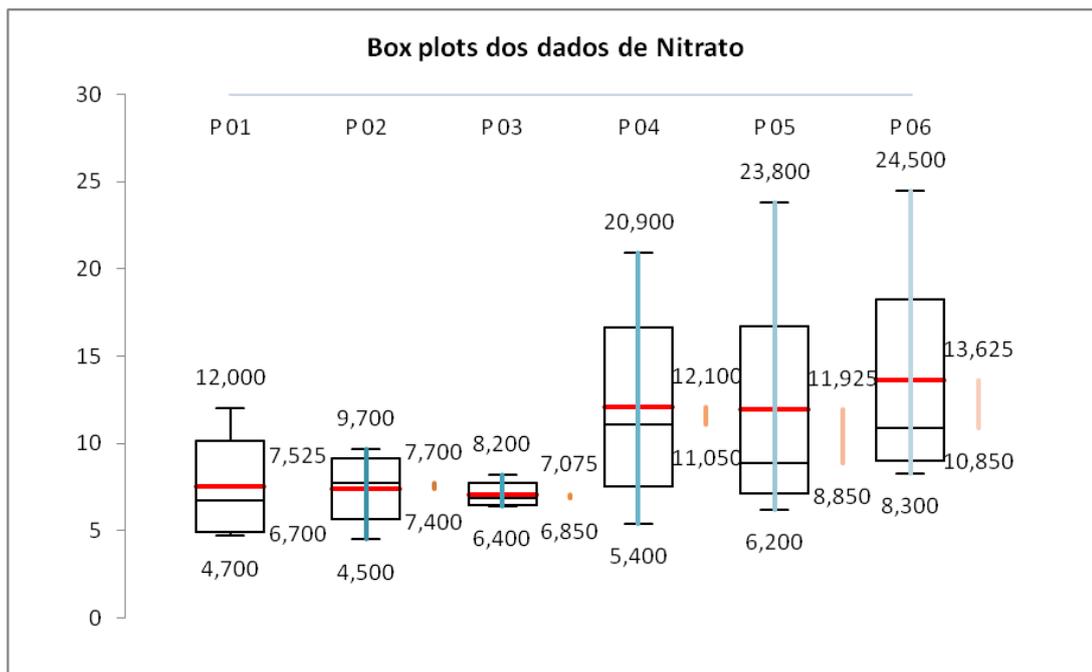


Figura10 - Box plots dos dados de Nitrato (mg/L).

Durante o período chuvoso, as médias estiveram entre 6,5 mg/L e 18,2 mg/L, apresentando a média mais elevada no ponto 06. Já durante o período seco, as médias oscilaram entre 5,6 mg/L a 9,0 mg/l. Para Pereira (2010), a concentração de Nitrato pode ser alterada conforme a sazonalidade, uma vez que, no período chuvoso, ocorre maior carreamento de material orgânico para os cursos d'água.

A Resolução 357/2005 CONAMA (BRASIL, 2005), estabelece o valor de 10,0 mg/L para as classes 1, 2 e 3 de nitrato nos corpos d'água. No entanto, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) ressalta que valores acima de 3mg/L indicam uma contaminação por atividades antropogênicas.

Os altos valores de nitrato obtidos nas análises demonstram um aumento significativo nos pontos de ambiente urbanizado, extrapolando o permitido na legislação, o qual pode ser justificado pela disposição de lixo, conforme foto 11. Principalmente no período chuvoso quando estes são carreados para o leito do curso d'água através do escoamento superficial. Para (NIEWEGLOWSKI, 2006), o aumento do uso de fertilizantes artificiais, o acondicionamento de lixo e mudanças no uso do solo para pastagens são os principais fatores responsáveis por um progressivo aumento nos níveis de nitrato na água.



Figura 11: Disposição inadequada do lixo no ponto 06 do rio Pirarara
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa – abril/2011.

Fonseca (2006) objetivando analisar a qualidade de água do Rio Teles Pires encontrou valores que variaram entre 0,03 mg/L e 3,07 mg/L, no entanto, ressalta que as maiores concentrações de nitrato têm seu uso relacionado à pecuária, o que pode ter influenciado pelo despejo dos dejetos de animais no solo e conseqüentemente o carreamento para o curso d'água. Segundo Pereira (2010), no monitoramento de qualidade da água do rio Pimenta Bueno a concentração de Nitrato apresentou valores entre 3,35 mg/L a 10,70 mg/L. Afirmou ainda que este parâmetro contribui para elevar o índice do IQA da área de estudo.

5.1.8- NITRITO

Os valores médios da concentração de nitrito apresentam-se ilustrada na tabela 20 e no gráfico 11.

A maior concentração média de nitrito encontrada foi no ponto 01 com 3,5 mg/L e menor no ponto 05 de 0,33 mg/L. Os valores das concentrações nos pontos variaram entre 0,25 mg/L e 8,2 mg/L durante os períodos analisados.

Tabela 20- Nitrito (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

NITRITO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	0,42	0,35	0,28	0,54	0,29	0,34	0,37
Fev/11	0,28	0,37	0,28	12	0,39	0,25	2,26
Abr/11	8,2	0,26	0,41	0,48	0,39	0,42	1,69
Jun/11	5,1	6,8	6,4	0,28	0,27	8,1	4,49

Estatística Descritiva

Média Aritmética	3,500	1,945	1,843	3,325	0,335	2,278
Mediana	2,760	0,360	0,345	0,510	0,340	0,380
Desvio Padrão	3,852	3,237	3,039	5,784	0,064	3,882
Coefficiente de Variação	1,100	1,664	1,649	1,740	0,191	1,705

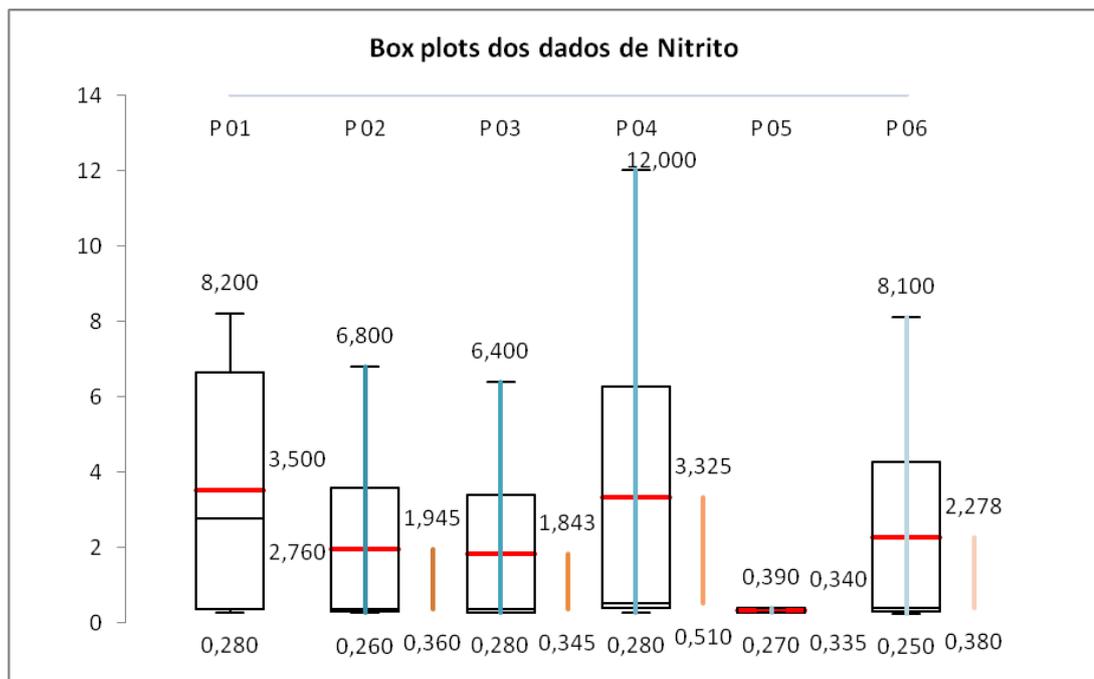


Figura 11 - Box plots dos dados de Nitrito (mg/L).

Durante o período chuvoso, as médias estiveram entre 0,28 mg/L e 6,27 mg/L e durante o período seco, 0,33mg/L a 6,65 mg/L. apresentando a média mais elevada no período chuvoso. O nitrito surge na fase intermediária natural na oxidação microbiana do nitrato. Geralmente, o nitrito formado é imediatamente oxidado para a forma de nitrato (IAP, 2005).

A Resolução 357/2005 do CONAMA estabelece o limite de 1,0 mg/L, não obstante, o que se observou foi a ocorrência deste composto em todos os períodos, e apenas no ponto 05 as médias se apresentaram dentro do limite da legislação, já nos demais pontos analisados no rio

Pirarara encontram-se acima do valor estabelecido. Caracterizando a presença de processos biológicos ativos, influenciados por poluição orgânica.

5.1.9 – FÓSFORO

As concentrações de fósforo apresentaram variações e podem ser visualizadas na tabela 21 e no gráfico 12.

A média variou de 0,8 mg/L no ponto 05 a 2,6 mg/L no ponto 02, apresentando os maiores valores em ambiente rural, que pode ser justificado pela ação humana, como a utilização de insumos na agricultura, criação de animais nas áreas de pastagem (fontes não pontuais de poluição) e por meio dos lançamentos de efluentes domésticos (fontes pontuais). O fósforo é carregado pelo escoamento superficial para o interior dos corpos d'água (LIBÂNIO, 2005).

Tabela 21- Fósforo (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

FÓSFORO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	2,03	0,73	2,62	1,18	0,24	0,42	1,2
Fev/11	1,81	4,8	2,34	2,15	1,28	2,75	2,52
Abr/11	2,76	4,15	1,67	1,31	0,43	0,85	1,86
Jun/11	0,65	0,75	0,57	2,19	1,42	1,78	1,22

Estatística Descritiva

Média Aritmética	1, 813	2, 608	1, 800	1, 708	0, 843	1, 450
Mediana	1, 920	2, 450	2, 005	1, 730	0, 855	1, 315
Desvio Padrão	0, 875	2, 173	0, 912	0, 537	0, 594	1, 036
Coeficiente de Variação	0, 483	0, 833	0, 507	0, 314	0, 705	0, 714

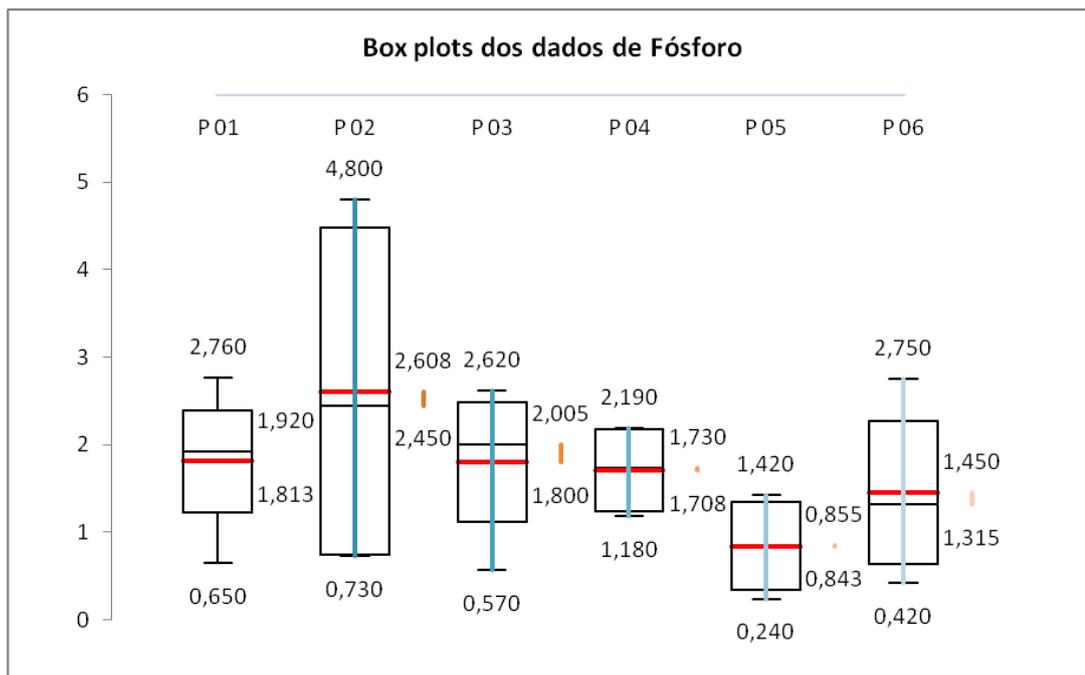


Gráfico 12 - Box plots dos dados de Fósforo (mg/L).

Durante o período chuvoso, as médias estiveram entre 0,76 mg/L e 2,76 mg/L e durante o período seco, 0,92 mg/L a 2,45 mg/L. O ponto 02 apresentou a média mais elevada nos períodos chuvoso e seco, fato que contribuiu para elevação da média. Neste ponto a concentração de fósforo está associada às atividades agrícola e também pecuária, uma vez que a utilização de defensivos agrícolas pode influenciar a concentração de fósforo.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece diferentes valores, variando conforme suas classes, sendo na classe 1 e 2 o valor de fósforo total de 0,1 mg/L. Na classe 3 e 4 o valor de 0,15 mg/L. Portanto, observa-se que todos os pontos violaram o limite estabelecido em qualquer uma das classes da Resolução 357/05, evidenciando o nível elevado das atividades antropogênicas e descarga de fósforo que são lixiviadas para o leito do rio Pirarara.

Martins (2009) ao estudar a concentração de Fósforo nas águas do rio Candeias encontrou valores inferiores aos estabelecidos na legislação. No entanto, Leite (2004) encontrou uma maior concentração de fósforo na bacia do rio Ji-Paraná no período de maior vazão do rio obteve valores de 1,0 mg/L a 1,5 mg/L. Fonseca (2006) em estudo da qualidade da água na bacia do rio Teles Pires no Estado do Mato Grosso, encontrou valores de fósforo total também acima dos limites estabelecidos na legislação, justificados em função do uso e ocupação da terra na área de influência da bacia.

Pereira (2010) analisando as concentrações de fósforo no rio Pimenta Bueno, afirma que mesmo nos ambientes com presença de vegetação os valores se apresentaram elevados.

Afirma ainda que, há relação entre o índice de chuva e qualidade da água, e mesmo com a existência de mata ciliar os poluentes são arrastados para o leito do rio. Os valores observados no rio Pimenta Bueno variaram de 1,6 mg/L a 4 mg/L.

5.1.10 – FERRO

Em relação às concentrações de ferro nos pontos do rio Pirarara e suas respectivas médias encontram-se ilustradas na tabela 22 e no gráfico 13.

As médias nos pontos de coleta variaram de 1,6 mg/L a 2,1 mg/L, tendo as menores concentrações no ponto 01 e as maiores no ponto 04. Suas variações podem estar relacionadas ao tipo de solo e ao material rochoso que apresentam concentrações de ferro e alumínio existentes nas áreas próximas do ponto 01, enquanto nos demais é caracterizada pela ação antrópica.

