



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
Núcleo de Ciências e Tecnologia
Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente

**AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS SOB USO E
OCUPAÇÃO NA SUB - BACIA DO RIO CANDEIAS/RO-
AMAZÔNIA OCIDENTAL.**

ALESSANDRA DA SILVA MARTINS

Porto Velho/RO

2009



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
Núcleo de Ciências e Tecnologia
Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente

**AVALIAÇÃO DA ÁGUAS SUPERFICIAIS SOB USO E
OCUPAÇÃO NA SUB - BACIA DO RIO CANDEIAS/RO-
AMAZÔNIA OCIDENTAL.**

ALESSANDRA DA SILVA MARTINS

Orientador: Prof. Dr. José Vicente E. Bernardi

Dissertação de Mestrado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Monitoramento Ambiental, para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho/RO

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Martins, Alessandra da Silva.

M3865a

Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do rio Candeias / RO- Amazônia Ocidental. / Alessandra da Silva Martins. Porto Velho, Rondônia, 2009.

123f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) Universidade Federal de Rondônia / UNIR, Porto Velho, Rondônia, 2009.

Orientador: Prof. Dr. José Vicente Bernardi

1. Qualidade da água. 2. Propriedades físico-químicas. 3. Rios da Amazônia. I. Bernardi, José Vicente
Título.

CDU: 556.314

ALESSANDRA DA SILVA MARTINS

Avaliação das Águas superficiais sob uso e ocupação na Sub- Bacia do rio
Candeias/RO-Amazônia Ocidental.

Comissão Examinadora

Porto Velho, _____ de _____ de _____.

Resultado _____

DEDICATÓRIA

A Deus, pai maior! A meus pais por todo amor e apoio de sempre; ao meu marido pelo carinho e compreensão. Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar por ter me dado à vida e por ter me dado forças para seguir em frente nesta minha caminhada;

A minha família, em especial a minha mãe Luzia e ao meu pai José, por tudo que fizeram por mim em toda a vida, desde a educação, incentivo e apoio, pois torcem para que eu seja muito feliz; Aos meus irmãos: Drica, Márcio, Marquinho e Marcelinho por estarem ao meu lado;

Ao meu marido Rafael por estar sempre ao meu lado, muito obrigada pela paciência, compreensão nas horas boas e ruins, muito obrigada pelo apoio de sempre, tenho grande amor por você;

Ao meu orientador Prof. Dr. José Vicente Elias Bernardi por me apoiar em meu trabalho, pela orientação e pelas brincadeiras engraçadas, fica aqui minha gratidão e respeito;

Ao Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos, pelo apoio, amizade e conselhos que foram sempre bem recebidos por mim, fica aqui minha grande admiração, carinho e respeito.

Ao Prof. Dr. Ângelo Gilberto Manzatto por fazer parte de tudo isso e pela ajuda de sempre, fica aqui o enorme carinho que tenho;

A Prof. Dr. Miyuki Yamashita, pela orientação principalmente na parte metodológica, o meu muito obrigada;

Ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer e de Microbiologia pelo período em que foi disponibilizado para meu trabalho e aprendizado;

A toda equipe do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental; a Darlly pelo grande companheirismo em campo, a Jane pela ajuda com os nutrientes, a Cibelle, ao Ronaldinho, Dario, Beta, pela amizade, companheirismo e paciência, muito obrigada pelos momentos de descontração e amizade, vocês fazem parte da minha vida;

As minhas amigas de Humaitá: Dane, Leite, Zui, Neco pelos conselhos e apoio; Ao meu grande amigo Márcio Gilberto, obrigada por tudo que fizestes por mim;

O que sabemos é uma gota.

O que ignoramos é um oceano.

Autor Desconhecido

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1. OBJETIVO	18
1.1. OBJETIVO GERAL	18
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. USO E OCUPAÇÃO	19
2.2. QUALIDADE DA ÁGUA	22
2.2.1. Contaminação Biológica	24
2.2.2. Eutrofização	26
2.3. ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS-PCA	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS	31
3.1. ÁREA DE ESTUDO	31
3.1.1. Hidrografia	32
3.1.2. Solos	34
3.1.3. Vegetação	36
3.1.4. Geologia	38
3.1.5. Clima	40
3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	41
3.3. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	43
3.3.1. Equipamentos	43
3.3.2. Procedimento soluções - Nutrientes	43
3.3.2.1. Fósforo Total	43
3.3.2.2. Ortofosfato	44
3.3.2.3. Amônia	44
3.4. COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS	45
3.4.1. Bacteriológico	46
3.4.2. Nutrientes	48
3.4.2.1. Amônia	48
3.4.2.2. Ortofosfato	49
3.4.2.3. Fósforo Total	49
3.4.3. Demanda Química de Oxigênio	50

3.5. TRATAMENTO DOS DADOS	51
3.5.1. Estatística Descritiva	51
3.5.2. Análise Multivariada – Análise das Componentes Principais	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA	54
4.1.1. Oxigênio Dissolvido	54
4.1.2. Turbidez e Condutividade Elétrica.....	55
4.1.3. pH	57
4.1.4. Temperatura da Água	59
4.1.5. Demanda Química de Oxigênio	60
4.1.6. Fósforo Total e Ortofosfato.....	61
4.1.7. Amônia.....	63
4.1.8. Coliformes Fecais e Totais.....	64
5.2. ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS	66
4.2.1. Parâmetros Físico-Químicos	66
4.2.2. Nutrientes (ortofosfato, fósforo total e amônia) e Biológicos (coliformes fecais e não fecais)	69
5. CONCLUSÃO	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE 1	86
APÊNDICE 2	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Reagentes utilizados para solução-estoque: amônia e fosfato	48
Tabela 2: Autovalores (eigenvalue), porcentagem da variância e porcentagem cumulativa da variância para as três primeiras componentes principais dos parâmetros físico-químicos	66
Tabela 3: Peso (<i>loadings</i>) das variáveis físico-químicas nas três componentes	67
Tabela 4: Autovalores (engenvalue), porcentagem da variância e porcentagem cumulativa da variância para as três primeiras componentes principais dos parâmetros nutrientes e biológicos	69
Tabela 5: Peso (<i>loadings</i>) das variáveis nutrientes e bacteriológicas nas três componentes	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desmatamento acumulado entre os estados da Amazônia legal (até 2007....	19
Figura 2: Área intensiva de pecuária	20
Figura 3: Rejeito de curtume no Rio Candeias	20
Figura 4: Mineração (garimpo de Bom Futuro).....	21
Figura 5: Assoreamento – rio Ambição	22
Figura 6: Queimada durante o período de coleta	22
Figura 7: Uso e ocupação do solo.....	27
Figura 8: Sub-Bacia Hidrográfica separando o Alto e Baixo Candeias	33
Figura 9: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos solos.	35
Figura 10: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos tipos de vegetação	37
Figura 11: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos tipos de rochas	39
Figura 12: Uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Jamari evidenciando as linhas que formam a “espinha de peixe”	41
Figura 13: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com pontos amostrais	42
Figura 14: Amostras de água identificadas em frascos âmbar	45
Figura 15: Medição dos parâmetros físico-químicos	46
Figura 16: Sistema de filtragem a vácuo.....	47
Figura 17: Bactérias após incubação	47
Figura 18: Demonstração meio de cultura	47
Figura 19: Análise de amônia.....	49
Figura 20: Análise de fósforo total.	50
Figura 21: Análise de demanda química de oxigênio (DQO) na chapa quente	50
Figura 21: Análise de demanda química de oxigênio (DQO) na chapa quente	50
Figura 22: Demonstração Box-plot com suas denominações de mínimo, máximo e mediana (Q1, Q2 e Q3 – quartis).....	52
Figura 23: Gráfico do oxigênio com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	54
Figura 24: Gráfico da condutividade elétrica com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).....	56

Figura 25: Gráfico da turbidez com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	56
Figura 26: Gráfico do Ph com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	58
Figura 27: Gráfico da temperatura com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	59
Figura 28: Gráfico da DQO com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	60
Figura 29: Gráfico do fósforo total e ortofosfato com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).....	61
Figura 30: Gráfico de amônia com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes)	63
Figura 31: Gráfico dos coliformes fecais e totais com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).....	65
Figura 32: Gráfico dos escores mostrando a projeção espacial de ordenação das cargas das variáveis físico-químicas e dos pontos amostrados	67
Figura 33: Gráfico dos escores mostrando a projeção espacial de ordenação das variáveis amônia, fósforo total, ortofosfato, coliformes fecais e não fecais	71

LISTA DE ABREVIATURAS

ACD - Afluente Candeias

ASC - Afluente Santa Cruz

ARP - Afluente rio Preto

AMB - Ambição

Am - Amônia

ACP - Análise das componentes principais

APHA - American public health association

CD - Candeias

CF - Coliformes Fecais

CP - Componente principal

CT - Coliformes totais

CETESB - Companhia de tecnologia de saneamento ambiental

CONAMA- Conselho nacional do meio ambiente Ptt – Fósforo total

Cond - Condutividade

DQO - Demanda química de oxigênio

EMBRAPA- Empresa brasileira de pesquisa agropecuária

EPA - Environmental protection agency

GPS - Global system position

GTA - Grupo de trabalhadores da Amazônia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

KANINDÉ -

M - Mineração

MS - Ministério da saúde

NCF- Coliformes não fecais

UFC – Unidade formadora de colônia

OD - Oxigênio dissolvido

Orto - Ortofosfato

P - Pecuária

pH - Potencial hidrogeniônico

PR – Preto

SC - Santa Cruz

SEDAM - Secretaria de estado do desenvolvimento ambiental

Turb - Turbidez

UI - Urbana e industrial

UNT - Unidade nefelométrica de turbidez

V - Vegetação

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais na sub-bacia do rio Candeias sob influência antrópica, tais como mineração, pecuária e influência urbana e industrial. A sub-bacia ocupa uma superfície de aproximadamente 13.200Km², distribuída pelos municípios de Porto Velho, Candeias do Jamari, Ariquemes, Alto Paraíso, Itapuã d' Oeste, Buritis, Monte Negro e Campo Novo de Rondônia. As amostras de água foram coletadas no período de seca em 34 localidades, abrangendo os rios Candeias, Santa Cruz, Preto, Ambição e Barra do Garça. Foram determinados os parâmetros físico-químicos (turbidez, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido) *in loco*, DQO por titulometria, nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia) através do método colorimétrico e coliformes fecais por membrana filtrante. O maior valor de turbidez foi registrado no rio Ambição e afluente Santa Cruz, sob influência de mineração (garimpo de Bom Futuro). A condutividade apresentou destaque no rio Ambição e em alguns locais (CD9, CD10, ACD1, ACD3, SC1 e SC3) sob influência de pecuária e de mineração. As maiores concentrações de oxigênio dissolvido foram encontradas no rio Candeias. Com relação aos valores de oxigênio, o rio Candeias apresentou as maiores concentrações, mostrando que mesmo sob influência urbana e industrial há um processo de autodepuração. As águas da sub-bacia se mostraram levemente ácidas, como são encontradas na região Amazônica. Os coliformes fecais enquadraram-se na categoria de satisfatória a imprópria no sistema aquático para balneabilidade conforme a resolução CONAMA 274/2000 e imprópria para ingestão, de acordo com o MS (2004) que estabelece que deve haver ausência destes microrganismos. Em geral, as variáveis físico-químicas e nutrientes mostraram-se abaixo dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005. Os dados foram submetidos à duas análises de componentes principais: a primeira somente com os parâmetros físico-químicos, separou os tipos de águas em claras e pretas e a segunda, com todos os parâmetros, mostrou os grupos sob os tipos de uso e ocupação e influência de cada variável na mesma. Pode-se dizer que a sub-bacia do rio Candeias, mesmo com baixos valores para as variáveis, está sendo submetida à pressão antrópica.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da Água; Parâmetros Físico-Químicos; Fósforo Total, Ortofosfato; Amônia; Rios da Amazônia; Uso e Ocupação; PCA.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the superficial waters quality in the Candeias river sub-basin under antropic influence, as mining, cattle raising and industrial and urban influence. The sub-basin comprises a surface of 13.200Km² approximately, distributed by cities of Porto Velho, Candeias do Jamari, Ariquemes, Alto Paraíso, Itapuã d' Oeste, Buritis, Monte Negro and Campo Novo de Rondônia. The water samples were collected in the dry period in 34 localities, comprising the Candeias, Santa Cruz, Preto, Ambição e Barra do Garça rivers. The physical-chemicals parameters (temperature, dissolved oxygen, pH and electrical conductivity) were determined *in loco*, DQO by titulometry, nutrients (NH₄⁺, PO₄⁻³ and PO dissolved) by colorimetric method and total coliforms by membrane filter technique. The greater value of turbidity was registered in Ambição river and Santa Cruz affluent, under mining influence (Bom futuro mining). The conductivity was highest in Ambição river and in some localities (CD9, CD10, ACD1, ACD3, SC1 e SC3) under cattle raising and mining influence. The greater dissolved oxygen concentrations were found in Candeias river. In regards to oxygen values, the Candeias river presented the highest concentrations, showing that there is a autodepuration process in this river, in spite of it be under industrial and urban influence. The water of the sub-basin showed lightly acid, as they are found in the amazon region. The fecal coliforms are in satisfactory to inappropriate category to balneability according to CONAMA 274/2000, and inappropriate to ingestion according to MS (2004), wich establishes that must have absence of these microorganisms in water. In general, the physical-chemicals variables and nutrients were below the values established by CONAMA 357/2005. The data were submitted to two principal components analisys: The first one, only with the physical-chemicals parameters, separated the kind of water in white and black; And the second one, with all the parameters, showed the groups under the kind of use and occupation and the influence of each variable. We can affirm that the Candeias river sub-basin is being submetid to antropic pression.

KEYWORDS: Quality water; Physico-chemical parameters; Total phosphorus; Orthophosphate; Ammonia; Rivers of the Amazon; Use and occupation; ACP.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui 12% das reservas de água doce do mundo e uma posição de destaque no cenário internacional quanto aos instrumentos legais e institucionais de gestão das águas. Entretanto, apesar da quantidade, enfrenta escassez e prevê que a crise do próximo século será a da água, principalmente pelo aumento do consumo e deterioração dos mananciais (TUCCI, 2002).

A bacia amazônica representa a maior extensão de florestas tropicais da Terra, exercendo significativa influência no clima local e global, devido aos fluxos de energia e água na atmosfera. Presume-se que alteração dos ciclos da água, energia solar, carbono e nutrientes, resultantes da mudança no uso da terra na Amazônia possam provocar, conseqüências climáticas e ambientais em escalas local, regional e global (LUIZÃO, 2007).

O Estado de Rondônia tem significativa contribuição hidrográfica para a Bacia Amazônica, sendo inserida numa área fluvial com extensão de 1.500 Km, destacando-se os rios Madeira, Mamoré, Guaporé, Jamari e seu principal afluente, o rio Candeias do Jamari, objeto deste estudo (OTTOBELLI et al, 2006).

A sub-bacia do rio Candeias, afluente do rio Jamari, desempenham importante papel prevalecente na economia regional, tais como o abastecimento de água para consumo e uso doméstico por parte da população ribeirinha e zona rural; hidrovias de transporte para produção extrativa e de passageiros; produção de pescado para atender as necessidades alimentares de um pequeno número de pescadores residentes em seu entorno; potencial turístico nas áreas de lazer doméstico e familiar, entretenimento em geral para a comunidade e geração de emprego e renda para a população (ALMEIDA SOBRINHO, 2006).

A qualidade das águas superficiais de consumo humano no meio rural está diretamente relacionada à forma de ocupação do solo, à transformação de ecossistemas naturais equilibrados em áreas de lavouras, ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes e à falta de tratamento dos dejetos animais e humanos (ALMEIDA et al, 2001).

A ocupação do meio físico de forma acelerada e desordenada traz conseqüentemente à utilização e o manejo inadequado dos recursos naturais, implantação da pecuária extensiva, elevada concentração da terra e intenso êxodo rural faz despertar interesses de pesquisadores, que tentam indicar soluções para reverter ou,

pelo menos, amenizar o grave quadro ambiental, social e econômico (SILVA et al, 2006).

Vários autores (BERNARDI et al, 2001; PIMENTEL, 2003; MENDIGUCHÍA et al, 2004; CARLE et al, 2005; CASTAÑE et al, 2005; ZIBORDI et al, 2006; WANG et al, 2006; ANDRADE et al, 2007; BARRETO et al 2007; FELIPE-SOTELO et al, 2007; SILVA et al, 2008; BERNARDI et al, 2009) vem utilizando a técnica de análise das componentes principais para estudar a qualidade da água em áreas principalmente sob uso e ocupação.

Diante dos fatos elencados, novas áreas estão em fase de degradação sem que se conheçam, as características originais das águas superficiais que são os melhores parâmetros para se medir a qualidade, o grau de impacto e entender os mecanismos que controlam a concentração dos elementos químicos dos igarapés, e caracterizar a lixiviação e a ciclagem química (HORBE et al, 2005).

Este trabalho permitirá uma avaliação da qualidade dos recursos hídricos da sub-bacia do rio Candeias, que servirá de base para nortear políticas públicas, quanto ao uso das águas e sua qualidade.

1. OBJETIVOS

1.1. GERAL

- Avaliar fatores ambientais nas águas da sub-bacia do rio Candeias sob uso e ocupação.