Tabela 22- Ferro (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

FERRO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	2,1	2,2	2,1	2,12	2,41	2,35	2,21
Fev/11	1,9	1,8	2,37	3,12	1,5	1,95	2,1
Abr/11	1,43	1,78	1,44	2,25	1,59	1,42	1,65
Jun/11	1,29	2,29	2,34	1,25	2,31	2,3	1,96

Estatística Descritiva

Média Aritmética	1,680	2,018	2,063	2,185	1,953	2,005
Mediana	1,665	2,000	2,220	2,185	1,950	2,125
Desvio Padrão	0,383	0,265	0,432	0,765	0,474	0,429
Coeficiente de Variação	0,228	0,132	0,210	0,350	0,243	0,214

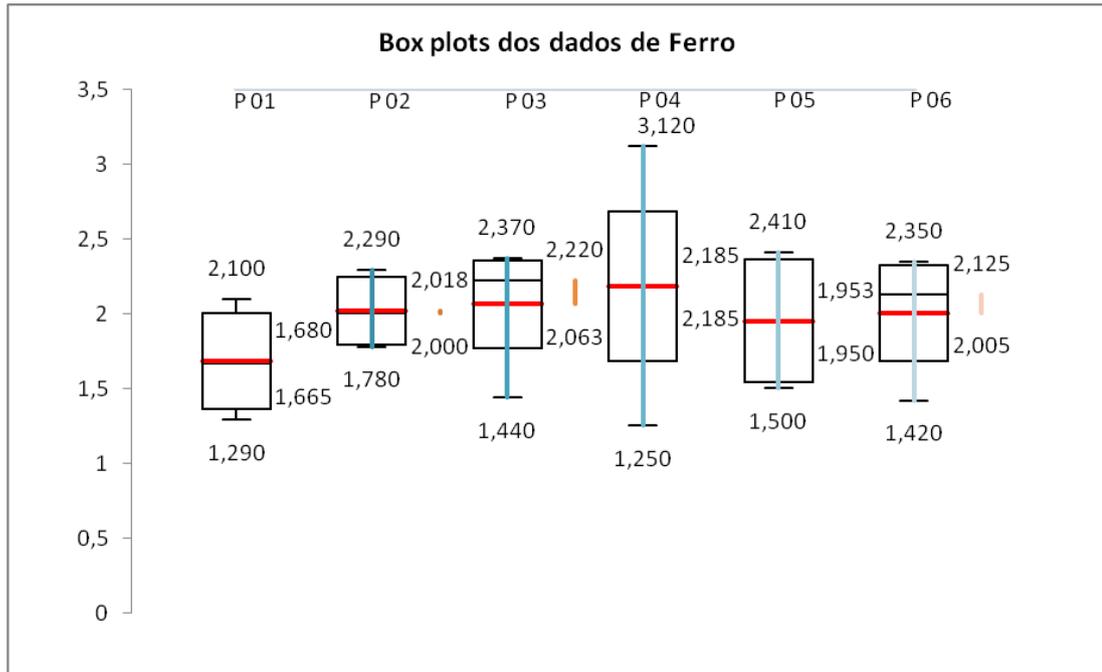


Gráfico 13 - Box plots dos dados de Ferro (mg/L).

Na caracterização da sazonalidade, os teores de ferro no período chuvoso apresentaram valores elevados, oscilando de 1,8 mg/L a 3,12 mg/L e no período seco de 1,25 mg/L a 2,34 mg/L. Em todas as análises foi expressiva a influência da sazonalidade, com destaque o ponto 04 que apresentou valores maiores em dezembro e fevereiro, período em que se evidencia na região, alto índice pluviométrico. Os valores elevados podem ser justificados pelos resíduos de construção civil, ao lançamento de efluentes, lavadores de carro, metalúrgicas, presentes a jusante deste ponto, e ao processo de erosão nas margens que promove o carreamento de terra para o leito do rio.

A resolução 357/05 do CONAMA não estabelece limite de ferro total, apenas para ferro dissolvido em rios de classe 1 até 0,3 mg/L e para a classe 3 o limite é de 5,0 mg/L. No entanto, a Portaria 518 (OMS, 2006), estabelece concentrações máxima de ferro total de 0,3 mg/L, este mesmo valor também é adotado pelo padrão americano e canadense (LIBÂNIO, 2008), afirma que os valores máximos permitidos tem como base os critérios organolépticos, ou seja, que conferem gosto ou odor na água, não sendo considerados tóxicos nessas concentrações. O elemento ferro está presente no solo e na água de forma natural, entretanto, fontes antrópicas como as indústrias, esgotos domésticos, fertilizantes agrícolas e atividade de mineração podem elevar o nível de concentração (RIBEIRO, 2010).

No estudo de avaliação da qualidade da água do rio São Francisco, Ribeiro (2010) observou que, os resultados de todas as análises da concentração de ferro apresentaram valores

elevados na estação chuvosa, caracterizando uma significativa influência da sazonalidade. Afirma ainda que as contaminações encontradas possam estar relacionadas com as características naturais da área de estudo e da interferência antropogênica.

5.1.11 – CROMO

As concentrações de cromo nos pontos de coleta e suas médias encontram-se demonstradas na tabela 23 e no gráfico 14.

O cromo e seus compostos atingem as águas especialmente por meio dos lançamentos de efluentes industriais (IAP, 2005). Nos pontos amostrados as variações médias de cromo apresentaram-se menor no ponto 04 com 0,13 mg/L e a maior no ponto 06 com 0,37 mg/L.

Tabela 23- Cromo (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

CROMO	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	0,52	0,58	0,62	0,12	0,08	0,64	0,42
Fev/11	0,06	0,12	0,08	0,2	0,9	0,7	0,34
Abr/11	0,08	0,05	0,08	0,13	0,1	0,07	0,08
Jun/11	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07

Estatística descritiva

Média Aritmética	0,183	0,208	0,213	0,133	0,288	0,370
Media geométrica	0,115	0,129	0,129	0,126	0,150	0,216
Mediana	0,075	0,100	0,080	0,125	0,090	0,355
Mínimo	0,060	0,050	0,070	0,080	0,070	0,070
Máximo	0,520	0,580	0,620	0,200	0,900	0,700
Desvio Padrão	0,225	0,250	0,272	0,050	0,409	0,347
Coeficiente de Variação	1,234	1,205	1,279	0,377	1,421	0,939

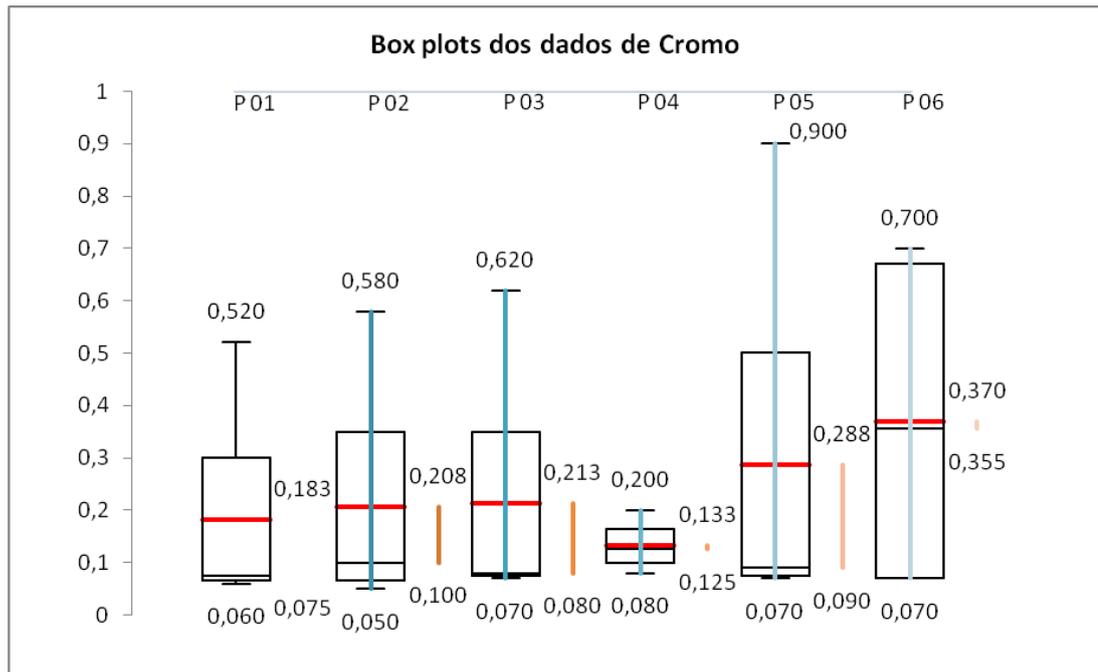


Gráfico 14 - Box plots dos dados de Cromo (mg/L).

No período chuvoso, os níveis da concentração de cromo nos pontos de coleta se apresentaram com média de 0,26, as variações do cromo foram de 0,06 mg/L no ponto 01 e 0,64 mg/L no ponto 06, tendo média menor no ponto 01 e a maior no ponto 06. No entanto, observa-se que os fatores antropogênicos associados ao índice de precipitação contribuíram para a elevação das médias neste período. Já no período seco os valores oscilaram durante as coletas apresentando média de 0,06 mg/L no ponto 02 e 0,10 no ponto 04.

A Resolução CONAMA 357/2005, determina o limite de até 0,05 mg/L de cromo para as classes de uso de águas doces. Entretanto, observa-se que todos os pontos do rio Pirarara apresentaram valores superiores ao estabelecido na legislação. Desta forma, as concentrações de cromo presentes nos pontos podem ser justificadas no espaço rural pelo uso de fertilizantes na agricultura à montante dos pontos analisados; e no espaço urbano, o aumento das construções de casas, o depósito de lixo inadequado associados com a precipitação os resíduos são carreados para o leito do rio.

Ribeiro (2010) afirma que o cromo hexavalente é dificilmente encontrado na forma dissolvido, pois são reduzidos pelos óxidos de Fe (Fe^{2+} - Fe^{3+}) e sulfetos dissolvidos. A autora enfatiza ainda que, nas análises da concentração de cromo realizada do rio São Francisco foram apresentados níveis de contaminação na estação chuvosa e na estação seca, os maiores índices ocorreram no período chuvoso.

Para CETESB (2004), locais com altos teores de cromo total, são regiões que por muito tempo foram utilizadas para a disposição de resíduos no solo, provenientes do lixo urbano e industrial, incineração de lixo, cinzas de carvão e fertilizantes. Ressalta ainda que as emissões liberadas pelas atividades da construção civil das quais os resíduos oriundos do cimento, soldagem de ligas metálicas e fundições são favoráveis para a elevação das concentrações de cromo total.

5.1.12 – COBRE

A análise da concentração de cobre presente na água do rio Pirarara pode ser observada na tabela 24 e no gráfico 15.

As médias revelam que neste parâmetro os valores estiveram entre a faixa de 0,85 mg/L e 0,52 mg/L, sendo o menor apresentado no ponto 01 e a maior no ponto 04.

Tabela 24- Cobre (mg/L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

COBRE	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	0,48	0,68	0,65	0,88	0,58	0,66	0,65
Fev/11	0,65	0,63	0,65	1,54	0,62	0,63	0,78
Abr/11	0,56	0,47	0,52	0,55	0,57	0,45	0,52
Jun/11	0,42	0,82	0,55	0,44	0,6	0,69	0,59
Estatística descritiva							
Média Aritmética	0, 528	0, 650	0, 593	0, 853	0, 593	0, 608	
Mediana	0, 520	0, 655	0, 600	0, 715	0, 590	0, 645	
Desvio Padrão	0, 100	0, 144	0, 068	0, 495	0, 022	0, 108	
Coeficiente de Variação	0, 189	0, 222	0, 114	0, 581	0, 037	0, 177	

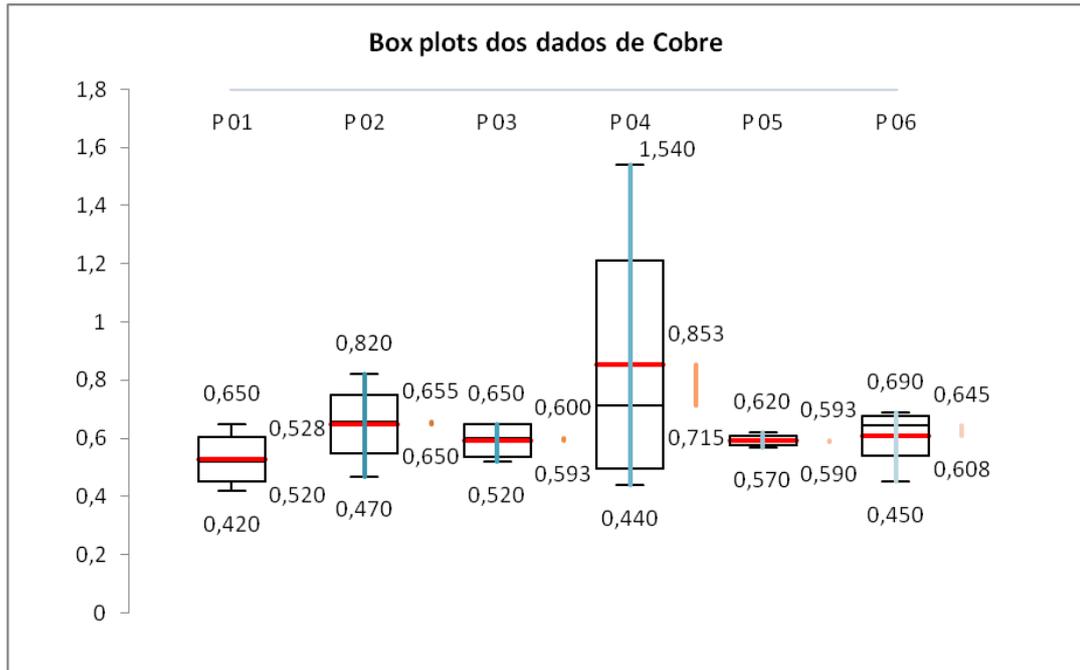


Gráfico 15 - Box plots dos dados de Cobre (mg/L).

As diferenças entre o período seco e chuvoso foram bastante significativas apresentando valores de 0,49 mg/L no período seco e 1,21 mg/L no período chuvoso. As maiores concentrações de cobre observadas foi de 1,54 mg/L no ponto 04 no mês de fevereiro. O valor elevado de cobre presente na água pode estar associado à presença de esgoto e a utilização de insumos na área agrícola que são lixiviadas para o corpo hídrico.

A Resolução CONAMA 357/2005, fixa o nível permitido de 0,009 mg/L de cobre dissolvido para os rios de classe 1 e 2 e para a classe 3 é de 0,013 mg/L. Logo, observa-se que em todos os pontos do rio Pirarara violou-se o limite estabelecido em qualquer uma das classes da Resolução 357/05, evidenciando o processo de antropização do ambiente no espaço rural e urbano.

No meio ambiente, as fontes de cobre abrangem o escoamento superficial, efluentes de tratamento de esgotos, corrosão de tubulações e por usos agrícolas de fungicidas e pesticidas e de fontes industriais (PHILIPPI, 2004).

Ribeiro (2010), analisando as concentrações de cobre no Rio São Francisco observou que não houve diferenças significativas durante o período seco e chuvoso. Já Farias (2006) observou concentrações de cobre no rio Cabelo inferiores ao limite estabelecido na legislação.

5.1.13 – COLIFORMES FECAIS

As variações e os valores médios de coliformes fecais nos diferentes pontos do rio Pirarara ao longo do período de análise são apresentados na tabela 25 e no gráfico 16.