1.2. ESPECÍFICO

- Quantificar os níveis de contaminação microbiológica (coliformes fecais e totais);
- Determinar as concentrações dos nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia);
- Determinar os parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, pH, turbidez e DQO);
- Relacionar as variáveis limnológicas com o uso e ocupação na sub-bacia do rio Candeias;
- Realizar análise das componentes principais para verificar as variáveis de maior importância.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. USO E OCUPAÇÃO

A colonização da Amazônia a partir do final da década de 1960 foi marcada pelo processo violento de ocupação e degradação ambiental característica das “economias de fronteira”, nas quais o progresso é entendido simplesmente como crescimento econômico e prosperidade, infinitos baseados na exploração de recursos naturais percebidos como igualmente infinitos (VIEIRA et al, 2005).

Em Rondônia o desmatamento acumulado, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/2008), chegou a quase 9 milhões de hectares (89.994 km²) em julho de 2007, o que representa mais de um terço (37,72%) da área total do Estado (238.523 km²). O percentual de desmatamento acumulado coloca Rondônia num patamar mais elevado que outros estados da Amazônia Legal, como Pará e Mato Grosso, tradicionalmente considerados “campeões do desmatamento” (Figura 1) (GTA, 2008).

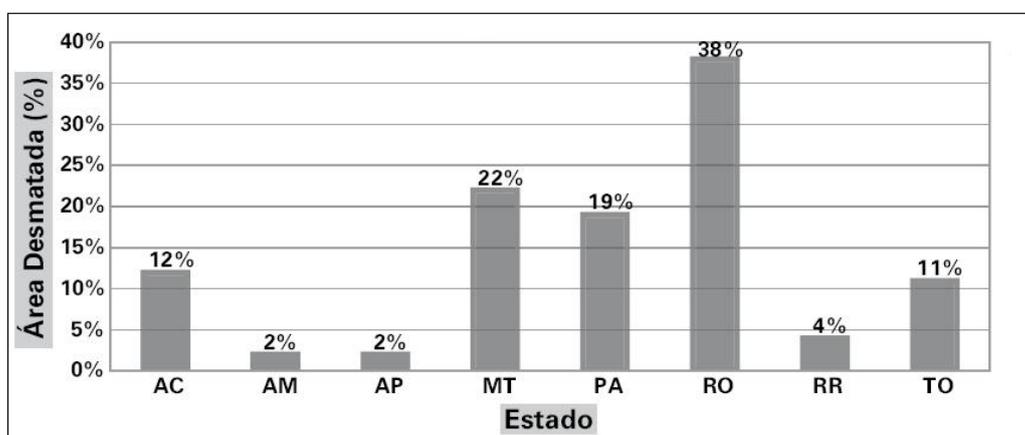


Figura 1: Desmatamento acumulado entre os estados da Amazônia legal (até 2007).

Fonte: GTA

A perda das florestas tropicais tem aumentado nas últimas décadas como resultado de construção de estradas, atividades de agropecuária, exploração de madeira, mineração, efluentes de curtume e águas residuárias, variando de acordo com as mudanças relacionadas às forças econômicas (PEDLOWSKI et al, 1999; FEARNSTIDE, 2006).

As áreas desmatadas de Rondônia são predominantemente ocupadas por pastagens extensivas aumentando significativamente a pecuária bovina. Nos últimos anos as taxas da produção do gado de corte e principalmente do leite tem aumentado consideravelmente e, conseqüentemente, com implantação de laticínios de pequeno e médio porte, o que tem causado impactos nos recursos hídricos (Figuras 2 e 3) (VASCONCELOS, 2005; KANINDÉ, 2007).

A pecuária é uma atividade econômica indispensável, tem como prioridade o suprimento de água, na qual é desenvolvida próxima a rios e lagos, visando o aumento na produção. Traz como conseqüências para o meio ambiente diminuição da diversidade vegetal e animal, onde o forrageamento compromete a manutenção e regeneração do sistema florestal propiciando o empobrecimento de nutrientes do solo o que facilita o processo de erosão que é considerado uma ameaça potencial a fertilidade do solo, onde a formação de sulcos agrava o problema. A formação de sulcos pode ser um grave problema em pastagem, especialmente porque o capim nestas áreas mais comumente plantado cresce em tufo separados entre si (FEARNSIDE, 1980; CARVALHO et al, 2000).

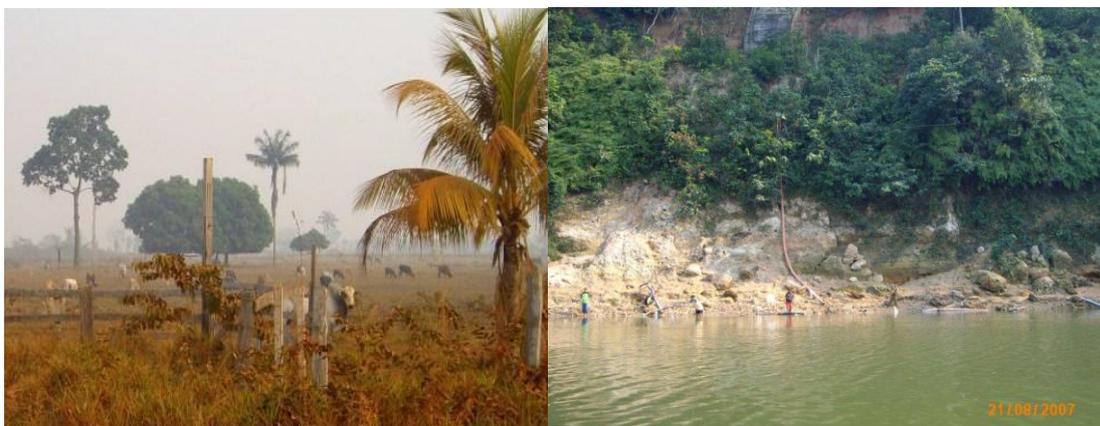


Figura 2: Área intensiva de pecuária. **Figura 3:** Rejeito de curtume no Rio Candeias.

O lançamento indiscriminado de efluentes de curtume afeta severamente a qualidade da água, trazendo conseqüências às espécies existentes no corpo d'água e à saúde humana (Figura 3). Na Argentina um curtume foi acusado de lançar resíduos tóxicos no meio ambiente e os elevados teores de cromo e fenóis nos rejeitos seriam responsáveis pelo surgimento de câncer, má-formação genética, irritação nas mucosas, na vista e na pele, além de doenças respiratórias (VALENTE, 2003). De um modo geral, as águas residuárias dos curtumes apresentam elevados teores de cromo, arsênio, ácido

titânico, cal, sulfetos livres, sabões, bactericidas, fungicidas, demanda química e bioquímica de oxigênio entre diversas outras substâncias tóxicas (BRAILES & CAVALCANTE, 1993).

A mineração e o garimpo constituem uma das atividades que mais degrada o meio ambiente. A exploração de cassiterita (minério de estanho) que teve muita importância na Amazônia. Tais atividades trazem grandes devastações na floresta, provocando agressões na área de extração do entorno e potenciais fonte de poluição dos recursos hídricos, modificando principalmente os sólidos e compostos tóxicos (SANTOS, 2002; BONUMÁ, 2006) (Figura 4).



Figura 4: Mineração (garimpo de Bom Futuro).

A madeira se apresenta como o produto mais rentável da floresta e também como a financiadora do desflorestamento. Os madeireiros adquirem dos pecuaristas o direito de exploração das áreas, de onde tiram a madeira que lhes interessa deixando a área limpa para a formação de pastagens, normalmente de baixo rendimento. Outros indutores do desflorestamento são as especulações por terras e a expansão da fronteira agrícola. Porém, nenhum dos fatores citados pode ser apontado como único responsável pelo desflorestamento, uma vez que agem de forma complementar (ALMEIDA SOBRINHO, 2006; ANGELO & SÁ, 2007).

A sub-bacia do rio Candeias já enfrenta problemas com escassez de água em algumas regiões decorrente da má gestão dos recursos hídricos, pois muitas áreas estão com sérios problemas de assoreamento e diminuição do nível d'água e da vazão na última década devido ao desmatamento das matas ciliares (Figura 5) (VASCONCELOS, 2005).



Figura 5: Assoreamento (rio Ambição). **Figura 6:** Queimada no período de coleta.

O desmatamento associado às queimadas (processo tradicional de limpeza das áreas para formação e manutenção de pastagens e agricultura) também tem aumentado de forma significativa em decorrência da prática de mau uso da terra que vem gradativamente mudando a paisagem não só da sub-bacia do rio Candeias como de todo o Estado de Rondônia (Figura 6) (VASCONCELOS, 2005).

Todas as atividades citadas continuam sendo praticadas no Estado, porém, de forma e intensidade distinta em função das limitações dos recursos naturais, do contexto sócio-econômico e da dificuldade de acesso a algumas áreas.

A transformação de florestas tropicais em pastagens e diferentes culturas agrícolas tornaram-se um grave “problema” ambiental e social, que inclui o empobrecimento social e ecológico e uma importante fonte de gases que contribuem para a elevação da temperatura no planeta. A exploração dessas atividades, da maneira como vem sendo realizada, é altamente destruidora do ecossistema amazônico (BRAILES & CAVALCANTE, 1993).

2.2. QUALIDADE DA ÁGUA

A água é essencial para a existência e bem-estar do ser humano, devendo ser disponível em quantidade suficiente e de boa qualidade como garantia da manutenção da vida (FREITAS et al, 2002). Por conter grande parte de substâncias e elementos facilmente absorvidos pelo organismo, constitui fonte essencial ao desenvolvimento, já que cerca de 60 % da água utilizada é ingerida na forma líquida, por outro lado, as

águas naturais podem conter organismos, substâncias, compostos e elementos prejudiciais à saúde (DI BERNARDO, 1993).

A qualidade da água é de suma importância, segundo dados da Organização Mundial da Saúde, aproximadamente 80% das doenças e enfermidades transmitidas à população podem ser atribuídos à água e ao saneamento inadequado (GALALGORCHEV et al, 1993). Os problemas de poluição nos corpos d'água surgem quando a produção de resíduos pelo sistema ultrapassa a capacidade de reciclagem ou diluição natural, dependendo também da vida socioeconômica e cultural da comunidade (HAGEMANN et al, 2004).

Segundo Branco (1991), a qualidade da água não se refere ao grau de pureza absoluto ou próximo deste, mas sim a um padrão mais próximo possível do natural da água, ou seja, como ela se encontra nas nascentes, antes do contato do homem.

Merten & Minella (2002) referem-se que o termo “qualidade da água” não se trata necessariamente ao estado de pureza da mesma, mas simplesmente das características físico-químicas e biológicas e dependendo destas características são determinados diversos destinos para a água. Desta forma as normas nacionais de uso da água contida na Resolução CONAMA nº357/2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, onde para as águas de classe 2 são determinada para abastecimento de consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); 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; e aqüicultura e atividade de pesca.

De acordo com vários autores a qualidade das águas superficiais depende dos processos naturais (condições geológicas, geomorfológicas, intensidade das precipitações, intemperismo, cobertura vegetal e escoamento superficial) e da influência humana. A ação antrópica sobre os cursos d'água é talvez a responsável pelas maiores alterações da composição da água causada pela contaminação pontual e difusa. A contaminação pontual atinge o corpo d'água através de um ponto (efluentes domésticos, atividades industriais, sumidouros, aterros sanitários, vazamento de depósitos de produtos químicos, proximidade a posto de combustível). As fontes difusas contaminam áreas extensas, devido a poluentes transportados por correntes aéreas, chuva, atividade agrícola (fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros) e pecuária

(eutrofização) (PARALTA & RIBEIRO, 2000; PRADO & NOVO, 2007; QUEIROZ et al, 2007).

A contaminação em mananciais por microrganismos pode ocorrer de forma pontual ou difusa. A pontual, por exemplo, refere-se, à contaminação causada pela criação de animais em sistemas de confinamento, onde grandes quantidades de dejetos são produzidos e lançados, diretamente no ambiente ou aplicado em lavouras, e já a poluição difusa é causada principalmente, pelo deflúvio superficial e lixiviação de materiais (MERTEN & MINELLA, 2002).

A qualidade da água está diretamente relacionada à presença de microrganismos patogênicos que prejudicam a saúde humana. A presença desses patógenos associada ao risco de transmissão de doenças é verificada pela presença de bactérias do grupo coliforme que indica existência de contaminação fecal (PHILIPPI JR. et al, 2004).

Pode-se dizer que o melhor método para evitar a degradação dos recursos hídricos é o planejamento territorial da bacia hidrográfica, com base em princípios ambientais. Este planejamento deve ser feito a partir de um diagnóstico ambiental de toda a bacia, levantando as principais características dos meios físico, biológico e socioeconômico (MOTA, 2003).

2.2.1. Contaminação Biológica

Normalmente um corpo d'água é habitado por diversos seres vivos entre os quais podemos incluir os microrganismos (bactérias, algas, protozoários) responsáveis pela decomposição da matéria orgânica liberando nutrientes para o ambiente. Além dos microrganismos encontrados nos rios, o mesmo recebe outros indivíduos (bactérias, protozoários, helmintos e vírus) provenientes de cargas de esgotos que podem prejudicar seriamente a saúde da população que faz uso desta água para seu consumo diário (OLIVEIRA, 1976; BRANCO & ROCHA, 1977; SERAFIM et al, 2003).

Entre os microrganismos disseminados em fontes de água, as bactérias da família *Enterobacteriaceae*, têm como principais gêneros a *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus* e *Serratia*, embora vários outros gêneros pertençam ao grupo (PELCZAR et al, 1981; MURRAY, 2000; TORTORA et al, 2000).

Os coliformes fecais são constituídos em sua maior parte pela bactéria patogênica *Escherichia coli*, que tem seu “habitat” exclusivo no trato intestinal do

homem e de animais homeotérmicos (PARDI et al, 1995; SILVA & JUNQUEIRA, 1995; VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1996; EMBRAPA, 2005). Representam um percentual em torno de 96 a 99% nas fezes, onde cada pessoa excreta cerca de dois bilhões dessas bactérias diariamente (PRESCOTT et al, 1996; RIBEIRO, 2002).

Os coliformes totais apresentam uma ecologia diferenciada, na qual além da presença de *E.coli*, fazem parte deste grupo bactérias presentes no solo e na vegetação como *Proteus* e *Serratia* (MACÊDO, 2007).

Os coliformes são definidos como bastonetes gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporulados, que fermentam lactose com formação de ácido e gás dentro de 24-48 h a 35°C (SILVA & JUNQUEIRA, 1995; HITCHINS et al, 1996; PRESCOTT et al, 1996; VANDERZANT & SPLITTOESSER, 1996).

Os coliformes assumem importância como parâmetro indicador da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera. Estas doenças são de grande importância em virtude da alta patogenicidade no ser humano e abrangência mundial, além de serem reinfecantes, por possuírem grande variação antigênica (PELCZAR et al, 1981).

São responsáveis por 90% dos casos de infecções do trato urinário, sendo em sua maioria causada pela *E.coli* e com menor frequência por *Klebsiella*, *Proteus*, *Enterobacter* e *Pseudomonas* (ALMEIDA et al, 2007).

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são as nascentes bastante susceptíveis à contaminação e poços rasos. No Reino Unido, verificou-se que 63% das nascentes estavam fora dos padrões de potabilidade, representando risco considerável a saúde dos consumidores (FEWTRELL et al, 1998). Em estudo realizado no Canadá foi possível o isolamento de *Escherichia coli* O157: H7 nas fezes de uma criança com diarreia sanguinolenta e na água do poço onde residia. Além disso, a mesma bactéria foi isolada nas fezes de 63% dos bovinos da fazenda (JACKSON et al, 1998).

Gastaldine & Irion (2001) avaliaram as principais fontes de poluição na bacia do rio Ibicuí/RS, objetivando quantificar e localizar as cargas poluidoras potenciais atuais visando implementar ações para gestão de água. Foi observado as cargas potenciais tais como esgotos domésticos (urbanos e rurais), resíduos sólidos (urbanos, rurais e industriais), atividade de pecuária, irrigação e mata nativa e efluentes líquidos

industriais. Concluindo que o fator que mais contribuiu geração de carga total foi a poluição por animais de pequeno e grande porte, responsáveis por 78% da carga total de coliformes fecais e em segundo os esgotos sanitários com 22% (CERETTA, 2004).

A presença de organismos patogênicos em águas superficiais deve receber especial atenção quando estas águas têm como uso a dessedentação de pessoas e seus hábitos de higiene (PALHARES et al, 2009).

2.2.2. Eutrofização

O processo de eutrofização pela disponibilidade de matéria orgânica excessiva nos sistemas aquáticos, propiciando o desenvolvimento primário (algas), principalmente por fósforo e nitrogênio, que são despejados de forma dissolvida ou particulada nos rios, lagos e represas e são transformados em partículas orgânicas, matéria viva vegetal, pelo metabolismo das plantas. A eutrofização natural é resultado da descarga normal de nitrogênio e fósforo motivados pela acumulação de matérias de origem mineral ou orgânica trazidas por cursos d'água (TUNDISI, 2003; MONTEIRO, 2004).

A ação do homem, geralmente tem por conseqüência intensificar, de forma considerável, os fenômenos naturais e acelerar este processo em que ocorre o enriquecimento das águas superficiais por nutrientes levando a um grande crescimento de algas e outras espécies de vegetais aquáticos (TOLEDO et al, 1984; VON SPERLING, 1995; HARREMOES, 1998; MONTEIRO, 2004).

Dentre as ações humanas que mais contribuem para acelerar o processo da eutrofização destacam-se: desmatamento; criação de áreas agrícolas; efluentes industriais; implantação de cidades; utilização excessiva de adubos e pesticidas (MONTEIRO, 2004) (Figura 7).

A eutrofização tornou-se um problema freqüente em muitos países e isto se deve ao progressivo crescimento da população de determinadas áreas. Em muitas situações a descarga de esgotos possui tratamento inadequado e estes são lançados próximos a corpos d'água. Esta situação vem agravando-se ao longo dos anos, onde o esgoto doméstico e industrial são considerados principais fontes de eutrofização (RYDING & RAST, 1989; VON SPERLING, 1996; MOREIRA, 2003).

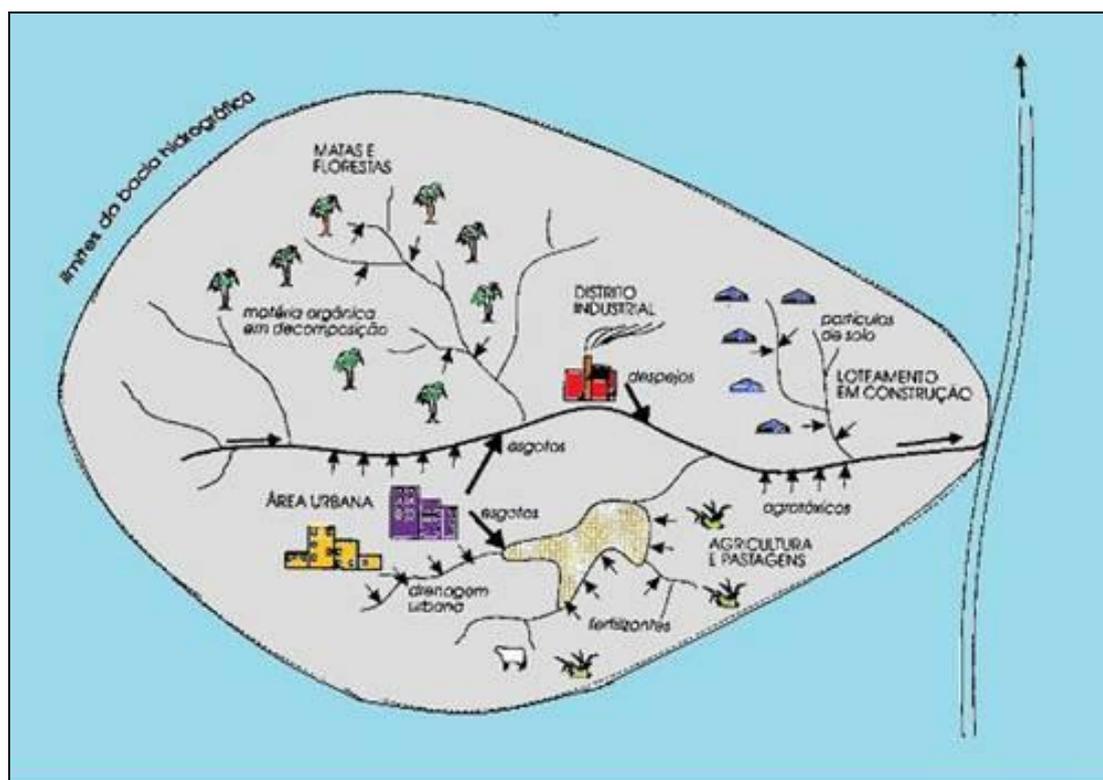


Figura 7: Uso e ocupação no solo.

Fonte: Monteggia, 2007.

A aplicação de fertilizantes nas plantações é um dos principais fatores que contribuem para o aumento das concentrações, principalmente, de nitratos e amônia que são à base desses produtos, ao lado do fósforo (VON SPERLING, 1996).

A amônia provém fundamentalmente do processo de amonificação e pela hidrólise de uréia, substância componente da urina (SOUSA, 1997). Podendo ser apresentada tanto na forma de íon (NH_4^+) como na forma livre não ionizada (NH_3), segundo um equilíbrio dinâmico. O aumento de pH e da temperatura contribuem para a elevação da fração não ionizada (NH_3) e para a redução da fração ionizada (NH_4^+), o que é muito importante, visto que a amônia livre (NH_3) é extremamente tóxica (VON SPERLING, 1996).

O fósforo nos sistemas naturais é relativamente raro, sendo que participa de processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, como: armazenamento de energia e estruturação da membrana celular (ESTEVES, 1998; TUNDISI, 2003; FARIAS, 2006). A demanda de fósforo em relação ao suprimento de nitrogênio é muito maior, à medida que o P é descarregado em rios, lagos, a partir de fontes pontuais e não-

pontuais os requerimentos das plantas são satisfeitos, o crescimento aumenta e o outro elemento mais comumente requerido, o nitrogênio, torna-se limitante (TUNDISI, 2003).

Os compostos de fósforo podem estar nas águas sob as formas de ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Os ortofosfatos têm como origem os fertilizantes fosfatados utilizados na agricultura; os polifosfatos são provenientes de despejos de esgotos domésticos e de alguns despejos industriais que utilizam detergentes sintéticos à base de polifosfatos (LIMA, 2003).

Dentre as fontes naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fosfato, onde a dinâmica é bastante influenciada pelo aporte de cargas através de seus tributários, do assoreamento e erosão, decomposição de restos vegetais e mobilização a partir do sedimento de fundo (BOLLMANN & MARQUES, 2006).

Na bacia do rio Ji-Paraná Leite (2004), pôde observar que as maiores concentrações dos nutrientes N e P ocorreram nos rios com regiões mais alteradas pela presença humana, indicando que tais mudanças no uso da terra, já estejam refletindo na biogeoquímica destas águas.

Neill et al (2001), em estudos realizados em igarapés da fazenda Nova Vida (RO), observaram que alterações no uso e cobertura do solo provocaram mudanças nas concentrações de nutrientes, e aumento da temperatura na água do igarapé e na quantidade de energia solar que atinge o canal, afetando a disponibilidade e a concentração de materiais particulados e dissolvidos.

2.3. ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS - PCA

Estudos ambientais com muitas amostras e variáveis sejam elas físicas e/ou biológicas, uma das formas de avaliar mutuamente o conjunto de dados gerados é através da análise estatística multivariada (LANDIM, 1997). Sendo assim, torna-se necessário o emprego de técnicas que possam resumir, sistematicamente, a correlação significativa existente entre as muitas variáveis (ANDRADE et al, 2007; GIRAO et al, 2007).

Na técnica de estatística multivariada tem-se a Análise das Componentes Principais, que minimiza tais dificuldades, sendo empregada em diversas áreas, como por exemplo, para estudar os fenômenos hidrológicos, hidrometeorológicos e hidroquímicos (ANDRADE et al, 2007). O propósito desta análise é produzir uma

ordenação das variáveis, em um número pequeno que dê ênfase aos principais padrões de variação, com um novo sistema de eixos denominados de componentes principais ou autovetores o que indica as variáveis de maior importância (LANDIM, 1997; MONTES-BOTELLA & TENORIO, 2003; OLIVEIRA & BECKER, 2006).

As componentes principais são combinações lineares particulares de n variáveis aleatórias, sendo assim, a primeira transformação linear, ou primeira componente principal, sintetiza a máxima variabilidade possível no conjunto de dados originais (RIOS, 2001; PIMENTEL, 2003; CARLE et al, 2005). A segunda transformação linear, ou segunda componente principal, sintetiza a máxima variabilidade residual, ou seja, não contabilizada na primeira componente. As principais componentes adicionais podem ser obtidas na seqüência até que a maior parte da variação original dos dados seja capturada. O resultado é uma menor descorrelação do número de variáveis que capta a distribuição inicial dos dados. São gerados valores com cargas que representam correlações entre as principais componentes e as variáveis originais (RIOS, 2001; CARLE et al, 2005).

Essas combinações lineares representam a seleção de um novo sistema de coordenadas obtido pela rotação do sistema original de eixos representados pelos vetores no qual é realizada a extração dos autovalores e autovetores da matriz simétrica (RIOS, 2001).

Os autovetores correspondem às componentes principais e é o resultado do carregamento das variáveis originais em cada um deles. Tais carregamentos podem ser considerados como uma medida da relativa importância de cada variável em relação às componentes principais e os respectivos sinais, se positivos ou negativos, indicam relações diretamente e inversamente proporcionais (BICUDO & BICUDO, 2004).

A matriz de carregamentos de cada variável nas componentes principais, ao ser multiplicada pela matriz original de dados, fornece a matriz de contagens (*scores*) de cada caso em relação às componentes principais (BERNARDI et al, 2001; FELIPE-SOTELO et al, 2006). Os *scores* representam a projeção das amostras no novo sistema de coordenadas e, os pesos/cargas são os coeficientes que medem a importância de cada variável original em cada componente principal (RIBEIRO & FERREIRA, 2005). Analisando-se os gráficos dos *escores* e dos pesos resultantes desta análise, podem-se identificar facilmente padrões de associação e similaridade tanto entre variáveis quanto entre localidades.

Neste estudo, o número de componentes extraídos seguiu os preceitos apresentados por NORUSIS (1990), afirmando que se devem considerar somente as componentes com variância ≥ 1 . Esse critério foi proposto por KAISER (1958), citado por NORUSIS (1990), e fundamenta-se no fato de que qualquer fator deve explicar uma variância superior àquela apresentada por uma simples variável (SILVEIRA & ANDRADE, 2002).

A análise das componentes principais (ACP) vem sendo utilizada com bastante relevância por vários pesquisadores da área ambiental, como os citados (BERNARDI et al, 2001; ZIBORDI et al, 2006; SILVA et al, 2008).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

As cabeceiras do rio Candeias estão localizadas no território do município de Campo Novo de Rondônia, ao Norte da serra dos Pacaás Novos, região Central do Estado de Rondônia. Com percurso superior a 300 km, deságua na margem esquerda do rio Jamari, e após atravessar algumas cachoeiras e receber inúmeros afluentes ganham várias denominações, com a colaboração da população de seu entorno, como: Cachoeiras Monte Cristo, Buriti, Formosa, Seis de Julho, Remanso das Pedras e Cachoeirinha; os afluentes da margem direita compreende os igarapés Grande, rio Santa Cruz, rio Preto do Candeias e rio Tapagem, enquanto que pela margem esquerda destaca-se os igarapés Ambição, rio Pinates, rio Tapado, rio São Domingos, rio Liberdade e Garça (Figura 8) (OTTOBELLI et al, 2006).

A sub-bacia hidrográfica ocupa uma superfície de aproximadamente 13.200 km², distribuídas pelos municípios de Porto Velho, Candeias do Jamari, Ariquemes, Alto Paraíso, Itapuã d' Oeste, Buritis, Monte Negro e Campo Novo de Rondônia (OTTOBELI et al, 2006).

3.1.1. Hidrografia

A rede hidrográfica do estado de Rondônia é composta pelo rio Madeira e seus afluentes, que formam oito sub-bacias significativas: Bacia do Guaporé, Bacia do Mamoré, Bacia do Abunã, Bacia do Mutum-Paraná, Bacia do Jaci-Paraná, Bacia do Jamari, Bacia do Machado e Bacia do Aripuanã (SEDAM, 2002). A Bacia do Rio Jamari está dividida em quatro sub-bacias: Alto Jamari, Baixo Jamari, Alto Candeias e Baixo Candeias (Figura 8) (KANINDÉ, 2007).

O rio Candeias é o principal tributário do Jamari, que por sua vez é afluente da margem direita do rio Madeira, um dos mais importantes cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Amazonas.

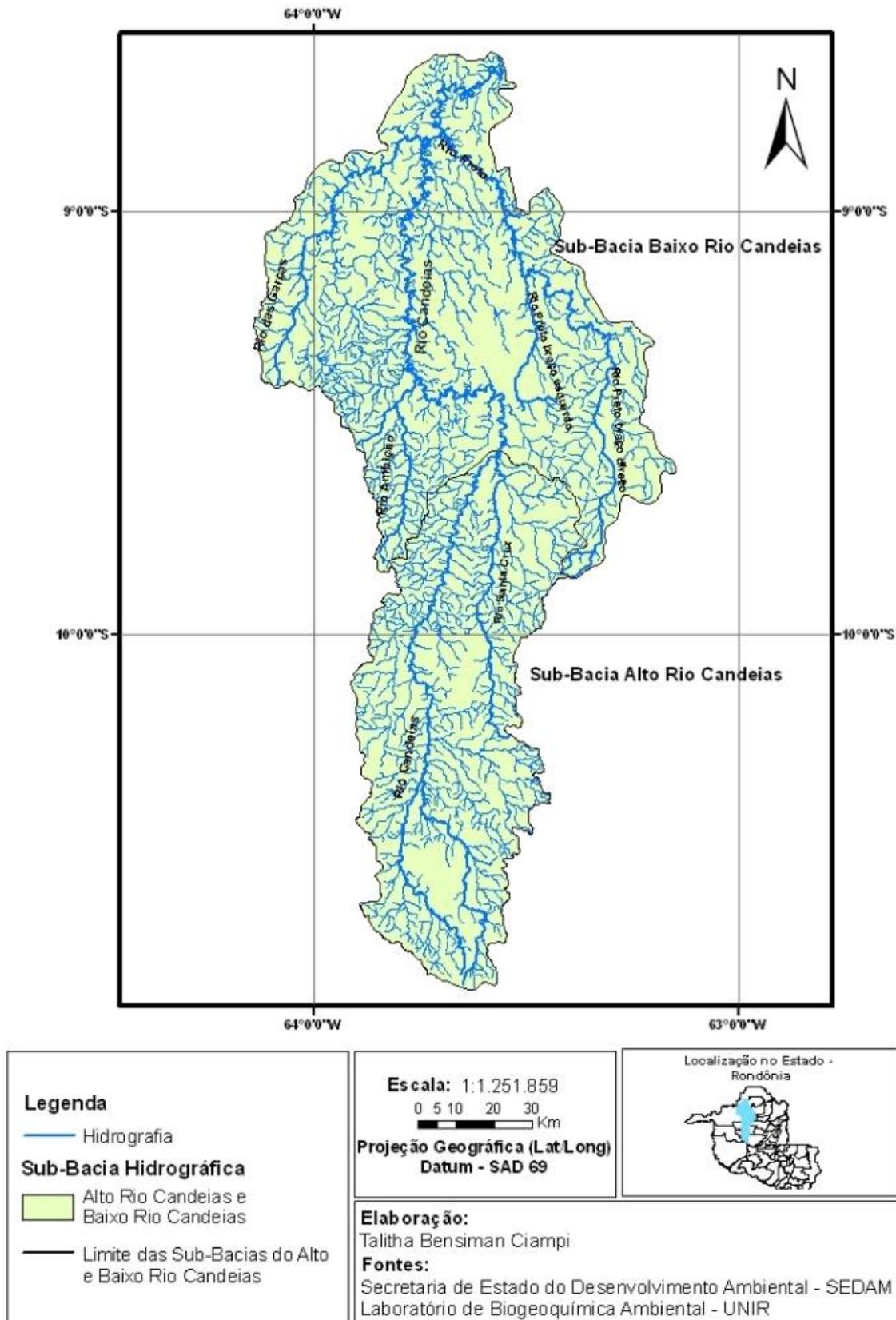


Figura 8: Sub-Bacia Hidrográfica separando o Alto e Baixo Candeias.

3.1.2. SOLOS

Conforme o ZSEE-RO, o estado de Rondônia apresenta os seguintes grupos de solos: (AD) Solos Aluviais Distróficos, (CD) Cambissolos Distróficos, (CE) Cambissolos Eutróficos, (ED) Regossolos Distróficos, (GD) Solos Glei Distróficos, (ID) Solos Concrecionários Distróficos, (LAD) Latossolos Amarelos Distróficos, (LAE) Latossolos Amarelos Eutróficos, (LLD) Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, (LVD) Latossolos Vermelho-Escuros Distróficos, (LVE) Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos, (PAD) Podzólicos Amarelos Distróficos, (PD) Podzólicos Vermelho-Amarelos Distróficos, (RD) Solos Litólicos Distróficos, (RE) Solos Litólicos Eutróficos, (PE) Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutróficos (RONDÔNIA, 2002).

O grupo mais representativo nas áreas de coleta são os latossolos, que apresentam horizonte B ôxido e/ou kândico. Geralmente são solos bastantes intemperizados, apresentando como principais derivados da argila: caolinita, gipisita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Em razão da forte lixiviação sua capacidade de troca catiônica é baixa, assim, como a quantidade de cálcio, magnésio, potássio e sódio absorvido (RONDÔNIA, 2002) (Figura 9).