Tabela 25 - Coliformes Fecais (NMP/100 ml), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

COLIFORMES FECAIS	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	960	1500	1980	2740	2580	2860	2103
Fev/11	980	2120	2540	2880	2980	3120	2437
Abr/11	920	1680	1960	2660	2140	2460	1970
Jun/11	780	1500	1080	1140	1980	2340	1470

Estatística descritiva

Média Aritmética	910,000	1700,000	1890,000	2355,000	2420,000	2695,000
Mediana	940,000	1590,000	1970,000	2700,000	2360,000	2660,000
Desvio Padrão	90,185	292,575	603,214	815,087	451,368	360,139
Coeficiente de Variação	0,099	0,172	0,319	0,346	0,187	0,134

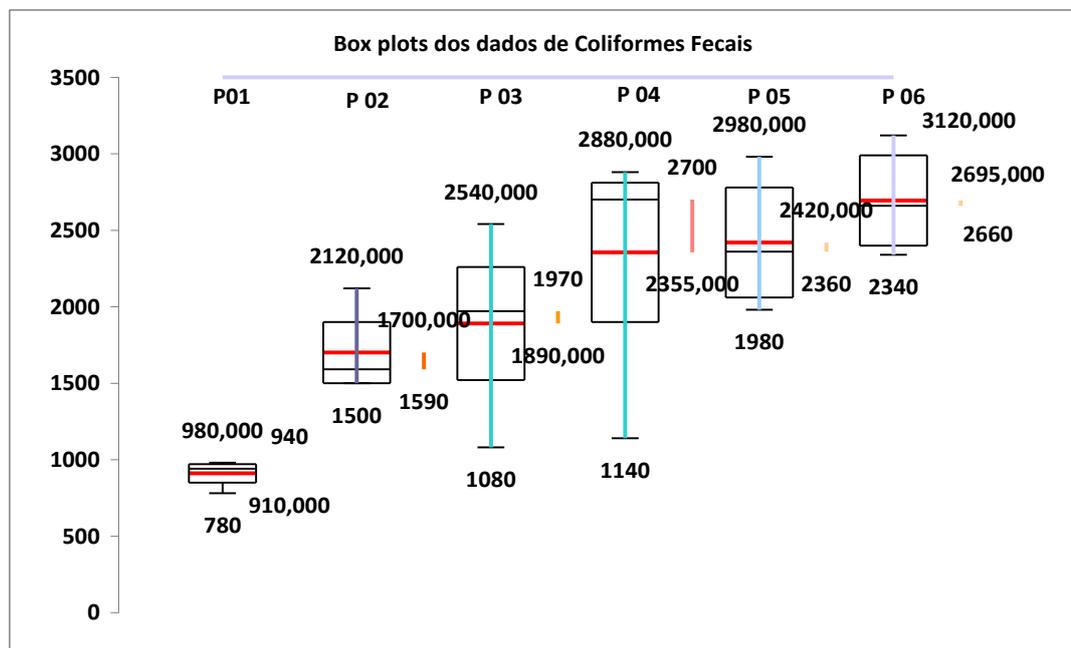


Gráfico 16 - Box plots dos dados de Coliformes Fecais (NMP/100ml).

O ponto 01 apresentou a menor média de 910 NMP/100 ml, e o ponto 06 a mais elevada de 2695 NMP/L, no entanto, a amostra do período chuvoso no mês de fevereiro no ponto 06 apresentou o maior valor observado de 3120 NMP/100 ml. As concentrações de coliformes fecais observadas indicam que houve contaminação fecal mais acentuada na entrada do curso

d'água para o espaço urbano. O índice elevado se justifica pela presença de criatório de animais como bovinos, equinos e suínos nos locais próximos ao curso d'água e o uso da água do rio para a dessedentação dos animais, conforme foto 12.



Foto 12: Ambiente utilizado na dessedentação de animais próximo ao ponto 3.
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa – abril 2011

No entanto, no ambiente urbano as médias foram superiores a do ambiente rural. Nas proximidades do ponto de coleta a ocupação irregular e a falta de saneamento (foto 13), são fatores que contribuem na qualidade da água, pois durante o escoamento os despejos de esgotos são carregados para dentro do rio.

Martins (2009) estudando a qualidade da água na bacia do rio Candeias encontrou valores médios que oscilaram entre 100 a 3.100 UFC/100 ml. Os maiores valores observados se destacaram em locais de intensa ação antrópica, sob influência urbana e industrial e de atividade de pecuária, onde os tipos de uso e ocupação possuem forte interferência para o aumento do número mais provável de Coliformes fecais presentes.



Figura 13: Ocupação irregular na área urbana as margens do rio Pirarara
 Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa – abril 2011

A Resolução CONAMA 357 (2005) refere-se ao grupo dos coliformes termotolerantes e estabelece padrões para esta variável, não devendo, pois exceder o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros.

Os limites conforme usos preponderantes das águas doces admitidos na legislação pode ser observada na tabela 26 a seguir.

Tabela 26 – Quantidade de coliformes termotolerantes admitidos para classe de uso.

Classe 1	200
Classe 2	1000
Classe 3 e 4	1000 para dessedentação de animais
	2500 para balneabilidade
	4000 para os demais usos

Fonte: CONAMA 357/2005

A Lei n° 547 (RONDÔNIA, 1993) estabelece valores diferenciados conforme os usos preponderantes, a qual considera para a classe 1 o limite é de 200 coliformes para águas que são utilizadas na irrigação de frutas e hortaliças que são consumidas cruas; classe 2 1000 NMP/100 ml em ambientes de contato primário e dessedentação de animais; e classe 3 sendo permitido até 4000 NMP/100 ml que são destinadas para demais usos. Desta forma, conclui-se que nos pontos amostrados do rio Pirarara as médias dos pontos 02, 03, 04, 05 e 06 apresentaram-se superiores aos valores permitidos para a classe 2. Entretanto, pode-se considerar que apenas o ponto 01 encontra-se dentro do limite da classe 2, pois nesta classe não há violação do limite máximo estabelecido na legislação.

5.1.14 – COLIFORMES TOTAIS

As variações das concentrações de coliformes totais nos pontos de coleta e suas médias ao longo do rio Pirarara encontram-se demonstradas na tabela 27 e no gráfico 17.

As médias de coliformes totais apresentaram variações significativas do ponto 01 ao ponto 06, apresentando a menor de 1635 NMP/100 ml e a maior de 5930 NMP/100 ml respectivamente.

Tabela 27- Coliformes Totais (NMP/100L), durante o período de coleta nos pontos do rio Pirarara.

COLIFORMES TOTAIS	P 01	P 02	P 03	P 04	P 05	P 06	Média
Dez/10	1800	2540	3600	4180	4200	6120	3740
Fev/11	1860	3140	4200	4260	5060	6320	4140
Abr/11	1680	2360	3480	4120	4080	5880	3600
Jun/11	1200	2580	3120	2580	3860	5400	3123

Estadística Descritiva

Média Aritmética	1635,000	2655,000	3600,000	3785,000	4300,000	5930,000
Mediana	1740,000	2560,000	3540,000	4150,000	4140,000	6000,000
Desvio Padrão	299,500	337,194	448,999	805,378	525,864	396,485
Coeficiente de Variação	0,183	0,127	0,125	0,213	0,122	0,067

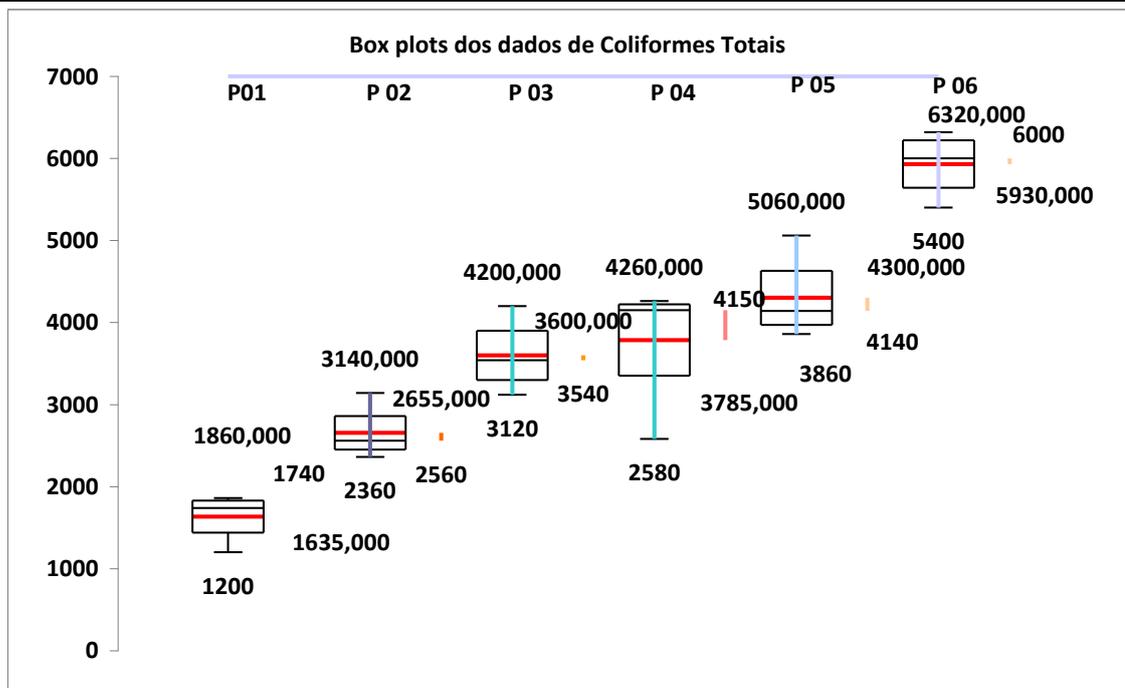


Gráfico 17 - Box plots dos dados de Coliformes Totais (NMP/100 ml).

O valor máximo encontrado foi no ponto 06 no mês de fevereiro/2011 com 6320 NMP/100 ml. As médias deste ponto apresentaram as mais elevadas concentrações no período chuvoso e também no período seco. A maior concentração neste ponto pode estar relacionada ao perímetro urbano que está à montante deste ponto, sendo considerado receptor do lançamento de esgotos, depósito de lixo inadequado e das fontes difusas da carga orgânica, que são carreados para o leito do rio, conforme foto 14. Entretanto, observa-se que, em todos os pontos os índices de contaminação foram maiores durante o período chuvoso.



Foto 14: Esgoto lançado diretamente no solo e disposição de lixo próximo ao ponto 6.
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa – Junho 2011

Os resultados das médias obtidas no período chuvoso e seco nos pontos amostrados estiveram acima do limite estabelecido no CONAMA 357/2005 para os rios de classe 1, 2 e 3.

No grupo dos coliformes totais está inserido um maior número de microorganismos (BRASIL, 2005), e a determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos transmissores de doenças (BASSOI & GUAZELLI, 2004).

5.2 - CLASSIFICAÇÃO DA RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357 DE 17 DE MARÇO DE 2005.

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, a Lei 9.433/97 preconiza sobre a disponibilidade de água de boa qualidade

e com uma utilização e gestão integrada por todos os usuários. Já a CONAMA 357 (2005) dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. No entanto, estes são instituídos a partir dos usos desejados e requeridos pela sociedade, o qual reflete, por sua vez, o grau de permissividade do corpo d'água.

As Classes do Rio Pirarara para cada parâmetro encontram-se na Tabela 28. Entretanto, a Resolução CONAMA 357 não estabelece padrões para alguns parâmetros, permanecendo a referente linha com a coloração em roxo, conforme indica a legenda.

Tabela 28 - Classificação da qualidade da água do rio Pirarara de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de Março de 2005

Variáveis	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06
Temperatura	26,6	26,2	26,4	27,4	28,1	28,2
Cor	75	74	76	79	76	77
Turbidez	29,2	35,7	28,8	64,4	25,8	30
Ph	6,6	6,8	6,1	6,5	6,8	6,7
Nitrato	7,5	7,4	7,07	12,1	11,9	13,6
Nitrito	3,5	1,9	1,8	3,3	0,3	2,2
OD	7,5	4,9	4,6	6,5	3,7	2,8
DQO	65	50	53,7	53,6	91,2	54,2
Fósforo	1,8	2,6	1,8	1,7	0,8	1,4
Cromo	0,18	0,20	0,21	0,13	0,28	0,37
Ferro	1,68	2,01	2,06	2,18	1,95	2,00
Cobre	0,52	0,65	0,59	0,85	0,59	0,60
Col. Fecais	910	1700	1890	2355	2420	2695
Col. Totais	1635	2655	3600	3785	4300	5930

 Classe 1
  Classe 2
  Classe 3
  Não menciona
  Fora das Classes

5.3 - AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA

Através dos resultados obtidos na avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos, foi realizada uma avaliação integrada da qualidade da água (AIQA), por meio das

planilhas de cálculo do DEPAM/IAP (APÊNDICE B). A tabela 28 apresenta o resultados dos valores do AIQA, encontrados nos pontos ao longo do rio Pirarara nos meses analisados.

Por meio do cálculo do AIQA, objetivou-se fazer uma avaliação integrada (físico-química e biológica) das consequências da poluição sobre a qualidade da água. Entretanto, acredita-se que este instrumento possa diminuir as dúvidas referentes à qualidade das águas do rio Pirarara.

Tabela 29 – Indicador da qualidade da água (AIQA)

Ponto	Dez/2010	Fev/2011	Abr/2011	Jun/2011	Média AIQA
1	0,79 Méd. Poluída	0,79 Méd. Poluída	0,79 Méd. Poluída	0,79 Méd. Poluída	0,79 Méd. Poluída
2	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída
3	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,93 Poluída	0,93 Poluída	0,91 Poluída
4	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,93 Poluída	0,90 Poluída
5	1,25 Extr. Poluída	1,06 Muito Poluída	1,06 Muito Poluída	0,90 Poluída	1,06 Muito Poluída
6	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída	0,90 Poluída

Fonte: Dados de pesquisa

Extr. – extremamente

Méd. – medianamente

Observando os valores numéricos do AIQA apresentados na Tabela 28 e na Tabela 11 do capítulo quatro, os valores obtidos na avaliação integrada da qualidade da água, indicam que a água encontra-se poluída, obtendo classificação de medianamente poluída a extremamente poluída. O comprometimento da qualidade da água é atribuído à violação dos limites máximos da classe 2 da CONAMA para parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Apresenta-se fora dos padrões estabelecidos no CONAMA 357/2005 para os rios de classe 2, obtendo equivalência na classe 3 no ponto 01 e nos demais pontos, classe 4.

No ponto 01, os resultados indicam que a água está medianamente poluída, equivalente à classe 3 da classificação de qualidade estabelecida na Resolução CONAMA 357/05. Os parâmetros oxigênio dissolvido, pH, fósforo, nitrito, nitrato, cobre, cromo e ferro, violaram os limites estabelecidos para classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

No ponto 02, os resultados apresentados na Tabela 28 e no Gráfico 18 indicam que a qualidade da água é considerada poluída. Houve violação dos limites máximos da classe 2 do CONAMA para os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo, nitrito, coliformes, cobre, cromo e

ferro. Essas violações são provavelmente ocasionadas pela entrada de resíduos de agrotóxicos usados em lavouras por se tratar de uma área agropastoril.

O ponto 03 tem a qualidade da água classificada como classe 4, considerada poluída. Os resultados apresentaram violação dos limites para os rios de classe 2, principalmente pela extrapolação dos limites de oxigênio dissolvido, fósforo, coliforme, ferro, cobre e cromo. Apesar de não ocorrer despejos de efluentes industriais neste ponto, as violações se dão possivelmente em função de produtos químicos (fertilizantes) ricos em fósforo utilizados na agricultura, e durante o período chuvoso são carregados para o curso do rio, elevando as médias de forma significativa.

O ponto 04 tem sua situação de qualidade compatível com a classe 4, considerada poluída. O comprometimento ocorre por violações da classe 2 da CONAMA para fósforo, nitrito, nitrato, turbidez, ferro, cromo, cobre e coliformes. Essas violações são possivelmente decorrentes do lançamento de esgotos domésticos, lixiviação de criatórios de animais e pela utilização de defensivos à montante do ponto.

No ponto 05, a classificação da qualidade da água variou de poluída a extremamente poluída, apresentando-se como muito poluída na maior parte do período pesquisado.

Os parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo, nitrato, ferro, cromo, cobre e coliforme violaram os limites para rios de classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005.

No ponto 06, a qualidade da água apresentou-se como classe 4, considerada poluída, devido à extrapolação dos limites de oxigênio dissolvido, fósforo, nitrito, nitrato, ferro, cromo, cobre e coliforme, devido ao lançamento de esgotos domésticos e outros materiais de origem orgânica.

A avaliação integrada da qualidade da água (AIQA) do rio Pirarara identificou poluição em todos os pontos de amostragem, os valores referentes às médias dos pontos analisados no rio Pirarara entre o período de dezembro de 2010 a junho de 2011 podem ser visualizados no gráfico 18.