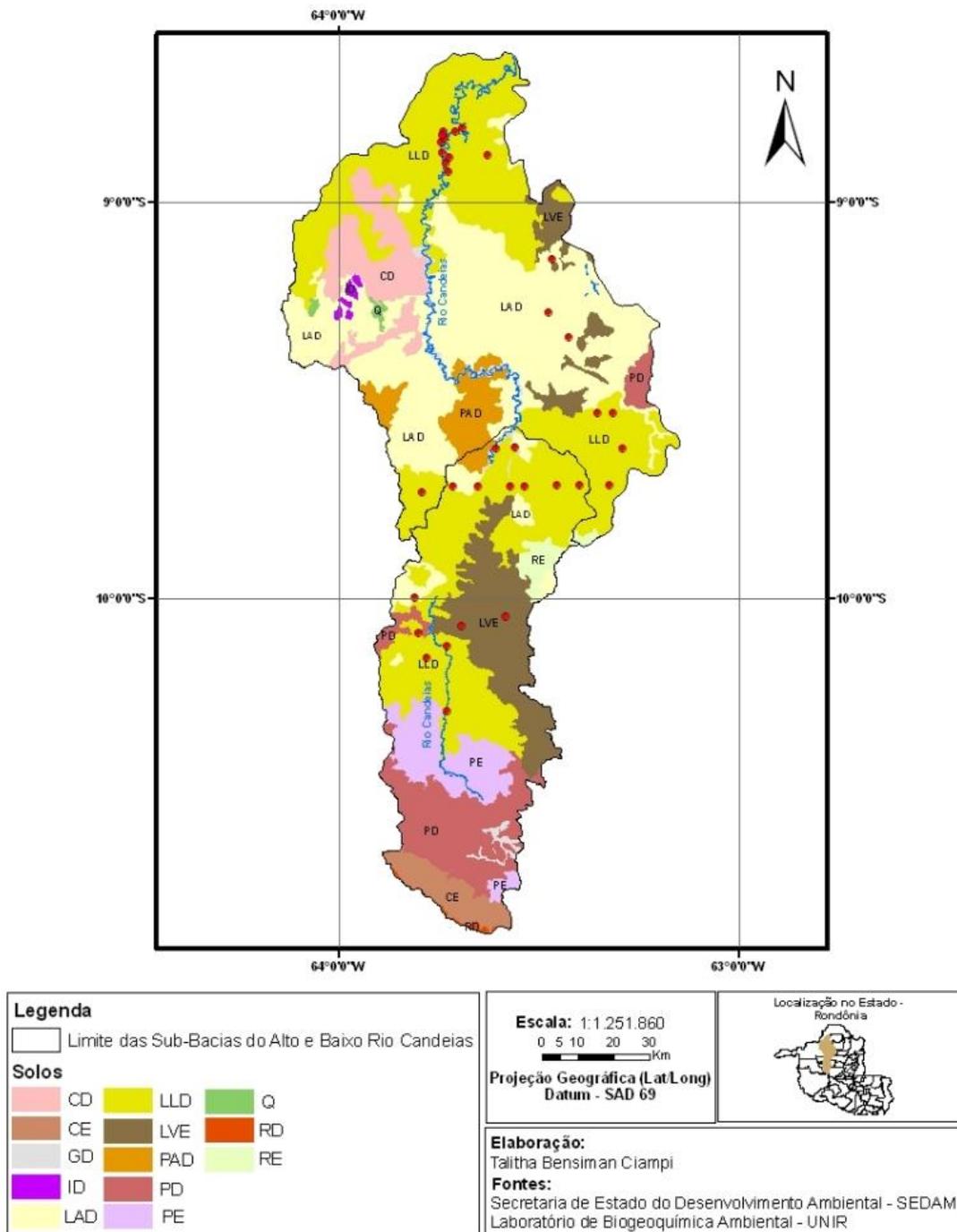
Os latossolos são caracterizados como solos profundos (1 a 2 metros) ou muito profundos (mais de 2 metros), bem drenados (água infiltra com facilidade não ocorrendo encharcamento), pouca diferenciação de cor e de textura em suas camadas (horizontes) superficiais e sub-superficiais, maior resistência aos processos erosivos e de baixa fertilidade natural, por serem solos ácidos. Esta baixa fertilidade representa a limitação principal para o uso agrícola, necessitando de correção e adubação, exceto a subordem Vermelho-Escuro, de fertilidade média (MENDES, 2002).

Na área de estudo foram registradas as seguintes subordens de latossolos:

Latossolos Amarelo Distróficos (LAD): caracterizados pela cor amarelada e baixo teor de ferro; em geral, a declividade oscila em torno de 2-8%, bem drenados e variando de argiloso a arenoso (Figura 8).

Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (LLD): são os mais frequentes, apresentando declividade média de 2-8%, bem drenados e geralmente francos, geralmente são pobres, ácidos, álicos e distróficos.

Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos (LVE): apresentam igualmente uma coloração mais escura, com declividade entre 2-8%, bem drenados, argilosos e ligeiramente pedregosos (Figura 9).



Nota: CD – cambissolos distróficos; CE – cambissolos eutróficos; GD – glei distróficos; ID – concrecionários distróficos; LAD – latossolo amarelo distrófico; LLD – latossolo vermelho-amarelo distrófico; LVE – latossolo vermelho-escuro distrófico; PAD – podzólicos amarelo distrófico; PD – podzólico vermelho-amarelo distrófico; PE – podzólico vermelho-amarelo eutrófico; RD – litólicos distróficos; RE – litólicos eutróficos.

Figura 9: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos solos.

3.1.3. VEGETAÇÃO

Dois biomas importantes são caracterizados na região: floresta amazônica e cerrado, ocorrendo vegetação transicional entre ambos. Estes biomas são especificados conforme a classificação das formações vegetais do estado de Rondônia, baseada no Zoneamento Socioeconômico e Ecológico de Rondônia (ZSEE-RO). A vegetação na área de estudo é composta principalmente por floresta ombrófila, tais como: floresta ombrófila aberta de terras baixas (**Ab**), floresta ombrófila aberta submontana (**As**), floresta ombrófila densa submontana (**Ds**) (RONDÔNIA, 2002) (Figura 10).

Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (Ab): ocorrem em relevo plano e suavemente ondulado não ultrapassando 100 m de altitude. Esta formação compreendida entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, em altitudes que variam de 5 até 100m, apresenta predominância da faciação com palmeiras.

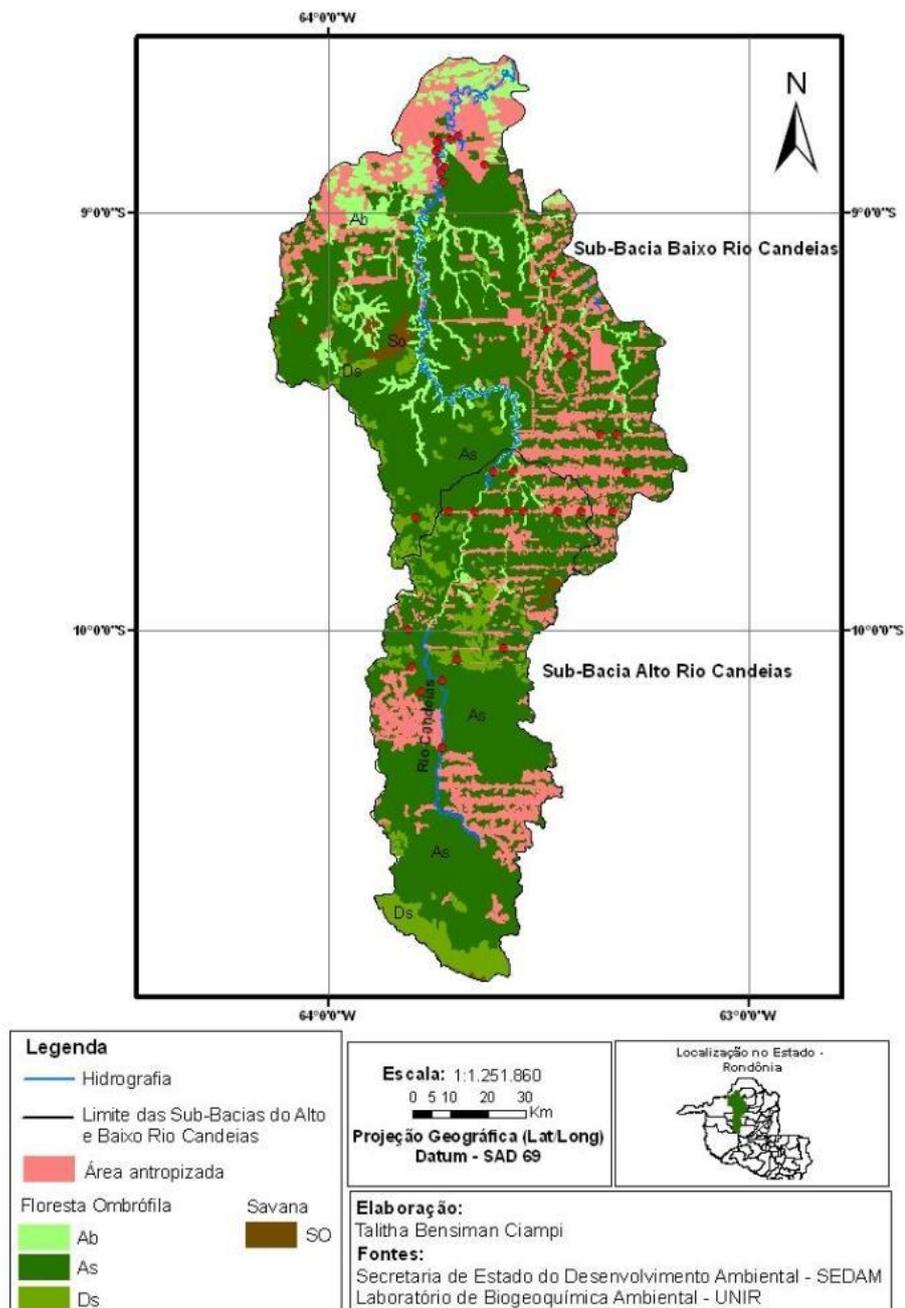
Florestas Ombrófila Aberta Submontana (AS): ocorrem em solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas, seixos superficiais e lateritas. Predominam em áreas de relevo mais acentuados, com altitudes entre 100 a 600m, com presença de vales no qual é comum o aparecimento de indivíduos de açaí, sororoca e paxiúba.

Floresta Ombrófila Densa Submontan (Ds): ocorrem em solos rasos, antigos e arenosos como podzólicos vermelhos e areias quartzosas. Vegetação de aporte elevado que cresce principalmente sobre os planaltos e interflúvios tabulares.

Cerrado/Savanas: Caracterizam-se por formações vegetais com feições xeromórficas, devido à estacionalidade ou estresse edafoclimático, de origem hídrica ou de saturação de alumínio e ferro. Assemelham-se as savanas africanas, exibindo um estrato herbáceo ou gramíneo contínuo, diferindo em alguns locais mais florestados, como o cerradão, com aspecto arbóreo e certo grau de retenção hídrica, permitindo o aumento da biomassa, com solos rasos e baixa fertilidade e solos pobres e fortemente lixiviados (campo).

Floresta Secundária (Capoeira): Embora não estejam representadas cartograficamente, devem ser mencionadas as manchas de floresta secundária, conhecidas como capoeiras, que ocorrem com certa frequência na área estudada. Estas manchas resultam de atividades agropecuárias abandonadas, e que favorecem o desenvolvimento de espécies secundárias, permitindo recuperar parcialmente os

nutrientes na biomassa e restaurando as propriedades físico-químicas do solo. Essa regeneração natural da capoeira contribui ainda para a recuperação gradativa das funções biogeoquímicas dos solos tais como a armazenagem de carbono, retenção de nutrientes, evapotranspiração e uma fração da biodiversidade original. (ADAMY, 2005).



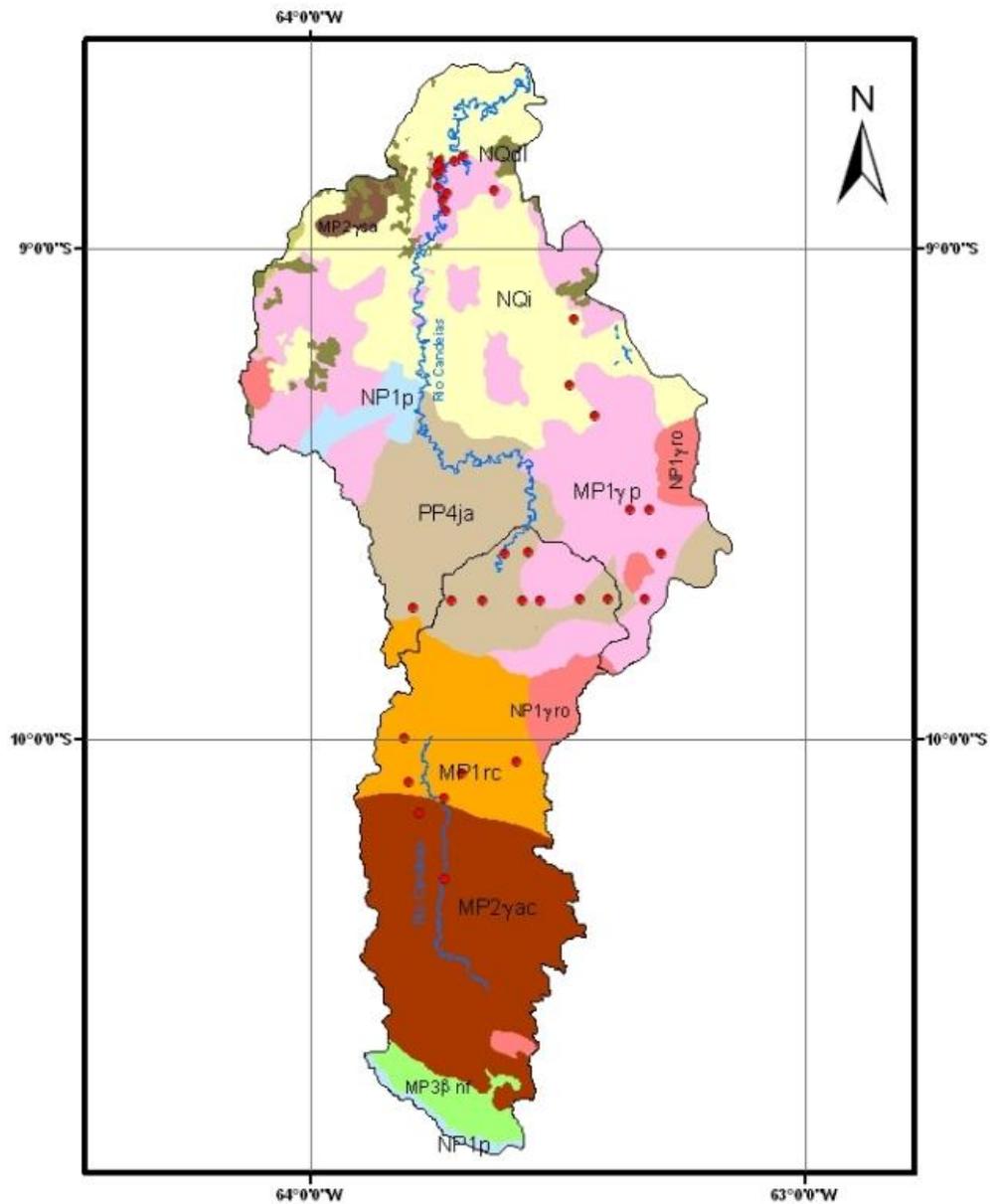
Nota: Ab - floresta ombrófila aberta de terras baixas; As - florestas ombrófila aberta submontana; Ds - floresta ombrófila densa submontana; SO – savana.

Figura 10: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos tipos de vegetação.

3.1.4. GEOLOGIA

A maior parte do Estado de Rondônia está localizado em terrenos do Escudo Pré-Cambriano Brasileiro (Figura 11), subdividido em pré-cambriano basal, composto por rochas metamórficas gnáissicas e graníticas intrusivas e também por rochas sedimentares marinhas/continentais (arenitos, folhelhos, siltitos, conglomerados e calcários). As Formações Superficiais Terciárias, constituídas por sedimentos inconsolidados, ocorrem principalmente nas regiões norte e sudoeste do Estado e ao longo dos vales dos rios Madeira, Machado e Guaporé. Depósitos aluvionais Quaternários constituídos por argilas e apresentando algumas vezes cobertura laterítica, ocorrem também ao longo dos rios acima citados (RONDÔNIA, 2002).

O Candeias é um rio de planalto e, portanto, não forma planícies aluviais importantes. Na sub-bacia, os cursos de água desenvolvem regionalmente um padrão de drenagem dendrítico, com alguns segmentos de determinados cursos controlados localmente por estruturas geológicas, especialmente falhas e fraturas, exemplificados por notáveis quebras de direção, com formação de cotovelos e trechos retilíneos (RONDÔNIA, 2002).



Nota: MP1 γ p – suíte intrusiva Serra da Providência; MP1rc – suíte intrusiva rio Crespo; MP2 γ ac – suíte intrusiva Alto Candeias; MP2 γ sa – suíte intrusiva Santo Antônio; PP4ja – complexo Jamari; MP3 β nf – formação Nova Floresta; NP1 γ ro – suíte intrusiva Rondônia; NP1p – formação palmeiral; NQdl – cobertura detrito-lateríticas; NQi – coberturas sedimentares indiferenciadas.

Figura 11: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com seus respectivos tipos de rochas.

3.1.5. CLIMA

A Sub-Bacia está localizada na Amazônia Ocidental, situado entre os paralelos 7° 58' e 13° 43' de Latitude Sul e os meridianos 59° 50' e 66° 48' de Longitude Oeste de Greenwich, o Estado de Rondônia não sofre grandes influencias do mar ou da altitude. Seu clima predominante é o tropical, úmido e quente, durante todo o ano e com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurnas, especialmente no inverno.

Segundo a classificação de Köppen, o Estado de Rondônia possui um clima do tipo **Aw** - Clima Tropical Chuvoso com média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18°C (megatérmico), e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométricos inferiores a 50mm/mês (SILVA, 2006).

A média climatológica da precipitação pluvial para os meses de junho, julho e agosto é inferior a 20 mm/mês. Estando sob a influência do clima **Aw** a média anual da precipitação pluvial varia entre 1.400 a 2.300 mm/ano e a média anual da temperatura do ar entre 24 e 26 °C (SILVA, 2006).