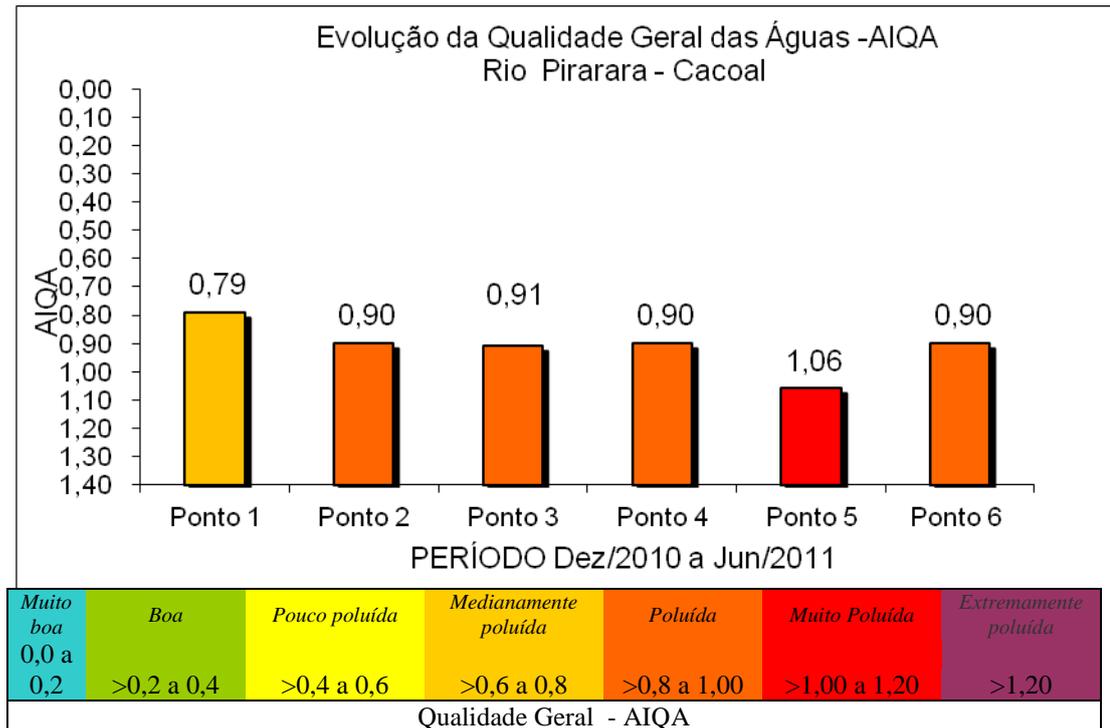


Gráfico 18 – Evolução da Qualidade da água do rio Pirarara nos pontos pesquisados.

Fonte: Dados da pesquisa

O comprometimento da qualidade da água se dá principalmente através do despejo de esgoto, devido à presença de contaminantes típicos de efluentes domésticos e a detecção de esgotos de indústrias e serviços. Além disso, Palla (1994) afirma que a hidrografia reflete a estrutura geológica (litológica e tectônica), a evolução morfofenética regional, bem como as condições relacionadas ao escoamento das águas das chuvas nas vertentes, a vazão, a produção de sedimento e as intervenções antrópicas. As consequências na qualidade da água são muito mais significativas, principalmente no período chuvoso que apresentam elevados índices. No entanto, a implantação de obras de coleta eficiente, tratamento de esgoto e a regulamentação do uso e ocupação do solo são fatores que contribuem para a melhoria da qualidade da água.

Nesse sentido a legislação dos recursos hídricos 9.433/97 destaca a obrigatoriedade de uma gestão descentralizada e participativa, cujas propostas de intervenção devam atender à necessidade de todos os atores envolvidos direta ou indiretamente, principalmente os usuários das águas e as prefeituras dos municípios que pertencem à área da bacia. Assim também o artigo 221 da Constituição do Estado de Rondônia estabelece como dever do Estado promover a classificação das águas de acordo com seus usos em consonância com a lei federal, bem como conservar e fiscalizar as concessões de recursos hídricos, como elemento de preservação da qualidade da água.

5.4 - ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA DE USO DA TERRA

Os vinte e três (23) entrevistados sobre o uso da terra e sua prática de manejo, apresentaram-se de forma significativa para o entendimento do uso da Terra. O conceito de “uso da terra” refere-se à forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, considerando a utilização cultural da terra (ROSA, 1992; NOVO, 1998). Desta forma, é importante avaliar a maneira que este espaço está sendo ocupado, ou seja, se é utilizado de forma organizada e produtiva, de acordo com cada região.

O levantamento realizado através das informações fornecidas pelos entrevistados propiciou a construção dos gráficos (19) dos tipos de uso da terra; (20) utilização de insumos e (21) de técnicas de uso e conservação.

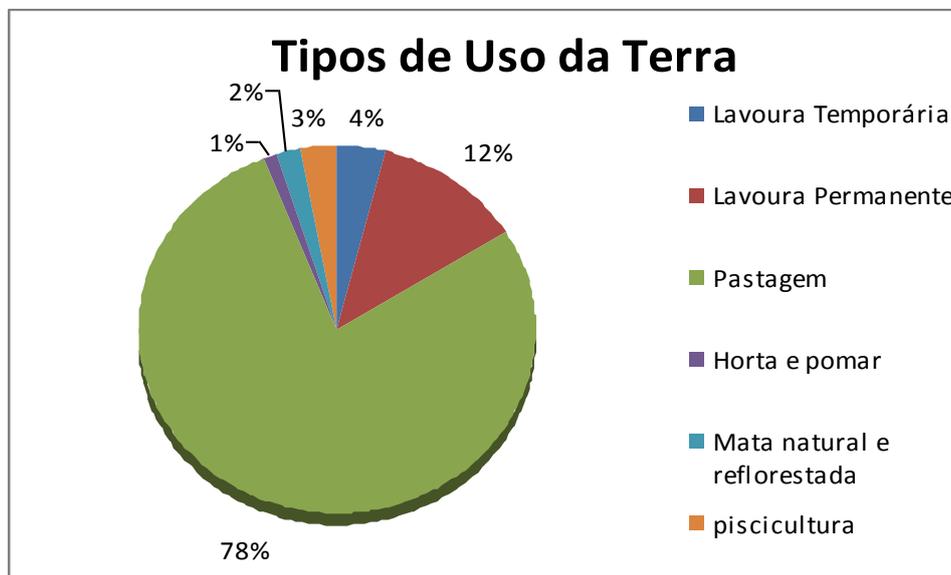


Gráfico 19: Tipos de uso da terra na bacia do rio Pirarara.
Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que a pastagem constitui em 78% dos usos, sendo que os impactos da agropecuária extensiva e a falta de conhecimento em relação à conservação do solo e da água, por parte de muitos dos entrevistados, são evidenciados no ambiente. Este fato é muito significativo no que se refere à qualidade da água, nestes locais existe aplicação de fertilizantes e conforme evidenciado, pouquíssimas propriedades possuem alguma forma de manejo conservacionista. Tal condição faz com que a concentração de nutrientes no período chuvoso aumente consideravelmente. Contudo, não foi possível verificar práticas que se propõe a diminuir os processos erosivos do solo, minimizando o carreamento de fertilizantes e agroquímicos para os cursos d'água.

Dentre os entrevistados, 80% possuem como principal função da área, a pastagem para a criação de gado de corte e leiteira, desse percentual, 95% dos proprietários rurais apresentam este como uso principal. A lavoura permanente refere-se ao cultivo de café e laranja; e a temporária incluem feijão, milho, banana, mandioca, hortas (verduras, legumes) que são comercializadas de forma direta no comércio local e nas feiras livres realizadas no município de Cacoal e região. No entanto, destaca-se no processo produtivo o uso de insumos, sendo considerado pelos entrevistados como necessário para a produção. Entretanto, 100% dos entrevistados já utilizaram e/ou utilizam defensivos agrícolas como prática de combate as pragas.

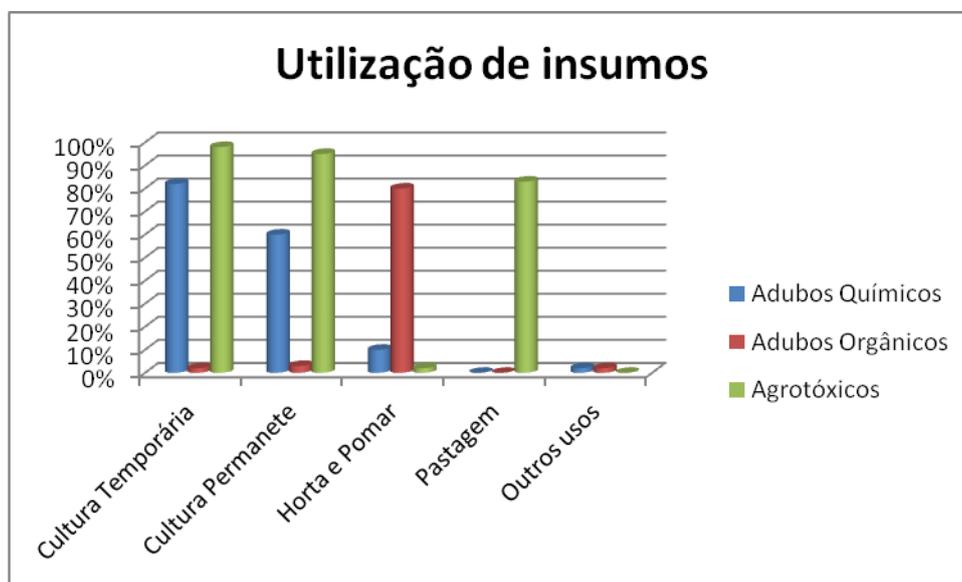


Gráfico 20: Relação entre cultura e utilização de insumos na bacia do rio Pirarara
Fonte: Dados da pesquisa

A utilização de defensivos agrícolas é uma prática que vem sendo utilizada ao longo do tempo, no entanto é considerado como um fator prejudicial ao solo e água. O uso de produtos químicos (fertilizantes e inseticidas) pode apresentar consequências graves para a bacia hidrográfica, pois grande parte destes produtos pode afetar o solo, a fauna e a flora da região, bem como a contaminação dos recursos hídricos através do carreamento de resíduos agroquímicos.

Vários estudos têm sido realizados para determinar os caminhos percorridos e as implicações do uso de defensivos agrícolas e dos dejetos de animais. Dentre estes cabe ressaltar o de Ramalho et al. (1999) que, observaram os metais pesados em solos com cultivo de cana-de-açúcar, com uso contínuo de adubação fosfatada e verificou-se um aumento da concentração de metais nas camadas superficiais do solo. Já, Sioli (1985) em seus estudos nos solos

amazônicos manifestava sua preocupação com o uso da mecanização e da introdução de produtos químicos, e salientava que estes poderiam prejudicar o solo e a água.

Corroborando com os estudos realizados, a bacia do rio Pirarara também demonstrou altos índices de contaminação, sendo evidenciados através das manifestações de alguns moradores locais e das análises de qualidade da água, podendo ser justificados pela utilização dos insumos agrícolas e criação de bovinos (foto 15) e suínos. No entanto, a utilização de práticas conservacionistas poderia minimizar estes índices.



Foto 15: Prática da pecuária extensiva na bacia do rio Pirarara
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa- Fev 2011.

Na bacia do rio Pirarara foram identificadas técnicas de uso e conservação (gráfico 21) empregadas na utilização da terra, predominando o uso de fertilizantes, justificado pelas áreas agrícolas de cultivo temporário e permanente. A utilização do sistema de rotação de culturas é praticada por 43,47% dos entrevistados, os quais destacam que esta técnica é utilizada devido aos produtos comercializados em determinadas épocas do ano, período em que alternam a cultura de milho, feijão e mandioca. O consórcio de produtos é realizado por 21,74 %, através do cultivo de café, milho, feijão e maracujá. A utilização de máquinas e tratores, para lavrar a terra corresponde a 17,39%. Apenas 8,69% utilizam a irrigação, para uso em hortaliças, cereais

e frutas, sendo pouco significativo devido o custo de instalação e regularização junto ao órgão competente.

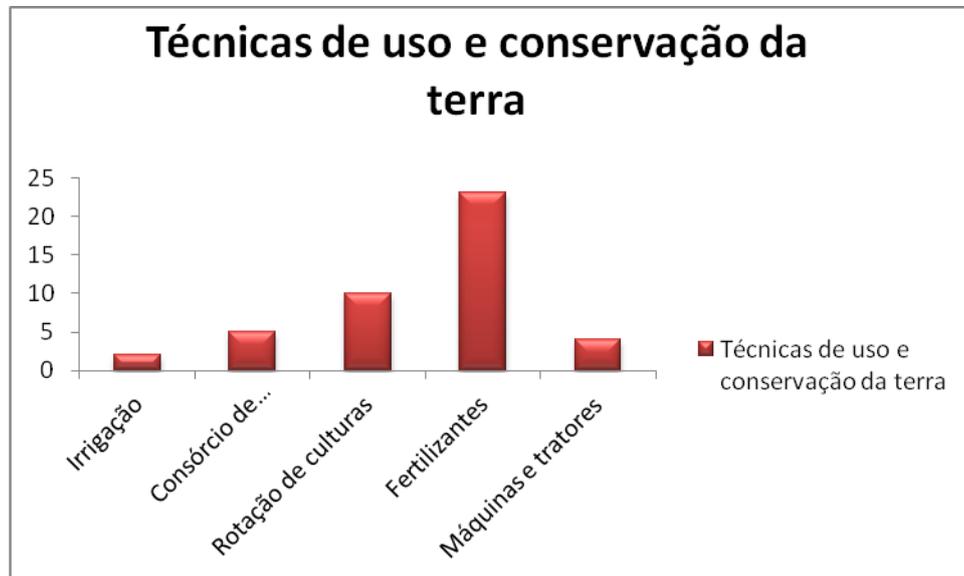


Gráfico 21: Técnicas de uso e conservação da terra na bacia do rio Pirarara
Fonte: Dados da pesquisa

Apesar da não utilização da água do rio Pirarara pela população para consumo direto, não elimina sua utilização, pois é em sua bacia, que há o desenvolvimento das atividades de geração de renda dos proprietários rurais, dentre elas vale destacar a pecuária, a agricultura e a piscicultura.

Outro fator observado refere-se ao uso contínuo e descontrolado de queimadas como prática agropecuária, que ainda é realizada por 60,86%, sendo justificada pela necessidade de “limpeza” do terreno principalmente nas pequenas áreas de cultivo, ou ainda como forma de regeneração das pastagens. No entanto, esta é uma prática que contribui com o empobrecimento do solo.

Os latossolos vermelho-escuro eutróficos e os latossolos amarelos distróficos representam o maior percentual dos solos na bacia do rio Pirarara. Entretanto, são solos destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, possuindo baixa mobilidade de argila no horizonte B, geralmente são solos ácidos que necessita de correções (EMBRAPA, 2006).

As técnicas de uso e conservação da terra empregada de forma adequada têm conseqüências positivas, considerando suas limitações e potencialidades, seus benefícios ocorrem tanto no próprio local onde é praticado quanto fora do local onde são adotadas, sendo fundamental para atingir o desenvolvimento sustentável.

5.5 - USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NA BACIA DO RIO PIRARARA

O acelerado processo de ocupação das áreas de influência do rio Pirarara a partir da década de 70 associados à falta de fiscalização do poder público ao cumprimento da legislação ambiental no município promoveu uma deterioração na qualidade da água e conseqüentemente a qualidade do ambiente.

O alto índice de desmatamento, principalmente nas décadas de 1970 e 1980 para o cultivo agrícola trouxe como consequência a exposição dos solos que contribuíram com os processos erosivos, facilitando o transporte de materiais para os cursos d'água levando ao assoreamento. Tais desmatamentos foram incentivados com os planos de desenvolvimento agrícola que foram traçados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) sem que, fossem levadas em consideração as peculiaridades do solo. A retirada da vegetação pela prática do desmatamento foi incentivada como mecanismo para legitimar a posse da terra. A expansão da fronteira tinha como base a destruição da vegetação, portanto ela representava o subdesenvolvimento. Lima & Pozzobon (2005) salientam que na década de 1970 o procedimento legal desta concepção era a concessão de títulos sobre seis hectares para cada hectare desmatado.