Em alguns anos, em poucos dias dos meses de junho, julho e/ou agosto, a região encontra-se sob a influência de anticiclones que se formam nas altas latitudes e atravessam a Cordilheira dos Andes em direção ao sul do Chile. Alguns destes anticiclones são excepcionalmente intensos, condicionando a formação de aglomerados convectivos que intensificam a formação dos sistemas frontais na região Sul do País. Estes se deslocam em direção a região amazônica causando o fenômeno denominado de "**Friagem**". Durante estes meses às temperaturas mínimas do ar, podem atingir valores inferiores a 6 °C. Devido a curta duração do fenômeno este não influencia, as médias climatológicas da temperatura mínima do ar (SILVA, 2006). Estes fenômenos ocorrem devido aos ventos alísios que apresentam uma variação sazonal vinculada às oscilações de convergência intertropical (ZCIT) que se localizam no hemisfério norte, migrando periodicamente das proximidades do equador em março-abril e em agosto-setembro (SILVA et al, 2005).

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As coletas de água foram realizadas no período de seca (agosto de 2007) em 34 localidades por um período de 5 dias, sendo 1 via fluvial e 4 via terrestre. Os pontos amostrais foram coletados de acordo com o acesso oriundo das linhas de colonização estabelecida pelo INCRA conhecida como “espinha de peixe” na sub-bacia do rio Candeias, sendo as seguintes localidades: rio Candeias e afluentes (rio Preto, Santa Cruz, Ambição e Barra da Garça (Figura 12 e 13, Apêndice 1 e 2).

Para o georreferenciamento dos pontos de coleta foi utilizado um receptor de GPS modelo: GPS GARMIN's® III Plus TM. Para confecção do mapa utilizou-se a base cartográfica da Sedam e o software ArcGIS versão 9.0.

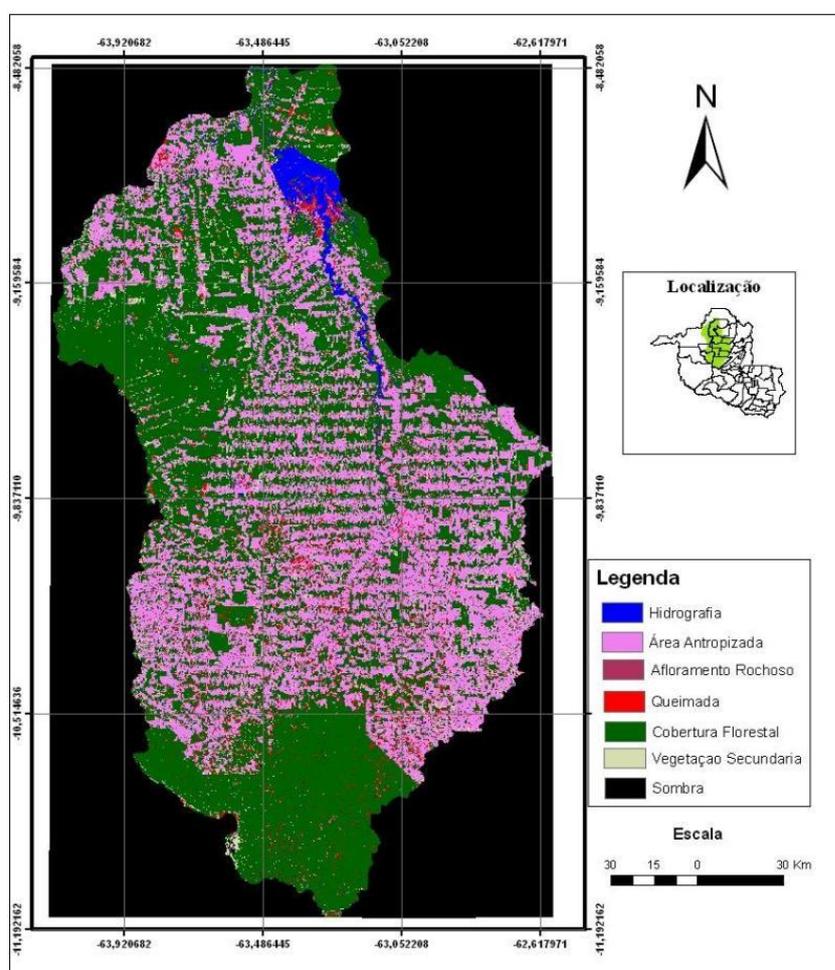


Figura 12: Mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Jamari evidenciando as linhas que formam a “espinha de peixe”.

Fonte: Ciampi (2008).

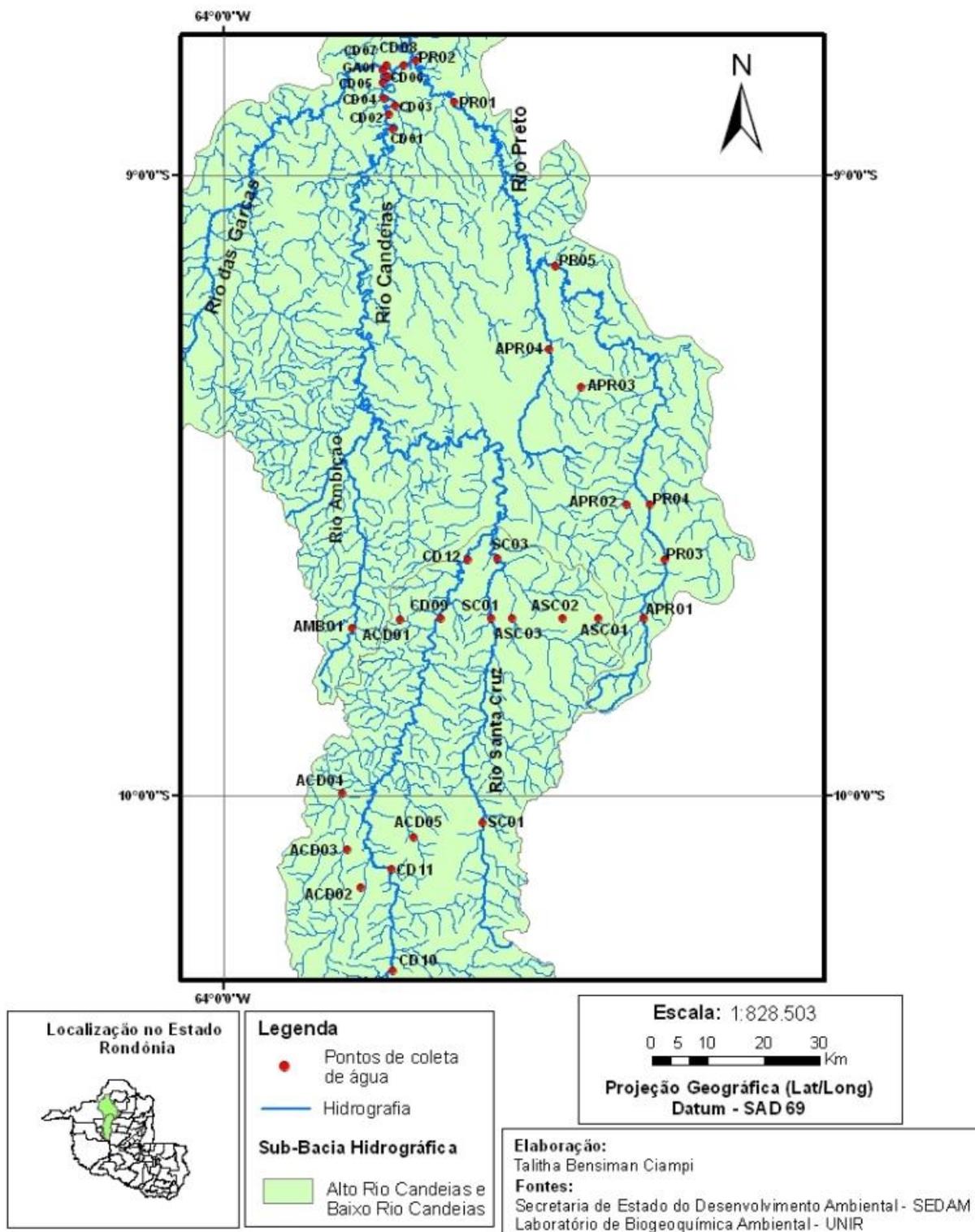


Figura 13: Sub-Bacia Hidrográfica do rio Candeias com pontos amostrais.

3.3. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.

3.3.1. Equipamentos

- Capela de fluxo laminar vertical com bico de Bunsen - 300 PACHANE
- Autoclave - A50 da BIOENG
- Estufa incubadora bacteriológica - DBO-101 M da ELETROLAB
- Balança analítica - FA 2104N da CELTAC
- Espectrofotômetro - MICRONAL, Brasil
- Chapa-quente - TECNAL Brasil
- Refrigerador - RDE30 da ELECTROLUX (262L)
- Forno microondas – Esmaltec
- pHmetro: SCHOTT- pH/M Meter – handylab;
- Condutivímetro: SCHOTT – Hand-Held Conductivity Meter- handylab LF1;
- Oxímetro: SHOTT – Dissolved Oxygen Meter- handylab OX1
- Turbidímetro portátil - PoliControl – AP 2000

3.3.2. Procedimento soluções - Nutrientes

3.3.2.1. Fósforo Total

- ✓ Solução de Ácido Ascórbico (Vetec) – 8,1g de ácido ascórbico para 50ml de água deionizada.
- ✓ Solução de Molibdato de amônio (Vetec) – 1,5g para 100mL de água deionizada.
- ✓ Solução de Tartarato de Potássio (Vetec) – 0,136g para 100mL de água deionizada.
- ✓ Solução de ácido sulfúrico (Merck) 15% - 150mL de ácido sulfúrico P.A. para 1000 mL de água deionizada.

- Para preparar 150 mL de **REAGENTE MISTO**:
 - ✓ 30 mL de ácido ascórbico.
 - ✓ 75 mL de ácido sulfúrico.
 - ✓ 30 mL de molibdato.

- ✓ 15 mL de tartarato.
- Preparo da Solução Stock concentrada:
 - ✓ Pesou-se 0,4394g de Potássio Fosfato Monobásico dissolvido em 1000ml de água deionizada.
- Preparo da Solução Stock diluída:
 - ✓ Diluiu-se 1mL da Solução Stock concentrada em 1000ml de água deionizada.
- Preparo dos padrões:

Os padrões foram preparados com Solução Stock diluídos e água deionizada. O volume final deve ser igual a 100mL e as concentrações de S. Stock diluído nos padrões de 0, 5, 10, 20, 30, 50 e 100.

3.3.2.2. Ortofosfato

- O método para o preparo dos padrões e do reagente misto é o mesmo que para fósforo total.

3.3.2.3. Amônia

- Preparo das soluções:
 - ✓ **REAGENTE A** – Diluiu-se 4,75g de fenol e 0,05 g de nitroprussiato de sódio (vetec) em 125mL de água deionizada.
 - ✓ **REAGENTE B** – Diluiu-se 2g de hidróxido de sódio (vetec) para 100mL de água deionizada e adicionar 3mL de água sanitária.
- Preparo da Solução Stock concentrada:
 - ✓ Pesar 3,8189g de cloreto de amônia e dissolver em 1000ml de água deionizada.
- Preparo da Solução Stock diluída:
 - ✓ Diluiu-se 1mL da Solução Stock concentrada em 1000mL de água deionizada.

- Preparo dos padrões:
- ✓ Os padrões foram preparados com Solução Stock diluída e água deionizada. O volume final foi igual a 100mL e as concentrações de S. Stock foram diluídas nos padrões de 0, 5, 10, 20, 30, 50 e 100.

3.4. COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de água para análises bacteriológicas foram coletadas em frascos âmbar previamente esterilizados e “risados” com água da localidade e mantidas em caixa térmica com gelo para evitar elevado crescimento e/ou esterilização dos microrganismos até o laboratório (Figura 14). As coletas realizadas no primeiro e no último dia não ultrapassaram o período de 24hs, enquanto que as realizadas no segundo ultrapassaram (96hs), terceiro (72hs) e quarto (48hs) não sendo possível no tempo indicado (máximo 24hs), devido a distância entre a área de estudo.



Figura 14: Amostras de água identificadas em frascos âmbar.

Para os nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia) e DQO as amostras de água foram coletadas em garrafas de polietileno e armazenadas em refrigerador no laboratório (CETESB, 1987).

Os parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura) foram medidas, *in loco*, em todos os pontos amostrais (Figura 15).



Figura 15: Medição dos parâmetros físico-químicos.

Todas as amostras coletadas para nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia), demanda química de oxigênio-DQO e bacteriológico (coliformes fecais e totais) foram analisadas no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer da Universidade Federal de Rondônia – UNIR.

3.4.1. Bacteriológico

Para análise de coliformes foi utilizada a técnica de membrana filtrante e o meio de cultura Chromocult coliform agar (Merck) por ser simples, econômico e por apresentar resultados rápidos (AMARAL et al, 1994; JAGALS et al, 2000; ARAÚJO & MACÊDO, 2001; SANT'ANA et al, 2003; KLOOT et al, 2006; CETESB, 2007).

As amostras foram diluídas em 100 vezes, onde se pegou 1mL da amostra e 99mL (diluição de 100mL) de água ultrapura previamente autoclavada, passando em seguida pelo processo de filtração através da membrana filtrante de acetato de celulose quadriculada (Millipore) de 0,45 μ m de porosidade e 47 μ m de diâmetro, com auxílio de uma bomba a vácuo (Figura 16). A seguir, as membranas foram colocadas sobre o meio de cultura *chromocult coliform ágar*. Incubou-se as placas de ágar *chromocult* a 37°C por 24hs, observando-se a presença de coliformes totais (lilás, vermelha, azul e preta) e de coliformes fecais (*E. coli*) (azul e preta), expressando-se o resultado em número mais provável (UFC/100 mL) (Figura 17 e 18). Foram realizados dois controles, o primeiro inicial (antes das amostras) e o segundo no final (após amostras), para verificação de eventual contaminação (Figura 16). A partir da contagem destas colônias, calculou-se a densidade de coliformes presentes na amostra, multiplicando-se pela diluição (100/mL),

onde para se obter o número de coliformes totais, somam-se coliformes fecais e coliformes não fecais (CETESB, 2007).



Figura 16: Sistema de filtragem a vácuo.

O Chromocult é uma combinação de dois substratos cromogênicos (salmon-gal e x-glicuronídeo) que possibilita a detecção de coliformes totais e fecais (*E. coli*) em uma mesma placa que é diferenciada pela cor conforme citado anteriormente (BYAMUKAMA et al, 2000; JAGALS et al, 2000; PRO-ANALISE, 2007).

O meio de cultura chromocult coliform ágar é aprovado e certificado pelo USEPA (United States Environmental Agency) (MERSE, 2007).

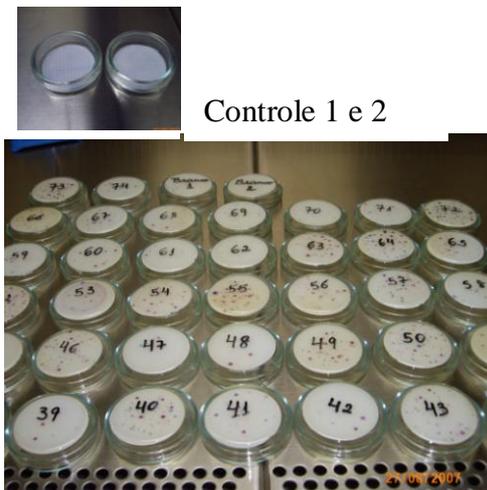


Figura 17: Bactérias após incubação.

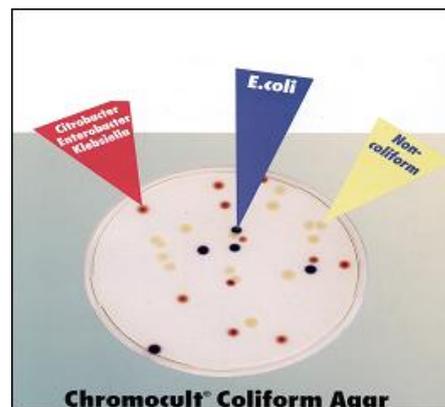


Figura 18: Demonstração meio de cultura.

Fonte: Proanalise.

3.4.2. Nutrientes

Antes de estabelecer as concentrações dos nutrientes foram realizadas as curvas de calibração com padrões nas concentrações de 5; 10; 20; 30; 50 e 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$, a Tabela 1 apresenta os reagentes utilizados para solução-estoque (1.000 $\mu\text{g.L}^{-1}$) de cada nutriente analisado. A análise das concentrações de amônia, fosfato inorgânico dissolvido (ortofosfato) foram realizadas com amostras de água previamente filtradas em filtros de fibra de vidro 0,45 μm de porosidade (Whatman AP-20). Apenas a análise de fosfato total foi realizada em amostras de água bruta. As leituras de absorvâncias foram feitas com cubeta de 1 cm^3 (micronal) e em espectrofotômetro óptico.

Tabela 1: Reagentes utilizados para solução-estoque: amônia e fosfato.