A ocupação de forma desordenada é considerada um fator que contribui para a ocorrência da deterioração da qualidade da água, pois as normas de uso e ocupação de bacias hidrográficas respeitando a legislação não são observadas. No entanto, podendo inferir que, as regras designadas pelo Plano Diretor do município, em sua maioria não são respeitadas. Entretanto, Tucci (2002) destaca que, dentre as consequências ambientais e sociais produzidas pela ocupação urbana se destaca a introdução de superfícies impermeáveis que reduz a infiltração e diminui a superfície de retenção, aumentando o escoamento superficial provocando as enchentes em áreas urbanas. A combinação dos fatores do meio físico (chuvas, solo, cobertura vegetal, rede de drenagem, etc.) e os impactos provocados pela ocupação humana, induzem e/ou causam aceleração dos processos geomorfológicos (GUERRA & MARÇAL, 2010).

As classes de uso e ocupação analisadas na bacia foram: mineração, fragmento florestal, agrosilvopastoril (áreas de lavoura permanente, temporária, pastagens e pecuária) e área urbana. O mapa de uso e ocupação, gerado pela classificação supervisionada da imagem LANDSAT, da bacia do rio Pirarara encontra-se ilustrado na Figura 11.

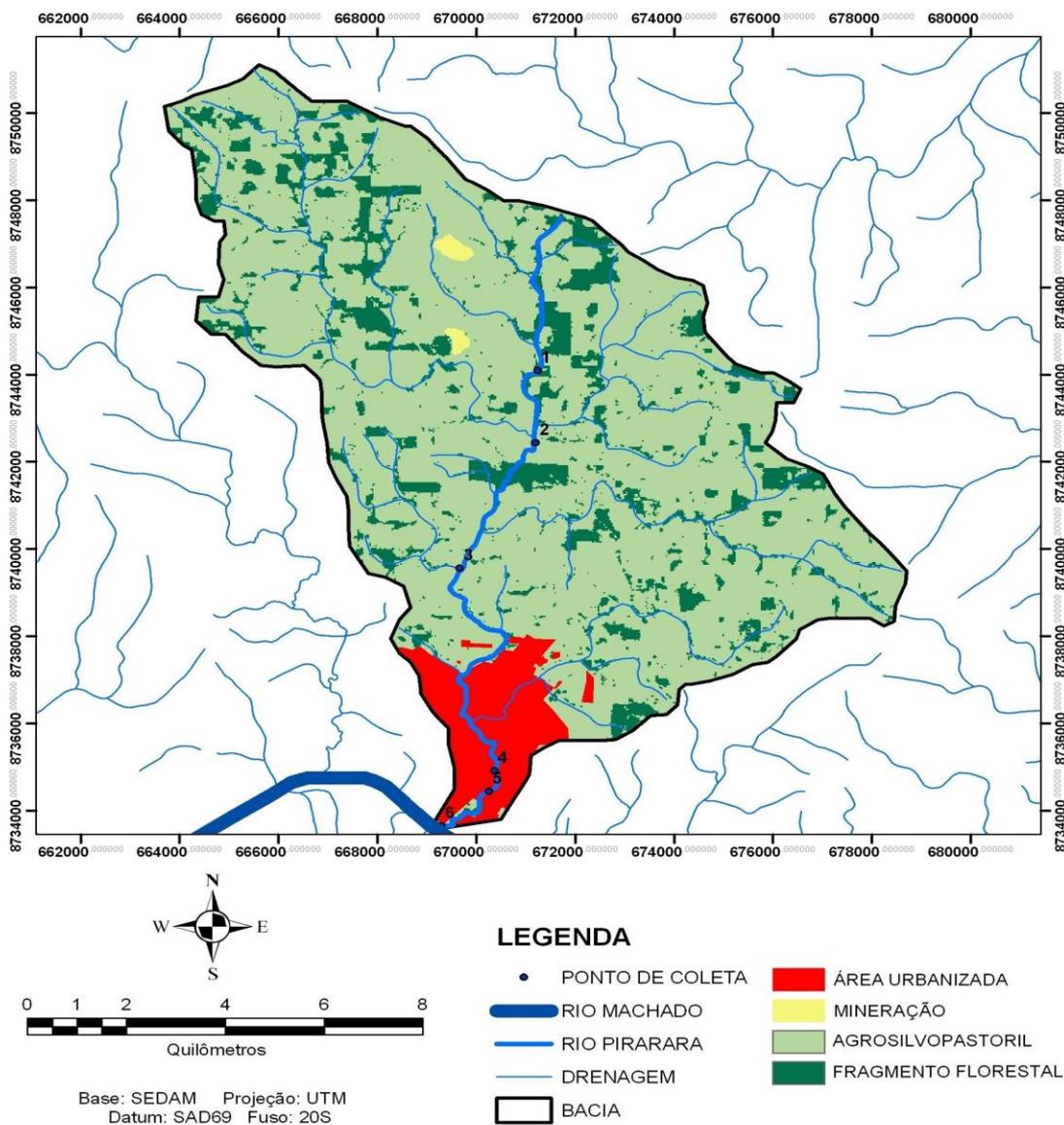


Figura 11: Mapa de uso e ocupação da bacia do rio Pirarara
Fonte: INPE/SEDAM -2011

A bacia do rio Pirarara possui 123,80 km² que corresponde a 12.380,75 hectares e apresenta ocupação diversificada, com destaque para área de ocupação urbana e na área rural com predomínio da agropecuária. As classes de uso e ocupação das terras encontradas nesta bacia podem ser observadas na Tabela 29.

Tabela 30- Quantificação das classes de uso das terras na bacia do rio Pirarara

Classes de uso da terra	Área km ²	(ha)	% Relativa ao total
Fragmento Florestal	18,04	1.804,73	14,57
Agrosilvopastoril	97,53	9.753,02	78,78
Área urbana	7,78	778	6,29
Mineração	0,45	45	0,36

Na bacia em estudo a classe de maior porcentagem é a agrosilvopastoril, ocupando 78,78% da área total, ou seja, 9.753 hectares. As áreas com fragmentos florestais ocupam 14,57 % da área, perfazendo 1.804 hectares. Já a área urbana abrange 6,29 % da área total da bacia.

Conforme o mapa de uso e ocupação da figura 11 o uso atual das terras é confirmado pela utilização das áreas com uso predominante agrosilvopastoril, com poucas áreas de vegetação natural. As áreas de reflorestamento e agricultura irrigada existentes são pequenas em relação às áreas das demais classes de ocupação, conforme pode ser notado através da Foto 16.



Foto 16: Irrigação de cultura de café e banana (a) e área de reflorestamento (b) na bacia do rio Pirarara.
Fonte: Dados da pesquisa

Para Locatelli et al. (2010), os sistemas agroflorestais são considerados como práticas viáveis que podem ser utilizadas em pastagens e em áreas degradadas, pois permitem maior diversidade e sustentabilidade devido a presença de espécies arbóreas e pela produção de biomassa.

O predomínio de pastagens na ocupação das terras na bacia dar-se-á principalmente para a criação de gado de corte e leite que, são comprovados através dos relatórios de dados da EMATER e do IDARON (RONDÔNIA, 2010), que corroboram com o avanço da pecuária sobre as áreas de cultivos agrícolas na bacia do rio Pirarara. Podendo ser observadas na Foto 17.



Foto 17: Atividade Agrosilvopastoril na bacia do rio Pirarara
Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa- fev/2011

A considerável representatividade dos latossolos vermelho-escuro eutróficos e os latossolos amarelos distróficos permitem identificar uma atividade de uso da terra muito presente na área da bacia do rio Pirarara que é a agrosilvopastoril (agricultura e pecuária), principalmente de bovinos. Esta maneira de se utilizar o solo por vezes ocasiona o aparecimento de processos de erosão ou compactação promovida pelo pisoteio dos animais.

Ainda, de acordo com o mapa de uso e ocupação da Figura 11, as áreas de mineração, área urbana e fragmentos florestais apresentam menor percentagem de uso. No entanto, as áreas de vegetação compõem-se de florestas naturais e reflorestadas. A mineração corresponde a 0,36 % da área da bacia, a atividade de mineração consiste na exploração de granito, brita e areia, conforme a foto 18. Estas formas de exploração podem ser caracterizadas como fonte pontual e não pontual de poluição que provocam poluição atmosférica e podem poluir o solo e os corpos d'água (LIBÂNIO, 2008).

As areias extraídas apresentam uma série de impactos ambientais, associados a sua retirada, onde se destaca o alargamento do leito fluvial e a retirada da mata ciliar que modificam o escoamento das águas, favorecendo a aceleração da erosão das margens, bem como o assoreamento do canal.



Foto 18: Matacões e área de mineração – (a) matacões às margens da linha sete (b) área de exploração de areia no leito do rio Pirarara; (c) pedaços de rocha granítica; e (d) máquinas utilizadas na exploração de granito.

Fonte: Luzinete Scaunichi Barbosa (dezembro 2010 a junho 2011).

Sabendo que as atividades humanas causam algum tipo de modificação na superfície da terra, a mineração talvez seja uma das que mais altera a forma do relevo. Neste sentido Guerra e Marçal (2010), ressaltam que as atividades de mineração podem causar a subsidência do relevo local, além de causarem danos ambientais e estéticos nos locais das escavações.

Os rejeitos provenientes da exploração promovem impactos no local e em áreas, por vezes afastadas da área de mineração pelo escoamento superficial que transporta parte desse rejeito provocando assoreamento e poluição dos corpos d'água. Porém as características geomorfológicas são significativas, uma vez que muitos recursos minerais estão intimamente relacionados com as feições do relevo (GUERRA & MARÇAL, 2010).

Desta forma verifica-se que na bacia do rio Pirarara há um predomínio da ação antrópica. No entanto, Ross (1994) afirma que a utilização de bacias hidrográficas em áreas

onde há interferências antrópicas, precisa ser planejada, com a finalidade de um adequado ordenamento territorial.

5.6 - APTIDÃO E USO DA TERRA SOB OS NÍVEIS DE MANEJO

Tendo em vista o uso e a aptidão das terras a partir dos dados obtidos em campo e observados através das imagens de satélite, foi possível constatar os níveis de manejo e a classe de aptidão agrícola na área da bacia, a qual pode ser observada no mapa da figura 12. Considerando a importância do mapeamento da aptidão agrícola das terras que consiste em uma visualização conjunta, a qual possibilita a representação da classificação através de uma distribuição espacial (RAMALHO FILHO & BEEK, 1994).

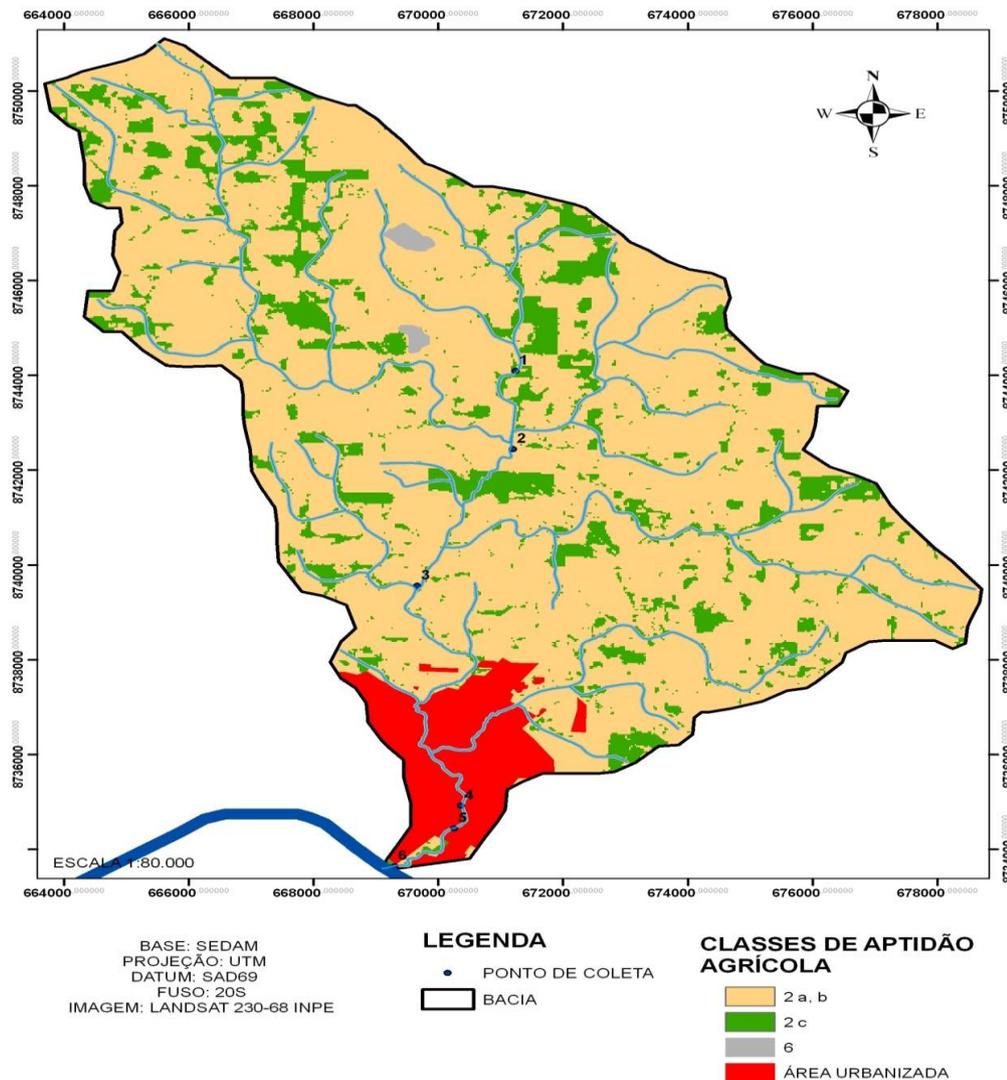


Figura 12: Mapa das classes de aptidão agrícola das terras na bacia do rio Pirarara
Fonte: Dados de pesquisa, SEDAM (2010); RAMALHO FILHO e BEEK(1994)

As terras da bacia do rio Pirarara foram classificadas nos grupos 2 e 6 de aptidão agrícola e encontram-se representadas na Tabela 30 conforme as classes de aptidão agrícola e os níveis de manejo presentes na área de estudo, bem como a superfície ocupada por cada classe e pelos grupos de aptidão.

Tabela 31: Quantificação das classes de aptidão agrícola

Aptidão Agrícola			
Grupo	Classe	Área km ²	% Relativa ao total
2	a, b	104,35	81,28
2	c	18,53	14,64
6	-	0,92	4,08

Fonte: Dados de pesquisa

No nível de manejo B, reflete um nível tecnológico médio, que envolve práticas agrícolas simples, sendo considerado regular para lavoura na classe regular (2 ab). As terras desse grupo estão distribuídas por toda a área da bacia do rio Pirarara, normalmente em áreas de relevo plano e moderadamente ondulado. Foi considerado como nível regular devido ao tempo (trinta anos) em média de exploração sem práticas e que, atualmente, requer um nível de insumos agrícolas, nem que seja em menor escala, devido aos processos de exposição do solo, lixiviação, perda da matéria orgânica e empobrecimento do solo. Segundo SEDAM (2010), a região está inserida no grupo 2, na classe regular para a lavoura em pelo menos um dos níveis de manejo. Locatelli et al. (2010), avaliando a aptidão na região do município de Alto Paraíso em Rondônia observou que os dados de aptidão agrícola mostram as propriedades estudadas, como áreas inaptas para o nível de manejo A. Entretanto, as práticas dos agricultores e os sistemas agroflorestais (Silviagrícola e Silvipastoril) utilizados demonstram uma contradição, evidenciando uma superação econômica e ambiental.