Amônia	3,8189g $\text{NH}_4 \text{Cl}$ diluídos em 2L de H_2O destilada
Fosfato inorgânico dissolvido e Fosfato total	0,4394g $\text{KH}_2 \text{PO}_4$ diluídos em 2L de H_2O destilada

3.4.2.1. Amônia (NH_3 , NH_4^+)

Em tubos de ensaio foram adicionados 10mL das soluções padrões e das amostras de água filtrada. Em seguida foram adicionados 300 μL do reagente A (19,0g de fenol, 200mg de nitroprussiato de sódio em 500mL de água destilada) e 0,3 mL do reagente B (3,0 mL de hipoclorito em 100mL de hidróxido de sódio 0,5N). As amostras foram homogeneizadas, e após 3 horas realizada a leitura à 630nm no espectrofotômetro óptico. O método empregado é o de Korolef (1976) descrito em Golterman et al (1978), onde em solução moderadamente alcalina (pH entre 8,0 a 11,5) o íon amônio sob forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3) reagem com o hipoclorito, formando a monocloramina (NH_2Cl). Este produto formado, em presença de fenol e um excesso de hipoclorito, catalisado por íons nitroprussiato, forma o azul de indo fenol. Sendo a absorvância resultante igual à concentração de amônia (NH_3 , NH_4^+) na água (Figura 19).



Figura 19: Análise de amônia.

3.4.2.2. Ortofosfato (PO_4^{3-})

Para a determinação do ortofosfato utilizou-se o método descrito em Golterman et al (1978). Em tubos de ensaio adicionou-se 15mL da amostra filtrada e das soluções padrão, seguido de 1,5mL de reagente misto (solução de molibdato de amônio, H_2SO_4 15%, solução de ácido ascórbico e solução de tartarato de antimônio e potássio). Após 20 minutos a leitura foi realizada no espectrofotômetro a 882nm. O princípio do método baseia-se que em soluções fortemente ácidas (H_2SO_4 15%) o ortofosfato fornecerá um complexo amarelo com íons molibdato (molibdato de amônio). Este pode então ser reduzido para um complexo azul altamente colorido. Sendo ácido ascórbico usado como redutor, a formação da cor azul é estimulada pelo antimônio.

3.4.2.3. Fósforo Total

Em tubos de ensaio foram adicionados 25mL de água bruta, seguidos de 2,0 mL de solução saturada de persulfato de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$). Posteriormente as amostras foram levadas à autoclave para digestão a temperatura de 120°C e 1atm de pressão, para que ocorra a liberação do fosfato orgânico como ortofosfato (PO_4^{3-}). A partir deste momento seguiu-se a mesma metodologia utilizada para a determinação de ortofosfato, descrita no item 4.1.8.3 (Figura 20).



Figura 20: Análise de fósforo total.

3.4.3. Demanda Química de Oxigênio – DQO

No presente estudo foi utilizada a metodologia descrita pela CETESB (1987). Em um erlenmeyer adicionou-se 50mL da amostra de água bruta e 50mL de água destilada. A cada análise também foram preparados um branco (100mL de água destilada) como referência da coloração final e um padrão (90mL de água destilada) para que fosse encontrada a concentração do permanganato de potássio (KMnO_4). Na amostra e no branco foram adicionados 10 mL de KMnO_4 0,02N (responsável pela oxidação da matéria orgânica) e 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 24%. No padrão adicionou-se apenas 5 mL H_2SO_4 24%. As amostras foram levadas à fervura em chapa quente a 300°C e, posteriormente foram adicionados 10mL de ácido oxálico 0,02N, responsável pelo consumo de KMnO_4 adicionado anteriormente (Figura 21). Em seguida as amostras foram tituladas com KMnO_4 0,02N para que o ácido oxálico excedente fosse neutralizado, até a obtenção de uma coloração levemente rosada.



Figura 21: Análise de demanda química de oxigênio (DQO) na chapa quente.

A quantidade de matéria orgânica oxidável expressa em equivalente de oxigênio, é proporcional a quantidade de KMnO_4 0,02N consumido na titulação, onde os valores foram obtidos através da fórmula:

$$\text{DQO em mgO}_2\cdot\text{L}^{-1} = \frac{(V_{\text{Pd}} - V_{\text{Br}}) \times N \times 8.000}{\text{Vol. da amostra}}$$

Onde:

Pd = padrão (volume);

Br = branco (volume);

3.5. TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados analíticos foram planilhados em Excel e a partir destes foi organizada a matriz de dados referente ao período de seca. Foram trabalhados os parâmetros físico-químicos (pH, OD, condutividade, temperatura, turbidez e DQO), nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia) e o bacteriológico (coliformes fecais, não fecais e totais).

3.5.1. Estatística Descritiva

Para escolha da estatística descritiva realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, através do programa STATISTICA 7.0, constatando que os dados físico-químicos, nutrientes e bacteriológicos não possuem distribuição normal ($p < 0,05$). Diante da anormalidade dos dados foram utilizadas representações gráficas do tipo Box-plot para demonstração espacial de cada parâmetro. Através dos Box-plots é possível a visualização de grandezas estatísticas, como por exemplo, a mediana, o mínimo, o máximo e os valores extremos da distribuição dos dados. A mediana é o valor que divide a distribuição ao meio, de tal modo que 50% dos dados estejam acima desse valor, e os outros 50%, abaixo, ou seja, o 1º quartil (1Q) é o valor que deixa ¼ ou 25% (percentil) das observações abaixo dele; e o 3º quartil (Q3) é o valor que deixa ¾ ou 75% (percentil) das observações acima deles (PACHANI, 2006; RUFINO, 2009) (Figura 22).

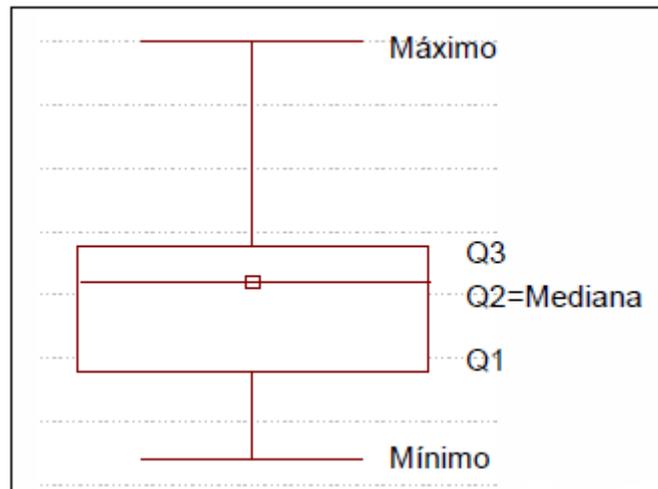


Figura 22: Demonstração Box-plot com suas denominações de mínimo, máximo e mediana (Q1, Q2 e Q3 - quartis).

Fonte: Rufino, 2009.

3.5.2. Análise Multivariada – Análise das Componentes Principais.

As variáveis estudadas, depois de obtidas, foram separadas por grupos de dados, considerando-se os fatores físico-químicos, biológicos e inorgânicos. A forma adotada tornou-se necessária, para as comparações entre variáveis provenientes de populações diferentes. Assim foram realizadas duas análises das componentes principais a primeira que trata dos parâmetros físico-químicos e a segunda que trata dos constituintes nutrientes (fósforo total, ortofosfato e amônia) e coliformes fecais e não fecais. Para tal, foi utilizado o programa XLSTAT- Pro 7.5.

O propósito desta análise é produzir uma ordenação das variáveis, em um número pequeno que dê ênfase aos principais padrões de variação, indicando assim as variáveis de maior importância.

Conforme explicação de LANDIM (1997), se A for uma matriz simétrica de variâncias e covariâncias, de dimensões $p \times p$, com termos a_{ij} , de onde os autovalores e os autovetores serão extraídos, V_i o $i^{\text{ésimo}}$ autovetor, cujos termos são v_{ij} , e λ_i o $i^{\text{ésimo}}$ autovalor, tal relação pode ser expressa por: $(A - \lambda_i I) V_i = 0$,

onde I é a matriz de identidade.

Alternativamente a relação acima pode ser escrita por: $AV_i = V_i \lambda_i$, ou, $[A][V]$ $[V]$ $[A]$, onde: $[V]$ é uma matriz, $p \times p$, de todos os autovetores e

$[A]$ é uma matriz, $p \times p$, com os autovalores λ_i na diagonal principal.

Multiplicando ambos os lados da equação pela transposta de V , V' :

$$[A] = [V][\Lambda][V]'$$

a soma dos autovalores é igual à soma dos termos da diagonal em $[A]$, ou seja, a soma das variâncias

$$\sum \lambda_i = \sum a_{ii}, \text{ e por definição } \lambda_1 \geq \lambda_2 \dots \geq \lambda_p.$$

Resolvendo a equação acima para λ , as raízes determinantes serão os autovalores. Encontrados os autovalores, substituindo-os nas equações simultâneas e resolvendo-as, obtém-se para cada autovetor correspondente, ou seja, os componentes principais.

Pode-se definir a variância total existente em um conjunto de dados multivariados pela soma das variâncias de cada uma das variáveis. Numa matriz de variâncias e covariâncias, essas variâncias individuais constituem os elementos da diagonal principal. Basta somá-los, portanto, encontrando o traço da matriz para se obter a variabilidade total e, em seguida, a contribuição de cada variável. A soma dos autovalores de uma matriz, igual ao traço dessa matriz, representa também a variabilidade total da mesma e a contribuição de cada autovalor em termos de variabilidade é determinada. Ao primeiro corresponderá a maior variabilidade possível existente, ao segundo a maior variabilidade restante, e assim por diante.

Em termos geométricos, o primeiro autovalor representa o eixo principal de maior comprimento; o segundo autovalor, um segundo vetor em comprimento, situado em posição ortogonal em relação ao primeiro, e assim sucessivamente.

Os elementos de cada um dos autovetores encontrados são simplesmente coeficientes de equações lineares que transformam os dados originais em contagens (scores) indicativas do respectivo carregamento sobre os eixos correspondentes. Desse modo, utilizando-se da multiplicação da matriz de dados originais pela de autovetores, obtém-se uma matriz de dados transformados que representam projeções dos pontos, num espaço multidimensional, sobre os diversos componentes principais.

$$[X][V] = [S'], \text{ onde}$$

$[X]$ = matriz de dados originais, $n \times m$

$[V]$ = matriz quadrada, $m \times m$, contendo os auto vetores

$[S']$ = matriz, $n \times m$, das contagens sobre os componentes principais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESTATÍSTICA DESCRITIVA

4.1.1. Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido na sub-bacia do rio Candeias teve uma variação de $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$ (afluentes rio Candeias-ACD1) a $10,8 \text{ mg.L}^{-1}$ (rio Candeias-CD7). A microbacia do rio Preto apresentou menor mediana $5,3 \text{ mg.L}^{-1}$, a microbacia do rio Santa Cruz com mediana $6,4 \text{ mg.L}^{-1}$ e o rio Candeias com a maior mediana $7,9 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 23).

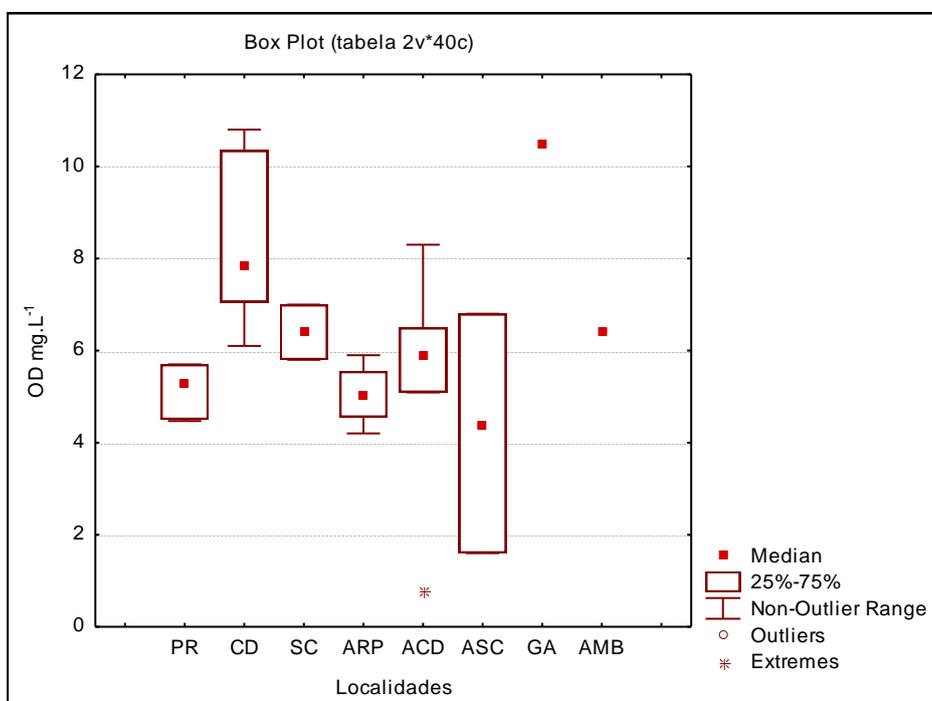


Figura 23: Gráfico do oxigênio com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

A menor mediana de oxigênio dissolvido encontrada na microbacia do rio Preto tem como característica maior quantidade de matéria orgânica, fator considerável para diminuição na concentração de oxigênio dissolvido. Foi observado que os afluentes com características lânticas obtiveram concentrações abaixo de 5 mg.L^{-1} o mínimo permitido pelo CONAMA 357/05 para águas de classe 2 (Figura 23; Apêndice 1).

As menores concentrações de oxigênio dissolvido devem-se ao consumo do mesmo pela matéria orgânica, através da oxidação química e principalmente bioquímica, depurando assim a matéria orgânica (VALENTE et al, 1997). Carmo (2003) salienta que quando a quantidade de matéria orgânica excede a capacidade de assimilação, tem como consequência a redução de oxigênio dissolvido, podendo chegar até zero, tornando o ambiente anóxico.

A microbacia do rio Candeias apresentou as maiores concentrações de oxigênio dissolvido, fato que está relacionado ao volume de água. Mesmo sob uso e ocupação de atividades como águas residuárias de curtume e esgoto doméstico foi possível observar a capacidade de autodepuração do rio Candeias. Tal processo está relacionado principalmente às características deste sistema que, além de ser volumoso, possui regiões encachoeiradas, tornando-o um ambiente lótico.

4.1.2. Turbidez e Condutividade elétrica

Os níveis de turbidez na sub-bacia do rio Candeias variaram de 3,4 (PR1-rio Preto) a 77,4 UNT (ASC3-afluente Santa Cruz). A microbacia do rio Preto registrou mediana de 6,2 UNT, o rio Candeias obteve uma mediana de 11,9 UNT e a microbacia do rio Santa Cruz apresentou mediana de 24,1 UNT. A condutividade elétrica apresentou uma variação de 3,0 (PR3 e PR4-afluentes rio Preto) a $74\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (rio Ambição) (Figura 24). Com relação aos valores medianos a microbacia do rio Preto apresentou $5,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, do rio Candeias $16,4\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e a microbacia do rio Santa Cruz $19,0\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

A maior mediana de turbidez e condutividade elétrica foram registradas na microbacia do rio Santa Cruz, qual recebe todo tipo de resíduo da atividade de mineração (garimpeira), alterando o aspecto e a composição da água com a incidência de processos erosivos, que carregam o material para os cursos d'água, comprometendo sua qualidade devido ao aumento da turbidez e conseqüentemente, desencadeando processos de assoreamento do leito (LOPES et al, 2005; SANTANA, 2006) (Figura 24 e 25).

Verificou-se que a condutividade elétrica nos pontos SC1 e SC3, sob influência de mineração foram mais elevadas do que o ponto SC2 à montante do garimpo (Apêndice 1).

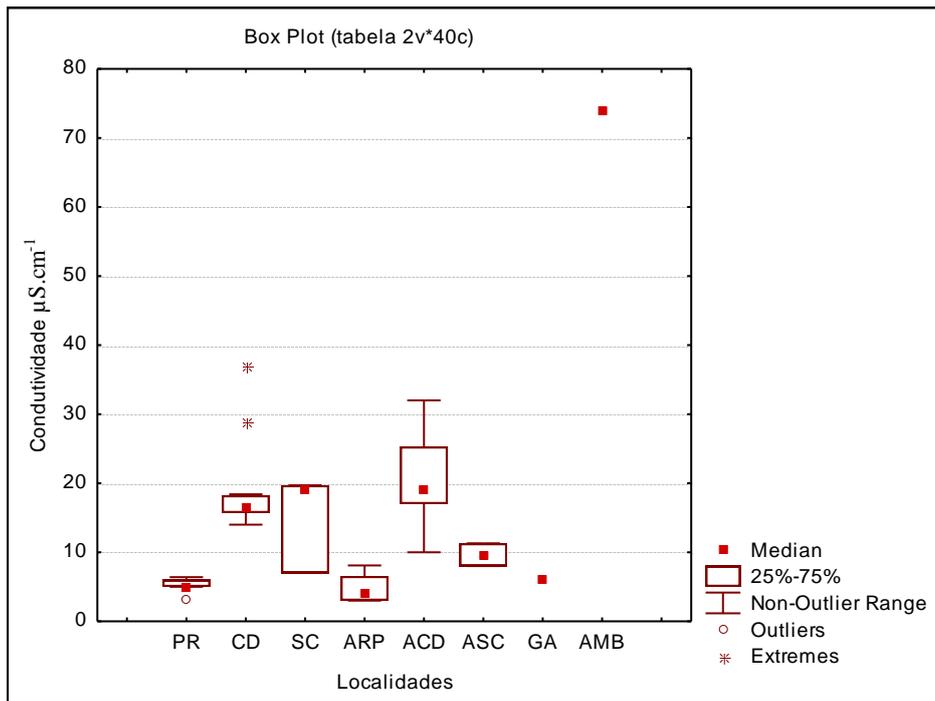


Figura 24: Gráfico da condutividade elétrica com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

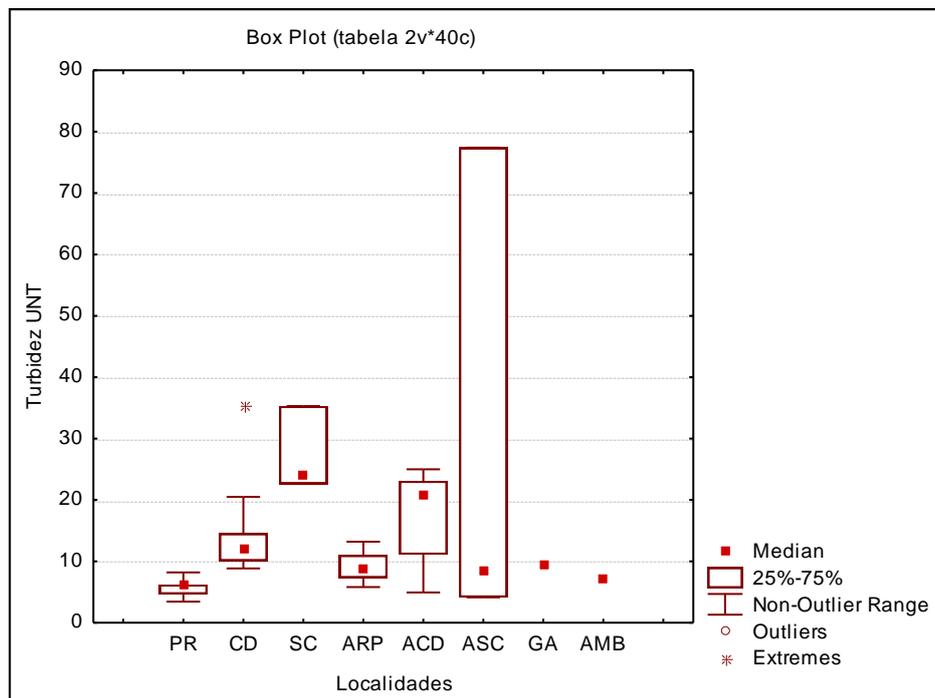


Figura 25: Gráfico da turbidez com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

Lima (2007) registrou nas águas de Rondônia limites de 20UNT para rios e igarapés, sendo que em Nova Brasilândia foi registrado um valor $< 5,0\text{UNT}$, os rios Madeira e Mamoré mostraram-se com 78 e 86UNT, respectivamente. Devido à localização dos mesmos, as águas são sempre turvas, enquanto que as demais são claras, reduzindo a turbidez.