Os fragmentos florestais existentes são considerados como reserva legal a qual são colocadas no nível de manejo C, pela necessidade de exploração através de investimento de capital em pesquisas e projetos de manejo. Esta classe C foi instituída tendo como base o Código Florestal Lei 4771/65 que permite a exploração apenas através de projetos de manejo. Desta forma, os resultados recomendam que o uso das terras precisaria ser utilizadas apenas para as práticas com projetos de manejo e mesmo assim, são consideradas restritas.

De acordo com o nível de manejo C, a aplicação de capital é alta, como forma de garantir a conservação e o melhoramento das terras com emprego de alto nível tecnológico (RAMALHO & BEEK, 1994). Este uso se enquadra na classe restrita para o manejo agrícola nos níveis tecnológicos A, B e C, no entanto, estas áreas encontram-se sob o uso da pecuária e exploração de granito.

A bacia do rio Pirarara apresentou elevado percentual de Latossolos vermelho-escuros eutróficos, solos apresentando fertilidade média, com bom desenvolvimento e que possibilita a mecanização agrícola. Segundo EMBRAPA (2006), os latossolos são solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo e variam de fortemente a bem drenados, embora ocorram em algumas porções da bacia do rio Pirarara áreas com a presença de solos que têm cores pálidas, de drenagem moderada ou até mesmo imperfeitamente drenados, transicionais para condições com certo grau de gleização. Lepsch (1983) ressalta ainda que a formação dos solos se faz por diversos fatores relacionados com diferentes posições na vertente, como o nível do lençol freático, presenças de superfícies erosionais ou deposicionais e também ao microclima.

Numa sequência de solos existe sempre uma relação entre a condição de formação do solo, o uso e o manejo deste. Silva Filho (2009) relaciona a degradação na Amazônia ao abandono das pastagens associadas ao esgotamento do solo, que ocorrem por diversos fatores, entre eles a erosão, compactação, perda de fertilidade, entre outros.

Através das características naturais da bacia do rio Pirarara e das deliberações legais atribuídas na legislação ambiental, verificou-se restrição ao uso nas planícies aluviais. Fato que justifica a inserção destas áreas no grupo seis (6) que considera como terras inaptas, ou seja, sem aptidão agrícola. Nas áreas que são classificadas como áreas de proteção, por ser consideradas APPs e apresentam declividade inferior a 3%, verifica-se o uso da terra por pastagens, que o descaracteriza a indicação de uso e que por sua vez, abrange áreas indicadas para a preservação da fauna e da flora (RAMALHO FILHO & BEEK, 1994). Portanto, suas características naturais precisam se conservar inalteradas, tornado-se incapaz de qualquer forma de exploração econômica. Nas demais áreas verificaram-se potencialidade de usos diversos e restritivos. Entretanto, estas potencialidades precisam ser consideradas como forma de impedir o desencadeamento de processos de inconstância ambiental, social e econômica.

Na análise dos resultados de aptidão agrícola constatou que a área urbana ficou localizada sobre uma área com aptidão regular para a agricultura, indicando uma subutilização. Nesta área existem porções que devem ser protegidas conforme a legislação ambiental,

principalmente no entorno do rio Pirarara que cruza a cidade no sentido norte-sul, entretanto estão ocupadas com edificações.

A ocupação por áreas urbanas, agricultura e pastagem apresenta se como resultado da ocupação inadequada nesta região, o uso desordenado dos solos e o intenso desmatamento, inclusive em áreas de proteção ambiental evidenciam a super utilização dos recursos.

Entretanto A utilização de dados de declividade da superfície permitiu um maior detalhamento da aptidão agrícola das terras, que possibilitou a avaliação de fatores limitantes como susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização servindo de base para categorizar qualitativamente as áreas quanto a sua maior ou menor susceptibilidade, conforme figura 13.

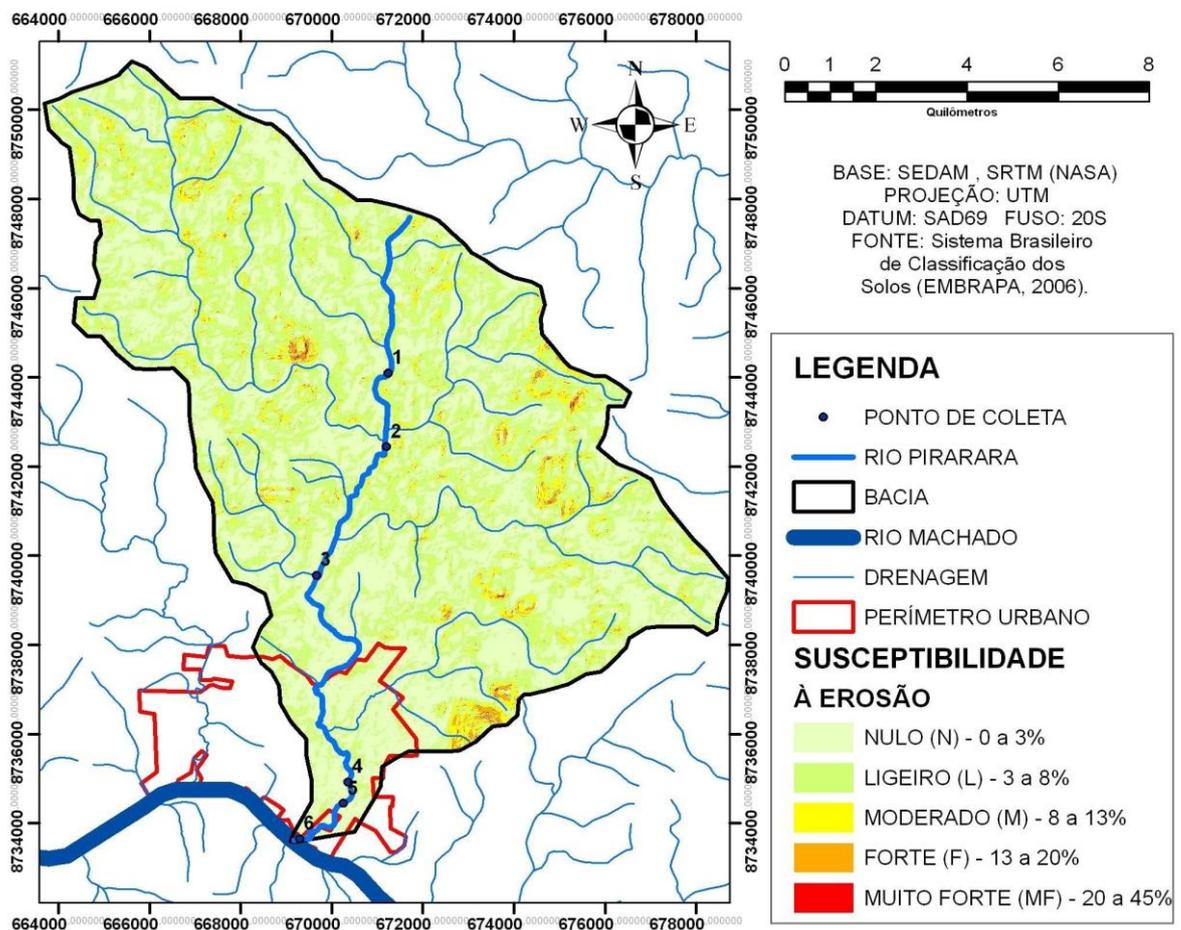


Figura 13: Mapa de susceptibilidade à erosão na bacia do rio Pirarara.

De acordo com a declividade da bacia do Pirarara e da metodologia de Ramalho Filho e Beek (1994), que classificaram as declividades de 0 a 8%, com pouca susceptibilidade à erosão, com relevo que permite a utilização para cultivos. No entanto, terras com grau ligeiro de

limitação por susceptibilidade à erosão, quando utilizadas por um período de 20 anos apresentam perda média de 25% do horizonte superficial, necessitando de práticas simples de conservação (RAMALHO FILHO & BEEK, 1994). Estas áreas apresentam 83,35% da bacia, enquanto as áreas de declividades entre 8 a 13% representam 12,55% da área, devem ser utilizadas com práticas conservacionistas, podendo apresentar sulcos e requerendo controle da erosão desde o início de sua utilização agrícola. Entretanto, o que se observa que estas áreas apresentam-se com uma subutilização, através da substituição das lavouras por pastagens, onde seu uso é mais intensivo que o recomendado.

As declividades mais abruptas, em sua maioria superior a 13%, apresentam apenas 4,01% da área da bacia com relevo ondulado a muito forte ondulado. Essas terras apresentam limitações, principalmente pela maior declividade do terreno, que aumenta a susceptibilidade à erosão e às limitações na mecanização, dependendo de práticas intensivas de controle a erosão, e apresentando dificuldades quanto à utilização de maquinários agrícolas.

Os resultados obtidos demonstram a importância de planejamento de uso e ocupação sustentável, através da adoção de práticas conservacionistas que impeçam a degradação dos solos, buscando evitar o uso impróprio dos recursos, considerando o potencial e a fragilidade da área da bacia do rio Pirarara.

CONCLUSÃO

Os valores das variáveis físicas, químicas e biológicas analisadas no rio Pirarara e os resultados obtidos através da avaliação integrada da qualidade da água, pelo índice AIQA, comparados com os atribuídos pela Resolução 357/2005 do CONAMA, evidenciaram que todos os trechos avaliados não apresentaram condições para o enquadramento como classe 2 de qualidade, conforme estabelecido na legislação. A maior parte do médio e baixo curso do rio Pirarara apresentou a classificação de poluídos.

O quadro da qualidade da água no Rio Pirarara pode ser descrito por processos de contaminação que foram evidenciados em fontes pontuais e difusas através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Áreas com fontes difusas foram mapeadas a partir da análise específica do uso e ocupação das terras, com destaque para a possível influência da atividade agrosilvopastoril e de efluentes domésticos, principalmente nas concentrações que apresentam maior nível de toxicidade.

O ponto 01 na área rural foi o que obteve a melhor classificação, no entanto o ponto 05 no ambiente urbano foi o que apresentou a pior condição em todos os períodos avaliados, variando de poluído a extremamente poluído, denotando a baixa capacidade em diluir cargas orgânicas.

A qualidade da água pode ser descrita a partir dos parâmetros físico químico e microbiológico comparando os limites estabelecidos pela legislação ambiental, na Resolução CONAMA 357 e a metodologia utilizada, a que não atendem os requisitos de uso e, portanto, os padrões de qualidade. Neste sentido a análise dos Índices de Contaminação encontrados neste segmento mostra que tanto os dados físico-químicos quanto as microbiológicas alertam para o comprometimento da qualidade da água na área urbana e rural. Neste contexto, destacam-se os pontos 5 e 6 do rio Pirarara, localizados no centro urbano, no segmento a jusante do rio.

A evolução da ocupação, promovida pela intensa urbanização, principalmente a partir das décadas de 1980 e 1990 e os loteamentos implantados na área de influência do baixo curso do rio Pirarara promoveu o aumento da impermeabilização do solo e resultou no comprometimento da qualidade da água.

Outro efeito observado da relação entre o uso do solo e qualidade da água se deve as atividades agrosilvopastoril (agricultura, pecuária) que compõem a paisagem rural predominante na área da bacia. Os efeitos deletérios na água se fizeram notar principalmente

durante eventos chuvosos, caracterizando uma situação de maior susceptibilidade das águas à poluição hídrica, com tendências de piora da qualidade com elevação do teor fósforo, nitrato, coliformes e turbidez no trecho do médio e baixo curso do rio.

Sazonalmente deve-se considerar que no período chuvoso tende a melhorar a qualidade da água, porém os eventos chuvosos sobrepõem este fator ocasionando aumento da turbidez, acompanhada pelo aumento do número de coliformes termotolerantes na água, caracterizando uma situação de maior susceptibilidade das águas a poluição hídrica na época das chuvas, com tendências de piora da qualidade.

Por força dos resultados da turbidez nas águas, deve-se observar mais detalhadamente o cuidado com a manutenção e recuperação vegetacional nas zonas ripárias, pois elas funcionam como um redutor da capacidade de transporte superficial e se constitui em uma barreira física aos sedimentos que sem ela atingem a água.

As atividades de mineração no rio Pirarara podem ser apontadas como fontes potenciais de influências na qualidade da água, sendo reconhecida pela modificação das paisagens cársticas naturais, degradação do patrimônio morfológico e alteração da dinâmica hidrológica.

Em relação à área, entre os pontos da área urbana e rural a qualidade da água fica comprometida quando considerada a elevação das concentrações dos parâmetros analisados, que demonstra principalmente a necessidade de estabelecer um programa de monitoramento da qualidade da água, com uma rede mais densa que permita acompanhar melhor as fontes difusas de poluição, como as de origem agrícola.

Os dados apresentados nesta pesquisa permitem visualizar a variação da qualidade da água no Rio Pirarara e os principais pontos de intervenção para as ações preventivas e corretivas. Portanto ressalta-se a necessidade de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e seus respectivos instrumentos, visando à melhoria dos processos de gestão e, conseqüentemente, da qualidade da água na bacia do Rio Pirarara.

Este estudo confirmou as alterações provocadas na qualidade da água em virtude das mudanças no uso da terra na área da bacia, evidenciando que o gerenciamento dos componentes terrestres e aquáticos devem ser tratados conjuntamente.

REFERÊNCIAS

ADAMY, A. **Zoneamento Geoambiental de Pimenta Bueno**. 2005. 161p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2005.

ANA. Agência Nacional de Água. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em outubro, 2010.

ANDRADE, F. A. Abrindo a discussão de um projeto nacional para a Amazônia. Palestra Minter /Sudam, 1993.

ANJOS, J. A. S. A. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (wetland) no controle da poluição por metais pesados: o caso de Plumbum em Santo Amaroda Purificação/BA**. 2003. 231p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

APHA, AWWA WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th edition. Washington D.C. American Public Health Association, 2005.

ARAÚJO, J.A.C.; CAMPOS, L. R. **O Direito e a Gestão de Águas**. In: Gestão das Águas: princípios e práticas. 2ª ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

ARAÚJO, G. H. S. **Gestão ambiental de áreas degradadas** /Gustavo Henrique de Sousa Araujo, Josimar Ribeiro de Almeida, Antonio José Teixeira Guerra (orgs.). 3º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

ARAÚJO, J. C.; AQUINO, M. D. **Gestão ambiental**. In: Gestão das Águas: princípios e práticas. 2ª ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

ARAÚJO, J. C.; CAMPOS, N. **Mercado das águas**. In: Gestão das Águas: princípios e práticas. 2ª Ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

ARAÚJO, J. C.; SANTAELLA, S. T. **Gestão da Qualidade**. In: Gestão das Águas: princípios e práticas. 2ª ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

BACCARO, C. A. D. **Processos erosivos no Domínio do Cerrado**. In: Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações. A. J. Guerra; A. S. da Silva e R. G. M. Botelho (orgs). BCD União de Editoras S. A. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BANCO MUNDIAL. **Gerenciamento de Recursos Hídricos**/ Fernando Antonio Rodriguez, (coord). Tradução de Henrique Chaves. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1998.

BASSOI, L.J., GUAZELLI, M. R. **Controle Ambiental da Água**. In: Curso de Gestão Ambiental/ Arlindo Philippi Jr., Marcelo de Andrade Romero, Gilda Collet Bruna, editores. – Barueri, Manole, 2004.

BENITEZ, I. **Legislação Ambiental Federal e de Rondônia**. Editora JusPODIVM, 3ª ed. Salvador – BA, 2009.

BERREDO, F. **Qualidade da Água da Baía do Guajará**. Livro de Resumos Expandidos. IX Congresso Brasileiro de Geoquímica, 2003. Belém. Sociedade Brasileira de Geoquímica.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e sub-tropicais**. Editora da UFSC, Florianópolis, 2003.

BOLLMANN, H. A. **O Uso da programação por compromisso para a estruturação de um indicador de sustentabilidade**. III encontro da ANPPAS, Brasília – DF, 2006.

BOTELHO, R.G.M. e ROSSATO, M.S. **Erosão em áreas urbanas no Brasil: formas de ocorrência e fatores agravantes**. XIII Encontro Nacional de Geógrafos. João Pessoa, 2002. CD-ROM 3.