A turbidez é causada pela presença de materiais em suspensão na água que interferem na incidência dos raios luminosos. Resíduos das atividades de agricultura, pecuária, efluentes domésticos e industriais, quando despejados nos cursos d'água, aumentam a carga orgânica e inorgânica, elevando a turbidez (BRAGA et al, 2002; SANTOS, 2005). Para este parâmetro as águas da sub-bacia do rio Candeias estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para classe 2, que estabelece até 100UNT.

O rio Ambição ($74\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; Apêndice 1 e 2) apresentou uma discrepância para condutividade elétrica, tal localidade está sob influência de pecuária, caracterizada por bancos erodidos, que contribui com partículas argilosas, aumentando a quantidade de íons dissolvidos, a disponibilidade de matéria orgânica também contribui para elevação da constituinte alterando o corpo d'água (Figura 24). Esta variável está relacionada com a presença de íons dissolvidos no ambiente, como partículas carregadas eletricamente, ou seja, quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos na água, maior será sua condutividade elétrica (TUNDISI et al, 1995; ESTEVES, 1998).

Para Brigante & Espíndola (2003), o valor limite para águas naturais de condutividade elétrica é de $100\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Diante disto, pode-se dizer que as águas da sub-bacia do rio Candeias refletem baixas quantidades de íons em solução, ao qual está também relacionado ao tipo de formação geológica da região com solos pobres em minerais.

4.1.3. pH

O pH apresentou uma variação de 4,9 (PR2) a 6,7 (AMB). Na microbacia do rio Preto registrou mediana de 5,5, 6,0 no rio Santa Cruz de 6,0 e de 6,1 para a microbacia do rio Candeias (Figura 26).

O menor valor de pH foi encontrado em área de vegetação preservada no rio Preto (PR2), está atribuído ao tipo de água (preta), de característica ácida. O maior valor foi encontrado em área de pecuária no rio Ambição (AMB), este sob assoreamento pela

em consequência da pecuária. Os afluentes apresentaram uma variação em si levando em consideração que estão sob maior pressão antrópica, com alteração do sistema aquático diversificado (Figura 26). A região Amazônica apresenta certas peculiaridades como a predominância de latossolos considerados ácidos, e em consequência disto, as águas da região mostram-se de ligeiramente ácidas a levemente alcalinas (SIOLI, 1964).

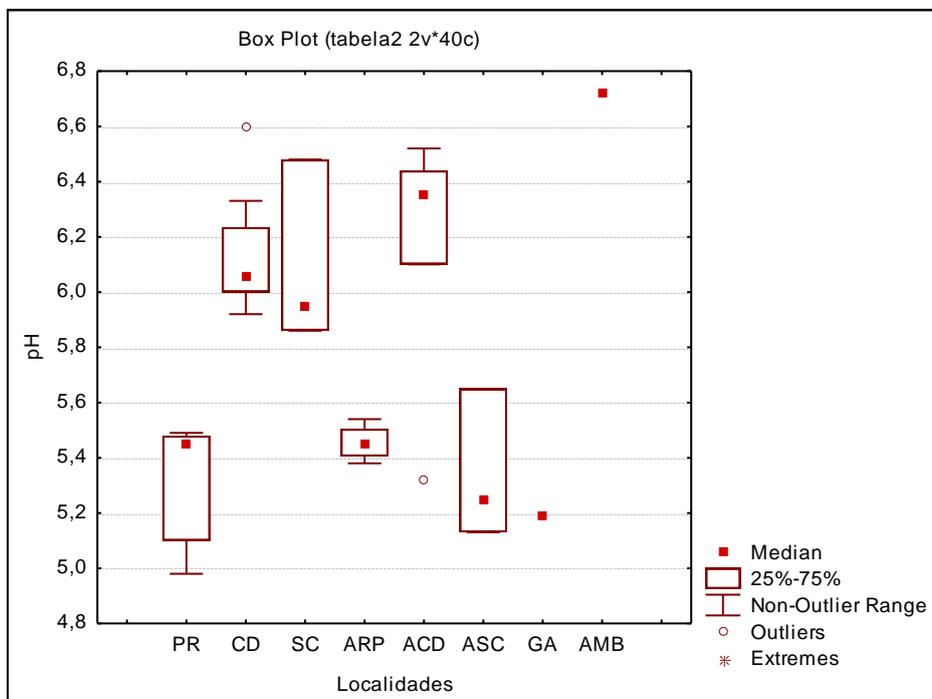


Figura 26: Gráfico do pH com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

Almeida Sobrinho (2006) em estudo no rio Candeias registrou uma variação de 5,6 a 5,7, permitindo mostrar diferenças na variação do atual trabalho de 5,9 a 6,6, indicando uma menor acidez neste sistema. O rio Candeias apresenta área fortemente sob influência de curtume, fator que eleva o pH em detrimento do uso de produtos como sulfetos, amins e cal (JORDÃO et al, 1999).

Os valores encontrados para o rio Candeias e microbacia do rio Santa Cruz, mostraram-se de acordo com a resolução CONAMA 357/05 para classe 2 (6 a 9), estes apresentam características de rios de águas claras, enquanto que a microbacia do rio Preto apresentou pH abaixo (5,5), caracterizada por águas pretas.

4.1.4. Temperatura da Água

O valor mediano da temperatura da água registrado para cada microbacia foi de 26,5 para o rio Preto, de 26,5 para o rio Santa Cruz e de 28,4 para o rio Candeias (Figura 27). A menor temperatura foi registrada no afluente Santa Cruz (ASC2) e a maior no rio Candeias (CD6). As águas naturais da região Amazônica sem qualquer tipo de alteração, normalmente “sofrem” modificações bruscas repetidamente, e quando receptora de contaminantes a temperatura é alterada.

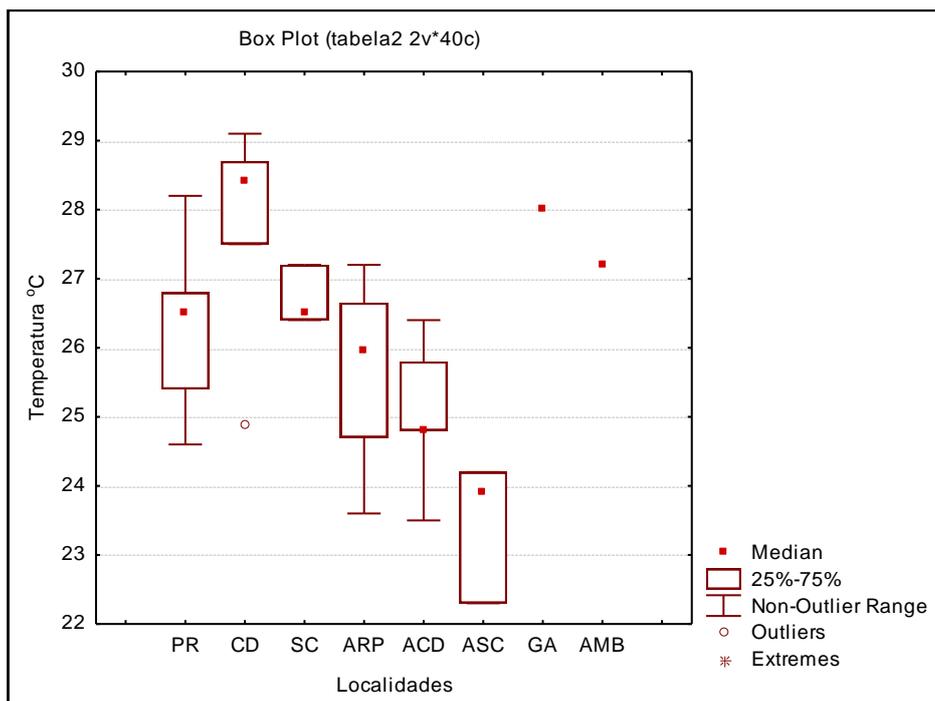


Figura 27: Gráfico da temperatura com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

A temperatura apresentou uma variação típica de rios da região amazônica (SIOLI, 1964). Os valores encontrados foram semelhantes com de Almeida Sobrinho (2006), o qual registrou uma variação de 23 a 30 °C no período de seca no baixo rio Candeias e por Silva (2006) em avaliação na qualidade da água sob uso e ocupação, que registrou uma variação de 25,5 a 27,2 °C na microbacia do rio Preto (sub-bacia do rio candeias). Modificações como retirada da cobertura vegetal, principalmente marginal, em sistemas aquáticos contribuem para a radiação solar direta (principal fonte de energia), elevando a temperatura, principalmente em áreas sob influência de pecuária e mineração. As altas temperaturas podem provocar a aceleração de processos biológicos e de material alóctone, assim como o aumento da produção primária, o que resulta em

grande geração de material orgânico particulado, logo, em valores mais altos de turbidez (ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003).

4.1.5. Demanda Química de Oxigênio-DQO

A demanda química de oxigênio apresentou uma variação de 2,6 (CD12) a 9,3mgO₂.L⁻¹ (ARP3) (Figura 28). O rio Candeias obteve mediana de 3,8, na microbacia do rio Santa Cruz foi encontrada de 4,1 e na microbacia do rio Preto com mediana de 4,8.

As diferentes medianas mostraram o teor de DQO de cada microbacia, sendo que o rio Preto referente a microbacia apresentou maior teor de matéria orgânica, o que está relacionado às características de rios de águas pretas aliada as atividades antrópicas com contaminação do sistema aquático através de águas residuárias domiciliares. Os teores de DQO foram registrados nos afluentes do rio Preto em área sob influência urbana e industrial, Candeias e Santa Cruz sob influência de mineração, sendo que estes foram > 5mgO₂.L⁻¹ (Figura 28; Apêndice 1).

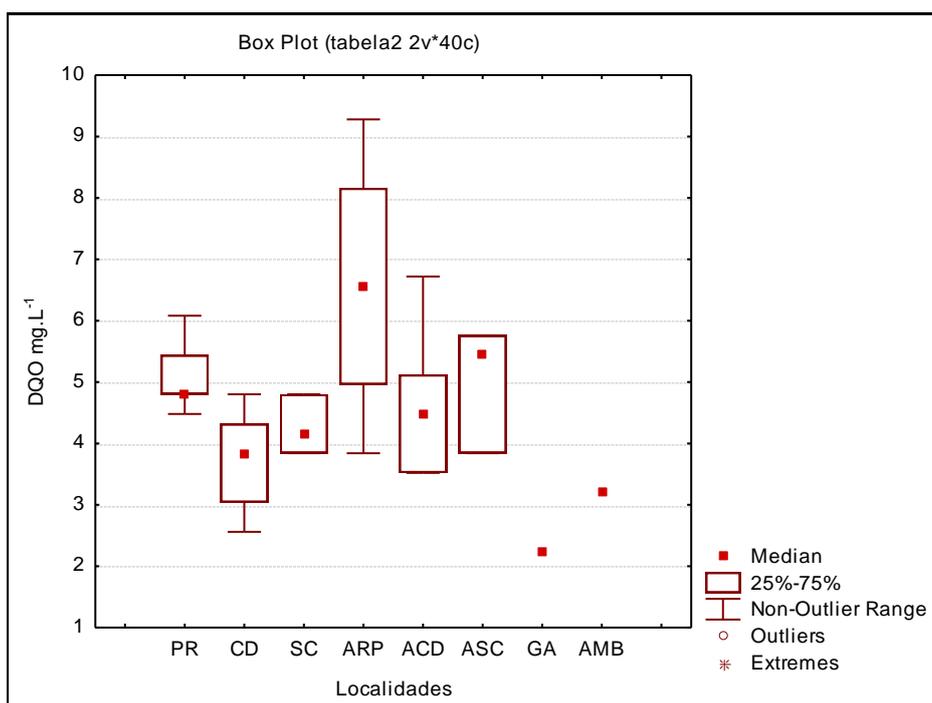


Figura 28: Gráfico da DQO com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

Valente et al (1997), preconiza que a DQO é mais utilizada para concentrações acima de 5 mgO₂.L⁻¹ em águas com maior teor de matéria orgânica. Menezes (2007),

registrou variação de 1,0 a 16,8mg.L⁻¹ de DQO em áreas da zona rural da cidade de Porto Velho, os maiores valores estão atribuídos a presença da matéria orgânica proveniente da própria floresta.

A legislação brasileira não estabelece limites para a DQO, no entanto, Ceretta (2004), considera que para ambientes lóticos existe um consenso de que níveis de até 30mgO₂.L⁻¹ são aceitáveis. Infere-se que apesar do uso e ocupação do solo, os valores atualmente encontrados foram favoráveis para as águas da sub-bacia do rio Candeias.

4.1.6. Fósforo Total e Ortofosfato

O fósforo total apresentou uma variação de 9,4 (PR1) a 52,3µg.L⁻¹ (AMB), estes apresentam-se mais elevados que o ortofosfato (fósforo dissolvido) (Figura 29). A microbacia do rio Preto apresentou mediana de 15,9 µg.L⁻¹, o rio Candeias de 16,6 µg.L⁻¹, e a microbacia do rio Santa Cruz de 17,3 µg.L⁻¹.

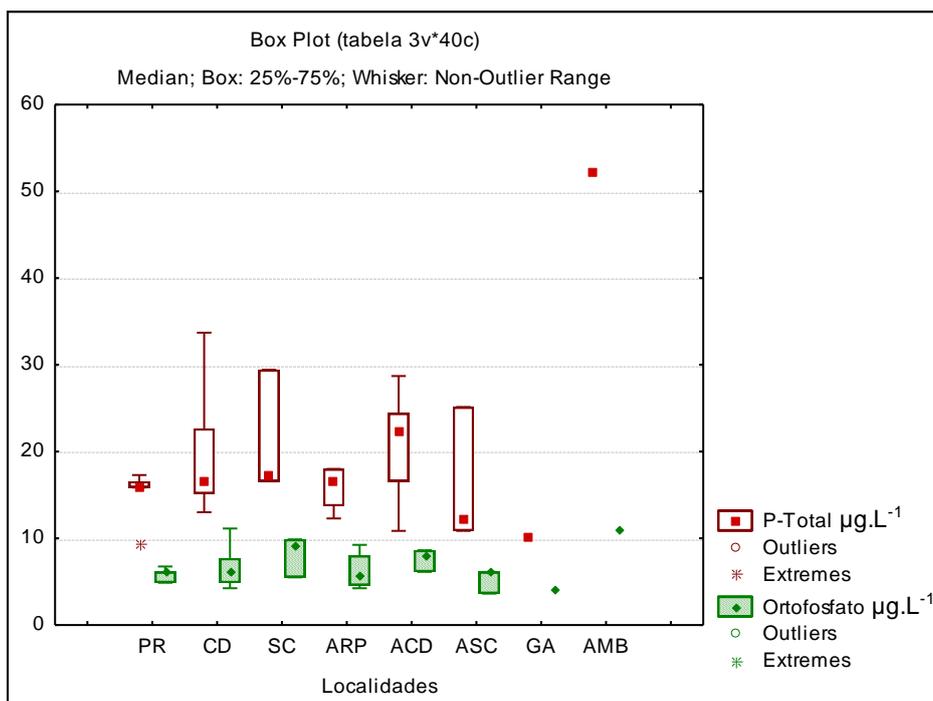


Figura 29: Gráfico do fósforo total e ortofosfato com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

O ortofosfato (fósforo dissolvido) apresentou uma variação de 3,6 (ASC1) a 11,13µg.L⁻¹ (CD10) (Figura 29). A microbacia do rio Preto apresentou mediana de 6,1 µg.L⁻¹, o rio Candeias de 6,1 µg.L⁻¹ e a microbacia do rio Santa Cruz de 9,3 µg.L⁻¹.