BOTELHO, R. G. M. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental/ Rosangela Garrido Machado e Antonio Soares da Silva. Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil/ Antonio Carlos Vitte, Antonio José Teixeira Guerra (orgs)**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Elementos de ciências do ambiente**. CETESB, 2ª ed. São Paulo, 1982.

BRASIL. Presidência da Republica. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de e Recursos Hídricos**, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 25 de julho de 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde, Portaria MS Nº 518/2004: 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, 2004. Acesso em: 25 de julho 2010. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria-518-2004.pdf>>. Acesso em 20 de agosto de 2010.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e direitos ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e da outras providências. **CONAMA**. Conselho Nacional de Meio Ambiente, 15 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 25 de julho de 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BROWN, G. et al. **Os recursos físicos da Terra**. Bloco 4 Recursos hídricos. Tradução e adaptação: Álvaro Pentead Crósta. Campinas: Editora da Unicamp, 2000.121p.

BROWN, R. M. et al. A water quality index – do we dare?. In: **Water & Sewage Works**. (s/l). v.17, n.10, pp. 28-32, 1970.

BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. **Monitoramento de variáveis de qualidade de água no horto Ouro Verde - Conchal – SP**. Ver. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, V.25, nº3, p. 742-8, set/dez. 2005.

CARVALHO, A. P. **Solos do Arenito Caiuá**. In: Solos altamente suscetíveis à erosão. V. P. PEREIRA, M. E. FERREIRA e M. C. P. CRUZ (orgs.). FCAV – UNESP/SBCS, Jaboticabal, 1994.

CARVALHO, P. F. Águas nas cidades: reflexões sobre os usos e abusos para aprender novos usos. In: BRAGA, Roberto. Recursos Hídricos e planejamento urbano e regional. Rio Claro, Laboratório de planejamento Municipal, 2003.

CARVALHO, A. R. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

CASTRO, V. L. L., DUARTE, M. A. C. e PACHECO, A. **Desenvolvimento urbano e industrial no curso inferior da bacia do Rio Doce e os efeitos impactantes no sistema aquífero Lacustre-Extremoz – RN: análise preliminar**, 2001. In: JOINT WORLD CONGRESS ON GROUNDWATER, CD-ROM. Fortaleza-CE.

CAVALHEIRO, F. **Urbanização e alterações ambientais**. In: Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar. 2ª ed. Ed. UNESP, 1995.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Relatório De Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003/CETESB**. São Paulo: CETESB. 2004. 264 p.

CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental). **Relatório de Qualidade das águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>> Acesso em: 10 outubro de 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Hucitec, 1980 p.188.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res_35705.pdf>. Acesso em: 25 julho de 2010.

CORREA, R. L.. **O Espaço Urbano**. 2ª ed., São Paulo: Ática, 1993.

COSTA, A. J. S. T. **Hidrogeografia e a cidade do Rio de Janeiro**. In: Estudos de Geografia Fluminense. G. J. MARAFON e M. F. RIBEIRO (orgs.), Infobook Ltda., Rio de Janeiro, 2002.

- DANELON, O. M. e NORDEMANN, L. M. M. **Ocorrência natural e antropogênica de Cl⁻, Na⁺, NO₃⁻, NH₄⁺ e SO₄²⁻ na bacia do Rio Quilombo – (Cubatão-SP)**. Revista de Geociências 21 (1): 96-101. 1991
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Signus, 2000.
- DINIZ, J. A. F. **Geografia da Agricultura**. São Paulo: Difel, 1984.
- DOLLFUS, O. **O Espaço Geográfico**. Traduzido por Heloysa de Lima Dantas. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A. 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro; Embrapa Solos, 1999. XXVI, 412 p. il. ISBN 85-85864-04-4.
- FARIAS, M. S. S. de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande. 2006.
- FEARNSIDE, P.M. **Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation**. Environmental Conservation, v. 26, n 4, Dec, 1999.
- FONSECA, G. P. S. **Análise da poluição difusa na bacia do rio Teles Pires com técnicas de geoprocessamento**. 2006. 174p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.
- FONSECA, J. S. **Curso de Estatística**/ Jairo Simon da Fonseca, Gilberto de Andrade Martins (orgs.). 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1982.
- GASPAR, M. T. P. **Avaliação dos Impactos da Ocupação Urbana sobre as Águas da Bacia Hidrográfica do Igarapé Mata Fome, Belém, PA**. 2001. 113p. Tese (Mestrado em Geociências), Universidade Federal do Pará. 2001.
- GOLDENFUM, J. A.; TUCCI, C.E.M. **Hidrologia de águas superficiais**. Brasília (Curso por tutoria à distância. Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento de Projetos Superficiais. Módulo 3).Brasília- DF: ABEAS, 1998.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. (Orgs) 2º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Degradação Ambiental**. In. Geomorfologia e Meio Ambiente. GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 337-380, 1996.
- GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.
- GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão dos Solos**. In: Geomorfologia do Brasil. S. B. da CUNHA e A. J. T. GUERRA (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia ambiental**/ Antonio José Teixeira Guerra, Mônica dos Santos Marçal. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ- IAP. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005**. Curitiba- PR, 2005. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap>>. Acesso em: 06/07/11.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. PT169-DEA: **Coleta de Amostras de Água**. Curitiba, 2004. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap>>. Acesso em 06 de novembro de 2010.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Método da avaliação integrada da qualidade das águas – AIQA**. Curitiba, PR, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Série: Manuais Técnicos em Geociências, nº1. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Manual Técnicos de Uso da Terra**. Série: Manuais Técnicos em Geociências, nº7. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2006. ISSN 0103-9598

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidades>>. Acesso em 08 de setembro 2011.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais em 2005**. Belo Horizonte: FEAM, 2005.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta Amazônica brasileira por satélite (Projeto PRODES)**. São José dos Campos, SP, Brasil, 2001. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>> Acesso em: 05 jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em: julho, 2010.

KEMPER, L. **Cacoal sua história sua gente**. Goiânia: Grafopel, 2006.

LEAL, J. W. L.; SILVA, G. H.; ABREU, A.S.; LIMA, M. I. C. de. Granito Serra da Providência. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, 1976, Ouro Preto. **Anais** do... Ouro Preto: SBG, 1976. v. 4, p.59-74.

LEITE, N. K. **Biogeoquímica do Rio Ji-Paraná, Rondônia**. 2004. 62p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade uso**. Por I. F. Lepsch, R. Bellinazzi Jr., D. Bertolini e C. R. Espíndola. 4ª aproximação. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1983 – 175 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**/ Marcelo Libânio. 2ª Ed. Editora Átomo, Campinas- SP, 2008.

LIMA, D.; POZZOBON, J. **Amazônia socioambiental: sustentabilidade ecológica e diversidade social**. Estudos Avançados 19 (54), 2005. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0103-4014200500020004>. Acesso em: 13/07/2010

LOCATELLI, M.; NETO, A. V. J.; WATANABE, M.; CARVALHO, M. O. J.; COSTA, B. A. **Avanços da Agricultura Familiar em Latossolo Vermelho – Amarelo Distrófico no Estado de Rondônia, Amazônia Brasileira - Levantamento Preliminar**. XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água/ Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnptia.embrapa.br/handle/873198>>. Acesso em: 20 de janeiro 2012.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, H. A.; MARCOLAN, L. A.; COSTA, B. A.; NETO, A. V. J.; MARCANTE, H. P., PEQUENO, L. L. P. **Caracterização Biofísica de Sistemas Agroflorestais em Vale do Anari, Rondônia, Brasil**. XVIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água/ Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil. Disponível em: <<http://www.cnptia.embrapa.br/handle/873598>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2012.

LIMA, E. B. N. R. **Modelagem Integrada para a Gestão da Qualidade da água na bacia do rio Cuiabá**. 2001. 206p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, L., **A fronteira agrícola na Amazônia**. In: Geografia e Meio Ambiente no Brasil. Becker, B.K. et al. (orgs.). Hucitec, São Paulo, 1998.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 16ª edição revista, atualizada e ampliada. São Paulo: Malheiros Editores, 2008.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 17ª ed. São Paulo, 2009.

MARANHÃO, R. A. **Impactos da Ocupação Urbana e Qualidade das Águas Superficiais na Microbacia de Val-de-cães**. 2007. 150p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Pará. Belém. 2007.

MARQUES, R.; SOUZA L. C. **Matas ciliares e as áreas de recarga hídrica**. In: Gestão Integrada de mananciais de abastecimentos eutrofizados/ ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO C.. Sanepar, Curitiba, 2005.

MARTINS, A. da S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do rio Candeias / RO - Amazônia Ocidental**. 2009. 124p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho. 2009.

MELO, J. G. **Impactos do desenvolvimento urbano nas águas subterrâneas da Cidade de Natal/RN**. 1995. 197p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995.

MENDONÇA, F.(org). **S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano: Uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade**. In: Impactos socioambientais urbanos. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

MORAES, A. C. R. **A valorização do Espaço/** Antonio Carlos Robert Moraes e Wanderley Messias da Costa. 4º ed. Editora Hucitec. São Paulo, 1984.

MOREIRA, M. M. M. A. **A Política Nacional de Recursos Hídricos: Avanços Recentes e Novos Desafios**. In: Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. 2ª ed. Editora RiMa São Carlos, 2006.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. de. **Gestão Ambiental**. In: Gestão das Águas: princípios e práticas. 2ª ed./ Editado por Nilson Campos e Ticiania Sturdart. Porto Alegre: ABRH, 2003.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NETO, M. L. F.; FERREIRA, A. P. **Perspectivas da sustentabilidade ambiental diante da contaminação química da água: desafios normativos**. **Interfacehs**: revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente. V.2, n.4, Seção 1, ago 2007.

NIWEGLOWSKI, A. M. A. **Indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Toledo – PR**. 2006. 237p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

NOVO, E. L. M. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2ªed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.1998.

OLIVEIRA, P. A. V. **Impacto ambiental causado pela suinocultura**. In: Congresso Internacional de Zootecnia, V. Congresso Nacional de Zootecnia, XII, 2003, Uberaba. Anais. Uberaba – MG, ZOOTEC, p.143-161, 2003.

OLIVEIRA, F. F. G. de. **Caracterização e diagnóstico dos impactos ambientais em Natal/RN, com o apoio do Geoprocessamento**. 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2003.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçoroca. In: **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **Guias para la calidad del agua potable**. 3ª. ed. 2006.

PALLA, V. L. **Estudo morfométrico por fotointerpretação sobre a similaridade das microbacias hidrográficas de 2ª ordem de magnitude da região de Jales - SP**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

PEREIRA, A. A. **Avaliação da Qualidade da água: Proposta de um novo índice alicerçado na lógica Fuzzy**. 2010. 171p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde), Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília. 2010.

PEREIRA, V. P. **Solo: Manejo e Controle de erosão hídrica**. Jaboticabal: FCAV, 1997.

PHILIPPI, A. JR; ROMERO M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri- SP: Manole, 2004.

PINHEIRO, R. V. L. **Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará- Belém (PA)**. Centro de Geociências (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém. 1987. 164p.

POLETO, C. **Monitoramento e avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira - SP**. 2003 161p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2003.

PORTO, R., ZAHED FILHO, K., TUCCI, C. e BIDONE, F. Drenagem urbana. In: **Hidrologia: Ciência e aplicação**. C. E. M. TUCCI (orgs.). 2ª ed. Porto Alegre. Ed. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2001.

QUADROS, M. L. do E. S. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia/Organizado por Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros [e] Gilmar José Rizzotto**. – Escala 1:1. 000.000. – Porto Velho: CPRM, 2007.

QUADROS M. L. E. S; RIZZOTTO G. J. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia – Sistema de Informações Geográficas**. Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia. Programa Geologia do Brasil, CPRM, Porto Velho, 153 p 2007.

RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL j.; SOBRINHO, N. M. B.; VELLOSO, A. C. X. **Acúmulo de metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso contínuo de adubação fosfatada e água de irrigação**. Revista Brasileira Ciências de solo, Viçosa, vol.23, 1999.

RAMALHO, M. F. J. L. **Evolução dos processos erosivos em solos arenosos entre os municípios de Natal e Parnamirim- RN**. Tese de Doutorado, UFRJ/PPGG, 1999.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das terras/ A. Ramalho Filho, K. J. ;Beek**. – 3ª Ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa- CNPS, 1994.

RIBEIRO, E. V. **Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora–MG: metais pesados e atividades antropogênicas**. 2010. 198p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água**./Wagner Costa Ribeiro. São Paulo: Annablume, 2008.

ROCHA, J. C. **Introdução à Química Ambiental**/ Júlio Cesar Rocha, André Henrique Rosa, Arnaldo Alves Cardoso. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ROMANINI, S. J. **Aspectos geológicos, geoquímicos e metalogenéticos do magmatismo básico/ultrabásico do Estado de Rondônia e área adjacente**. (Informe de Recursos Minerais. Serie Metais do Grupo da Platina e Associados, 28) Porto Alegre: CPRM, 2001. 164p.

RONDÔNIA, Governo do Estado de Rondônia. **DECRETO Nº 7903, DE 01 DE JULHO DE 1997**. Regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria de qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia. Disponível em: <<http://pesquisa.rondonia.ro.gov.br/netacgi/nph-brs.exe?d=LEIR&op1=E&u=http://pesquisa>>. Acesso em: 08 de setembro de 2011.

RONDÔNIA, Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN/RO). **2ª Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (ZSEE-RO)**. Porto Velho-RO, 2002.

RONDÔNIA. Secretária do Estado de Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Edição Digital, Porto Velho 146p. 2003.

RONDÔNIA, Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN/RO). **Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (ZSEE-RO)**. Planejamento para o desenvolvimento sustentável e proteção ambiental. Porto Velho-RO, 2010.

RONDÔNIA, PREFEITURA MUNICIPAL DE CACOAL. Lei Municipal 2016/PMC/2006 **institui o plano diretor do município e o desenvolvimento urbano no município de Cacoal**. Prefeitura Municipal, Cacoal, 2006. Disponível em: <<http://www.cacoal.ro.gov.br/>> Acessado em: 15 de abril de 2010.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 2ªed. rev. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia. 1992.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. O Relevo no Quadro Ambiental Cartografia Geomorfológica Diagnósticos Ambientais, 8ª ed. São Paulo: Contexto, 2005, p. 85.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, v. 8. 1994. p.63-74.

SALOMÃO, F. X. T. **Processos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. 1994 231p. Tese (Doutorado em Geografia) FFLCH-USP. São Paulo, 1994.

SCANDOLARA, J. E.; AMORIM, J. L.; RIZZOTTO, G. J.; QUADROS, M. L. do E. S.; BAHIA, R.B.C. Compartimentação tectono-estratigráfica pré-cambriana de Rondônia: subsídios para os modelos evolutivos. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 6, 1999, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG-Núcleo Norte, 1999.

SCANDOLARA, J. E.; RIZZOTO, G. J.; BAHIA, R. B. C.; QUADROS, M. L. DO E. E.; SILVA, C. R.; AMORIM, J. L. **Mapa Geológico do Estado de Rondônia**. Escala de 1:100.000. Porto Velho: CPRM, 1999.

SEMAD. (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Monitoramento da Qualidade da Água**. Sistema de cálculo da qualidade da água (scqa) e Estabelecimento das Equações do índice de Qualidade das Águas (IQA). Relatório 1, Minas Gerais, 2005.

SEDAM. **Atlas Geoambiental de Rondônia**, Porto Velho: SEDAM, 2002.

SILVA, M. J. G. **Boletim Climatológico de Rondônia - 2006**. SEDAM. Porto Velho, 2006.

SILVA, T. F. et al. **Abordagens em educação ambiental: o uso e tratamento de água e efluentes para o público escolar**. Jataí: UFG, 2009.

SILVA FILHO, E. P. **Estudo da Degradação dos Solos em Áreas de Pastagens no Município de Porto Velho (RO)**. 2009. 159p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2009.

SIOLI, H. **Amazônia – fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Trad. J. Becker. Vozes, 1985.

SIOLI, H. **Pesquisas limnológicas na região da Estrada de Ferro de Bragança, Estado do Pará, Brasil**. (boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte, 37). 1960.

SIPAM. (Sistema de Proteção da Amazônia Centro Técnico e Operacional de Porto Velho coordenação de operações integradas divisão de meteorologia e climatologia) **Diagnóstico Climático**. Porto Velho, 2006.

SMITH, R. L., HOWES, B. L.; DUFF, J. H. **Denitrification in nitrate-contaminants groundwater: Occurrence in steep vertical geochemical gradients**. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 5:1815-1825, 1991.

SODRÉ, N. W. **Introdução a Geografia**. 4ª ed. Editora Vozes. Rio de Janeiro, 1984.

SUGUIO, K. **Mudanças Ambientais da Terra**/Kenitiro Suguio. – São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

TODESCHINI, M. L. **Dinâmica espacial e temporal das características físicas e químicas do rio Cubatão e distribuição espacial da bacia hidrográfica – Litoral do Paraná**. 2004 125p. Dissertação (Mestrado em Geologia Ambiental), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**/ Helmut Troppmair. 8ª Ed. Rio Claro: Divisa, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ªed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da Água no Brasil**. 2ed. Brasília: UNESCO, 2002. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129870POR.pdf>>. Acesso em: 29 de novembro de 2010.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. **Impacto das Mudanças da Cobertura Vegetal no Escoamento: Revisão**. Revista brasileira de recursos Hídricos, 1997. 2(1): pp. 135- 152.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. Cenários da Gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”. In: Bahia – Análise e dados. Salvador, 2003.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. Suprema Gráfica e Editora IIE, São Carlos, 1999. 24 p.

UNESCO. **Methodological guidelines for the integrated water management environmental evaluation of water resources development**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Project FP/5201-85-01. Paris, 1987.

VILLELA, L. C.; CALDAS, V. T.; GAMBA, R. de C. **Análise microbiológica em águas minerais envasadas em embalagens de 510 ml, comercializadas no município de Santos-SP**. Universidade Santa Cecília. Revista Ceciliana Jun 2(1): 4-6, 2010 ISSN 2175-7224 - 2009/2010. Disponível em: <<http://www.unisanta.br/revistaceciliana>>. Acesso em: 29 de novembro de 2010.

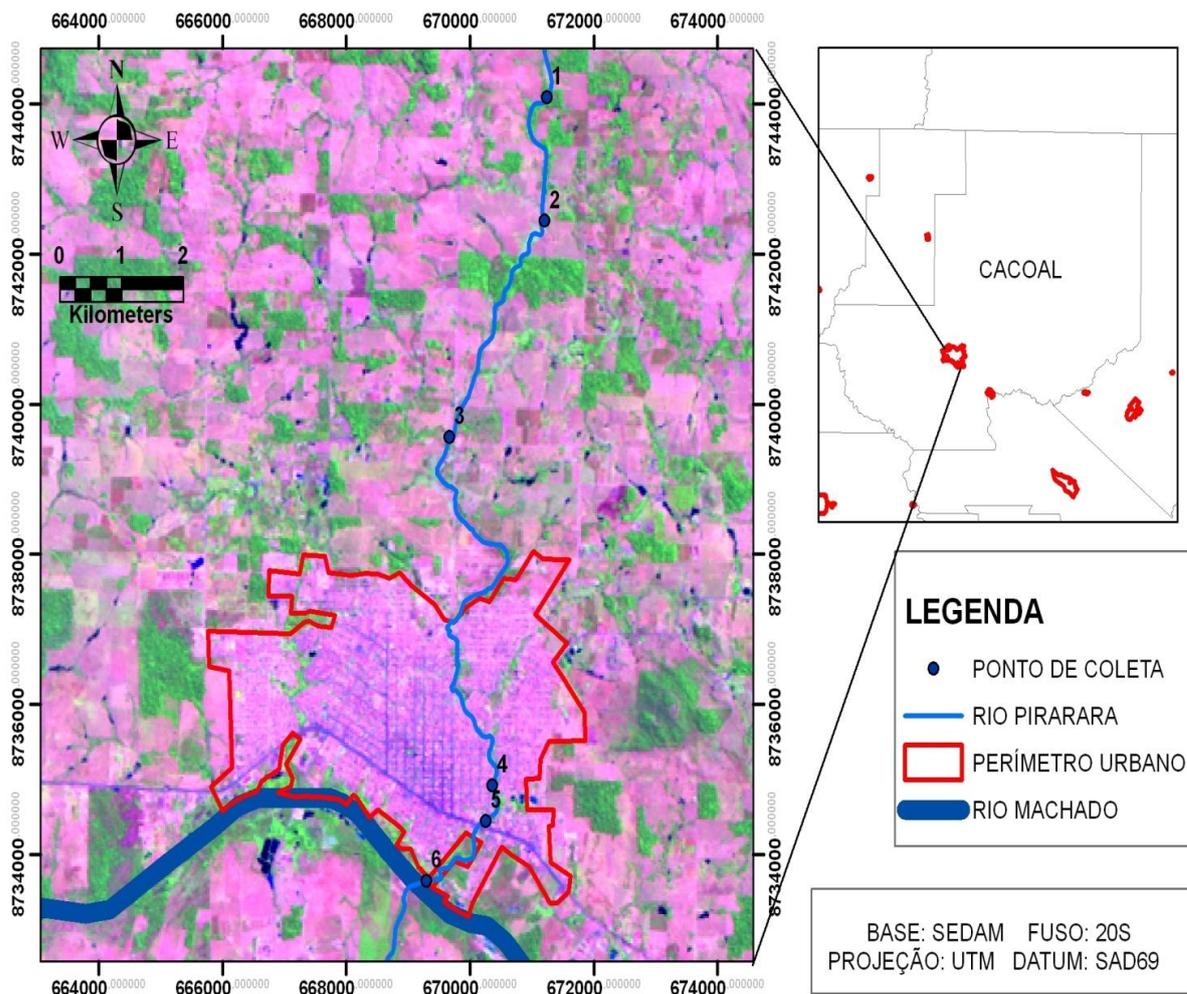
VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

VON SPERLING, M. **Estudos de Modelagem da qualidade da água de rios**. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias). Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.588p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Imagem Landsat da área dos pontos de coleta no rio Pirarara.



APÊNDICE B**Resultados de Cálculo da Avaliação****Integrada da Qualidade da Água (AIQA)**

RIO PIRARARA - AI01		PONTO 01		
Parâmetro	15/12/2010	14/2/2011	18/4/2011	14/6/2011
Nº registro amostra				
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8	9,7	2,1	10,4
Cor	72	75	70	83
pH (unidades)	7,3	7,4	6,5	5,5
Temperatura da água (°C)	26	27	27	26,5
DQO (mg/L)	142	17	80	21
Fósforo total (mg/L) lóxico	2,03	1,81	2,76	0,65
Nitrito (mg/L)	0,42	0,28	8,2	5,1
Nitrato (mg/L)	8,3	4,7	12	5,1
Turbidez (mg/L)	36,72	21,92	41,69	16,85
<i>E. coli</i> (mg/L)	960	980	920	780
Coliformes fecais (N.M.P)	960	980	920	780
Coliformes totais (N.M.P)	1800	1860	1680	1200
Cobre	0,48	0,65	0,56	0,42
Cromo	0,52	0,06	0,08	0,07
Ferro	2,1	1,9	1,43	1,29
AIQA (distância L)	0,79	0,79	0,79	0,79
CONDIÇÃO DE QUALIDADE – AIQA	Medianamente poluída	Medianamente poluída	Medianamente poluída	Medianamente poluída
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	3	3	3	3

RIO PIRARARA - AI02

Ponto 2

Parâmetro	15/12/2010	14/2/2011	18/4/2011	14/6/2011
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,1	5,4	4,3	2,9
Cor	70	75	80	74
pH (unidades)	7,25	7,1	7,1	6
Temperatura da água (°C)	26,3	26	26,5	26
DQO (mg/L)	17	23	80	80
Dureza total (mg/L)				
Fósforo total (mg/L) lóxico	0,73	4,8	4,15	0,75
Nitrito (mg/L)	0,35	0,37	0,26	6,8
Nitrato (mg/L)	8,6	9,7	4,5	6,8
Turbidez (mg/L)	39,74	49,57	22,7	31,1
<i>E. coli</i> (mg/L)	1500	2120	1680	1500
Coliformes fecais (N.M.P)	1500	2120	1680	1500
Coliformes totais (N.M.P)	2540	3140	2360	2580
Cobre	0,68	0,63	0,47	0,82
Cromo	0,58	0,12	0,05	0,08
Ferro	2,2	1,8	1,7	2,29
AIQA (distância L)	0,90	0,90	0,90	0,90
CONDIÇÃO DE QUALIDADE - AIQA	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	4	4	4	4

RIO PIRARARA - AI03

Ponto 3

Parâmetro	15/12/2010	14/2/2011	18/4/2011	14/6/2011
Nº registro amostra				
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	2,9	2,4	7,4	5,7
Cor	72	83	76	75
pH (unidades)	7,2	6,4	5	6
Temperatura da água (°C)	27	26	26,4	26,5
DQO (mg/L)	13	28	85	89
Fósforo total (mg/L) lóxico	2,62	2,34	1,67	0,57
Nitrito (mg/L)	0,28	0,28	0,41	6,4
Nitrato (mg/L)	8,2	6,5	7,2	6,4
Turbidez (mg/L)	38,75	27,97	30,13	18,68
<i>E. coli</i> (mg/L)	1980	2540	1960	1080
Coliformes fecais (N.M.P)	1980	2540	1960	1080
Coliformes totais (N.M.P)	3600	4200	3480	3120
Cobre	0,65	0,65	0,52	0,55
Cromo	0,62	0,08	0,08	0,07
Ferro	2,1	2,37	1,44	2,34
AIQA (distância L)	0,90	0,90	0,93	0,93
CONDIÇÃO DE QUALIDADE – AIQA	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	4	4	4	4

RIO PIRARARA - AI04

Ponto 4

Parâmetro	15/12/2010	14/2/2010	18/4/2011	14/6/2011
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,9	7,3	6,8	5,2
Cor	78	81	72	85
pH (unidades)	6,8	6,5	6	6,8
Temperatura da água (°C)	28	27,8	26,2	27,6
DQO (mg/L)	22	81	23,6	88
Fósforo total (mg/L) lóxico	1,18	2,15	1,31	2,19
Nitrito (mg/L)	0,54	12	0,48	0,28
Nitrato (mg/L)	12,4	20,9	9,7	5,4
Turbidez (mg/L)	56,92	148,13	39,64	13,18
<i>E. coli</i> (mg/L)	2740	2880	2660	1140
Coliformes fecais (N.M.P)	2740	2880	2660	1140
Coliformes totais (N.M.P)	4180	4260	4120	2580
Cobre	0,88	1,54	0,55	0,44
Cromo	0,12	0,2	0,13	0,08
Ferro	2,12	3,12	2,25	1,25
AIQA (distância L)	0,90	0,90	0,90	0,93
CONDIÇÃO DE QUALIDADE – AIQA	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	4	4	4	4

RIO PIRARARA - AI05

Ponto 5

Parâmetro	15/12/2010	14/2/2011	18/4/2011	14/6/2011
Nº registro amostra IAP	1771	2523	283	4077
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não
Oxigênio dissolvido (mg/L)	1,2	7,4	2,3	4,1
Cor	88	75	70	73
pH (unidades)	7	6,8	6	7,5
Temperatura da água (°C)	28,2	28,2	28	28
DQO (mg/L)	147	80	77	61
Fósforo total (mg/L) lóxico	0,24	1,28	0,43	1,42
Nitrito (mg/L)	0,29	0,39	0,39	0,27
Nitrato (mg/L)	9,6	23,8	8,1	6,2
Turbidez (mg/L)	28,4	21,6	28,73	24,84
<i>E. coli</i> (mg/L)	4200	5060	4080	3860
Coliformes fecais (N.M.P)	4200	5060	4080	3860
Coliformes totais (N.M.P)	4200	5060	4080	3860
Cobre	0,58	0,62	0,57	0,6
Cromo	0,08	0,9	0,1	0,07
Ferro	2,41	1,5	1,59	2,31
AIQA (distância L)	1,25	1,06	1,06	0,90
CONDIÇÃO DE QUALIDADE – AIQA	Extremamente Poluída	Muito Poluída	Muito Poluída	Poluída
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	5	4	3	4

RIO PIRARARA - AI 06		Ponto 6			
Parâmetro	15/12/2010	14/2/2011	18/4/2011	14/6/2011	
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	
Chuvas nas 48H	Sim	Sim	Não	Não	
Oxigênio dissolvido (mg/L)	2,8	2,7	2,6	3,1	
Cor	75	75	80	78	
pH (unidades)	7,3	6,3	6,5	7	
Temperatura da água (°C)	28	28	28,3	28,5	
DQO (mg/L)	16	77	76	48	
Fósforo total (mg/L) lóxico	0,42	2,75	0,85	1,78	
Nitrito (mg/L)	0,34	0,25	0,42	8,1	
Nitrato (mg/L)	12	24,5	8,3	9,7	
Turbidez (mg/L)	37,04	28,95	32,65	21,49	
<i>E. coli</i> (mg/L)	2860	3120	2460	2340	
Coliformes fecais (N.M.P)	2860	3120	2460	2340	
Coliformes totais (N.M.P)	6120	6320	5880	5400	
Cobre	0,66	0,63	0,45	0,69	
Cromo	0,64	0,7	0,07	0,07	
Ferro	2,35	1,95	1,42	2,3	
AIQA (distância L)	0,90	0,90	0,90	0,90	
CONDIÇÃO DE QUALIDADE - AIQA	Poluída	Poluída	Poluída	Poluída	
Condição de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 - Classes 1 a 4.	4	4	4	4	

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONIA- UNIR
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

FICHA DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA

Ponto Nº.: _____ Hora: _____ DATA: __/__/____ .

Endereço:

Bairro/ Linha _____

Município: Cacoal – RONDÔNIA Perímetro: [] urbano [] rural

Chuva nas últimas 24 horas: () sim () não

Aspecto da água: TEMPERATURA (°C) PH () TURBIDEZ ()

Temperatura do ar ()

Tipo de Vegetação: primária () secundária () sem vegetação () Obs.:

Cultivo: temporário () permanente ()

OBS:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONIA- UNIR
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

QUESTIONÁRIO COLETIVO

I – IDENTIFICAÇÃO _____ Nº. formulário _____

Entrevistador _____

Data da entrevista _____

Localização geográfica: _____

Nome do responsável pelo estabelecimento _____

1) Utilização da área (ha)

Tipo de uso	Sim	Não
1. Lavoura Temporária		
2. Lavoura permanente		
3. Pastagem		
4. Horta e pomar doméstico		
5. Mata reflorestada		
6. Mata Natural		
7. Outros usos		

2) Utilização de insumos

Cultura	Adubação química	Adubação orgânica	Agrotóxicos
1. Cultura temporária			
2. Cultura permanente			
3. Horta e pomar			
4. Pastagem			
5. Outros usos			
6. Sem uso			

3) Técnicas e equipamentos de uso e conservação

3.1. Irrigação. sim () 2. não ()

3.2. Consórcio de produtos 1. sim () 2. não ()

3.3. Rotação de culturas 1. sim () 2. não ()

3.4. Utiliza fertilizantes? 1. Sim () 2. Não ()

3.5. Utiliza máquinas e tratores () sim () não

3.8 - Qual finalidade das técnicas utilizadas?

4 - Usos e problemas com os recursos naturais (avaliar qualitativamente)

4.1 Queimadas 1. sim () 2. não ()

4.2. Utiliza água do rio? sim () não ()

4.3. Finalidade: consumo humano () recreação (); abastecimento e limpeza ();
dessedentação de animais (); irrigação (); outros ().