O fósforo total e o ortofosfato apresentaram maiores medianas na microbacia do rio Santa Cruz sob influência antrópica trazendo conseqüências negativas as adjacências onde do garimpo; referente aos afluentes, o Candeias mostrou com elevada mediana indicio de maior degradação ambiental em corpos d'água de menor porte com implantação da pecuária extensiva (Figura 29). O fósforo juntamente com o nitrogênio considerados principais elementos limitantes à produtividade primária nos ambientes aquáticos de regiões tropicais e temperadas, quando em baixas concentrações sugere-se uma limitação no ambiente, é relativamente maior que o ortofosfato (fósforo dissolvido), o qual é bastante variável por conta de sua rápida incorporação pelas comunidades aquáticas (PAYNE, 1986; ESTEVES, 1998; NAVAL & SILVA, 2002).

O fósforo é assimilado na forma de ortofosfato, sendo liberado para o meio através da hidrólise de compostos orgânicos excretados por microrganismos, autólise e mineralização da matéria orgânica, podendo ser novamente assimilado ou retido nos sedimentos via precipitação ou adsorção. No entanto, sob certas condições, os sedimentos podem liberar nutrientes para a massa líquida, atuando como uma fonte interna de fósforo (ARAÚJO et al, 2000).

Os valores médios encontrado por Menezes (2007) no canal do Belmont no município de Porto Velho, em áreas da zona rural e no parque ecológico (ZR6, ZR7 e PE9 - seca), foram maiores no atual trabalho conforme descrito anteriormente tanto para o fósforo total ($33,08\mu\text{g.L}^{-1}$) quanto para o ortofosfato ($10,17\mu\text{g.L}^{-1}$).

Santos et al (1984), estudaram 29 afluentes do rio Negro, sendo que o fósforo só foi detectado em apenas 9, com variação de 20 a $70\mu\text{g.L}^{-1}$, e média de $29,0\mu\text{g.L}^{-1}$, concluindo que o fósforo é o elemento mais deficitário que se observa nas águas da Amazônia e esse déficit está associado a pobreza da água em nutrientes em conseqüência da característica do solo.

Santos et al (1985) observaram em três estações no período de seca déficit de nutrientes, pobreza das águas, corroborando com o trabalho anterior, este apresentou um aumento com variação de 10 a $80\mu\text{g.L}^{-1}$. Os valores do atual trabalho mostraram-se abaixo quando comparados aos obtidos por Santos et al (1985), enfatizando a pobreza dos solos por onde os sistemas aquáticos circulam.

Os valores de fósforo também se mostraram abaixo do padrão estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 de $150\mu\text{g.L}^{-1}$ para classe 2.

4.1.7. Amônia

A amônia apresentou uma variação de 0,7 (CD12) a 28,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (ACD1) (Figura 30). A microbacia do rio Preto apresentou mediana de 2,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ o rio Candeias com 4,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e a microbacia do rio Santa Cruz com 6,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Esse último valor enfatiza que esse sistema está sendo alvo de degradação ambiental pelo processo de uso e ocupação onde a mineração e/ou atividade garimpeira é responsável por tal dano juntamente com a atividade de pecuária que através de excretas e decomposição de matéria orgânica libera amônia. Quando em contato com a água transforma-se em hidróxido de amônio, tornando-se altamente tóxica para os microrganismos presentes. Essa toxicidade depende do pH, quanto mais ácido for, mais hidróxido de amônio é neutralizado, diminuindo a toxicidade e quanto mais alcalino for o pH, mais perigosa será a amônia (DEVOS et al, 2008).

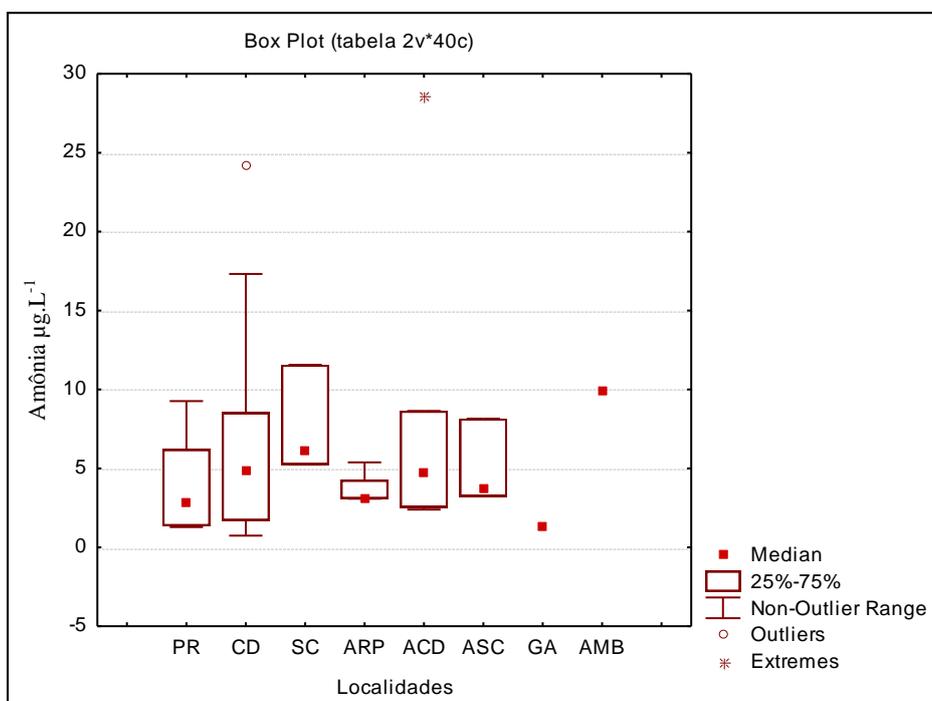


Figura 30: Gráfico de amônia com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz e afluentes).

Almeida Sobrinho (2006), registrou no rio Candeias média de 90 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de amônia, mostrando grande diferença quando comparado com Menezes (2007) no canal do Belmont, em áreas da zona rural com média de 3,44 $\mu\text{g.L}^{-1}$. No entanto, a média no rio Candeias do presente estudo foi menor que de Almeida Sobrinho (2006) e próximo do valor médio encontrado por Menezes (2007).

Algumas localidades que apresentaram maiores que as outras, tais como o ponto CD2 e CD11 no rio Candeias sob área de vegetação preservada, ACD1 (afluente rio Candeias) e AMB (rio Ambição) sob influência de pecuária e SC01 (rio Santa Cruz) estão sob mineração/atividade garimpeira. A maior contaminação nessas áreas é atribuída à excretas de animais e decomposição da matéria orgânica, conforme mencionado anteriormente (Figura 30). É importante enfatizar que no ponto ACD1 (afluente rio Candeias) foi encontrado baixas concentrações de oxigênio dissolvido ($0,8\text{mg.L}^{-1}$), isto faz com que o processo de desnitrificação se torne acelerado, e ao mesmo tempo indica fontes de poluição próxima ou recente (ALABURDA & NISHIHARA, 1998).

4.1.8. Coliformes Fecais e Totais

Os coliformes fecais apresentaram uma variação de 100 (SC2, CD8, PR1, PR2 e ACD4- nos rios Santa Cruz, Candeias e Preto) a 3.100UFC/100mL (CD7-rio Candeias) (Figura 31 e Apêndice 1). A microbacia do rio Preto obteve mediana de 200, a do rio Candeias com 600 e a microbacia do rio Santa Cruz com 1.100.

Os coliformes totais apresentaram uma variação de 300 (PR1-rio Preto) a 11.300UFC/100mL (PR3-rio Preto) (Figura 31 e Apêndice 1). A microbacia do rio Candeias apresentou mediana de 3.500, a do rio Preto com 4.400, e a do rio Santa Cruz com 4.700.

Os maiores valores medianos tanto de coliformes fecais quanto de coliformes totais foram registrados na microbacia do rio Preto (afluentes), rico em matéria orgânica, seguido pela microbacia do rio Santa Cruz o qual está sob influência antrópica de mineração e/ou atividade garimpeira (Figura 31). Alguns locais destacaram-se como o ponto ARP1 e CD7, sob influência urbana e industrial, ARP3 sob atividade de pecuária, os diferentes tipos de uso e ocupação estão atribuídos à maior pressão dessas atividades sob a sub-bacia e GA (Garça) em área de preservação, à jusante foi verificada a presença de residências de ribeirinhos com criação de animais (gado, galinhas, ganso, etc.) que percorrem por toda a área, uma vez que os coliformes fecais fazem parte da flora intestinal de homeotermos (Figura 31) (PELCZAR et al, 1981).

A elevada contaminação de algumas áreas mostrou-se de forma pontual, pois o efeito de diluição no período de seca ocorre com menor intensidade, somado a algumas localidades apresentarem águas lânticas, favorecendo os microrganismos. Estes em

meios propícios acabam aderidos às partículas e apresentam maior mobilidade por alguns serem flagelados.

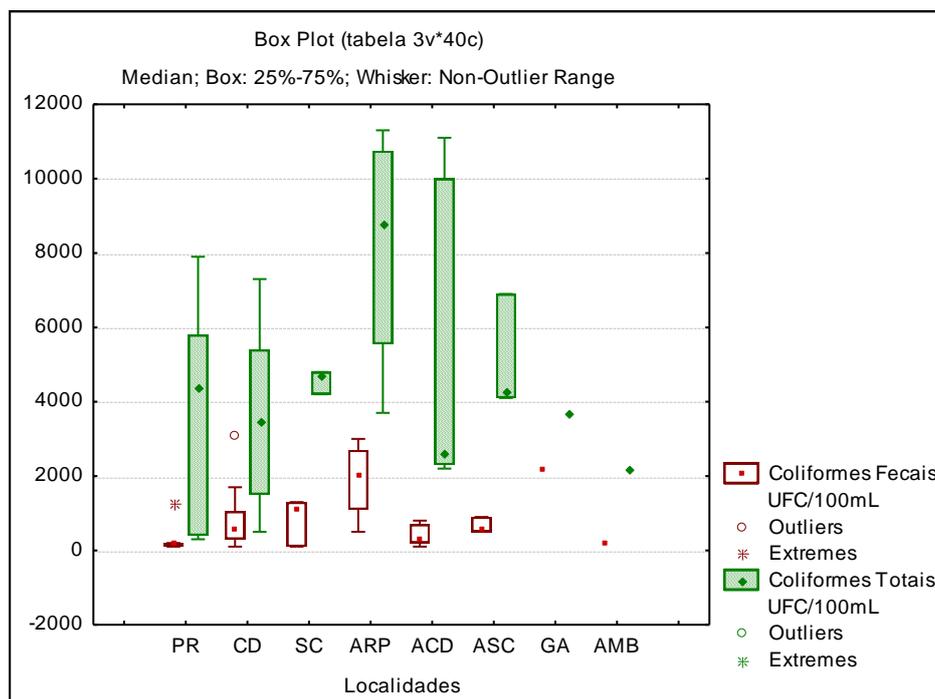


Figura 31: Gráfico dos coliformes fecais e totais com suas respectivas microbacias (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz) e afluentes (Rio Preto, Rio Candeias e Rio Santa Cruz).

Os coliformes totais sempre se apresentaram em maior número por englobar maior número e grupos diferentes de microrganismos, alguns pontos mostraram forte pressão antrópica como o ASC3 sob atividade de mineração e/ou garimpo, ACD1, PR3 e ARP3 sob atividade de pecuária, CD7, ARP1 e ARP4 sob influência urbana e industrial e ACD5 com área de vegetação preservada (Figura 31). Estas atividades estão diretamente relacionadas ao uso e ocupação por ocasionar aumento na contaminação dos sistemas aquáticos, quanto às áreas preservadas, não significa que não estejam recebendo esses microrganismos, pois estão presentes em animais homeotermos.

Barcellos et al (2006), em estudo realizado na sub-bacia Água Limpa (percorre perímetro urbano) e sub-bacia Santa Cruz (agropecuária) na cidade de Lavras (MG) encontrou médias de 5.140 ± 4.889 e 2.754 ± 3.805 UFC/100mL respectivamente para coliformes fecais, demonstrando que no Santa Cruz a atividade antrópica é menos intensa. Quando comparados com o atual trabalho, os valores mostraram-se bastante elevados.

Conforme a resolução CONAMA 357/05, as águas da sub-bacia do rio Candeias foram consideradas de **muito boa** a **satisfatória** para balneabilidade para cada microbacia, onde em muitos casos a ocorrência do trato urinário deve-se à recreação de contato primário. Para o ministério da Saúde (2004) as águas são consideradas impróprias para ingestão sem tratamento prévio.

4.2. ANÁLISES DAS COMPONENTES PRINCIPAIS

Para análise das componentes principais (ACP) foi realizada uma análise com todas as variáveis e outra somente com os parâmetros físico-químicos, isto foi realizado após observações de várias tentativas, o que permitiu tal situação, ou seja, a que melhor contribuísse para o presente trabalho.

4.2.1. Parâmetros Físico-Químicos

A análise das componentes principais explicou 75,19% da variância acumulada nas três primeiras componentes. A primeira componente contribuiu com 36,33% da variância explicada, a segunda componente explicou 22,57% da variância e a terceira componente com 16,28% de explicação da variância dos dados (Tabela 2).

Tabela 2: Autovalores (*eigenvalue*), porcentagem da variância e porcentagem cumulativa da variância para as três primeiras componentes principais dos parâmetros físico-químicos.

Componentes Principais	Eigenvalue	% variância	% cumulativa
CP1	2,18	36,33	36,33
CP2	1,35	22,57	58,90
CP3	0,97	16,28	75,19

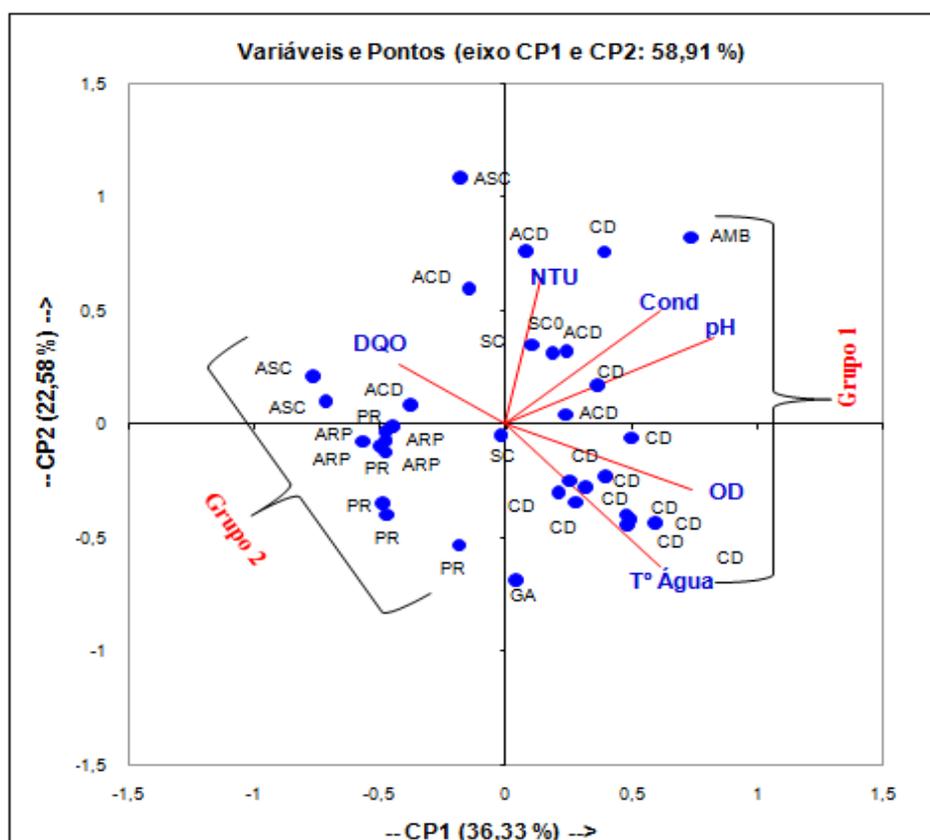
*Nota: CP = componente principal

As cargas das componentes, das quais se extrai as variáveis mais importantes foram para a primeira componente com cargas mais elevadas para o pH e oxigênio dissolvido (OD); na segunda componente, as principais variáveis foram turbidez e temperatura da água; e na terceira componente a turbidez indicada como a maior carga (Tabela 3).

Tabela 3: Peso (*loadings*) das variáveis físico-químicas nas três primeiras componentes.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
T°Água	0,613	-0,625	-0,046
Cond	0,612	0,503	-0,517
pH	0,823	0,378	-0,154
OD	0,743	-0,291	0,374
Turb	0,142	0,644	0,706
DQO	-0,425	0,261	-0,217

*Nota: T°Água=temperatura da água; Cond=condutividade elétrica; OD=oxigênio dissolvido; Turb=turbidez; DQO=demanda química de oxigênio; CP=componente principal.



*Nota: NTU=turbidez; Cond=condutividade elétrica; OD=oxigênio dissolvido; DQO=demanda química de oxigênio; CD=rio Candeias; ACD=afluente rio Candeias; PR=rio Preto; ARP=afluente rio Preto; SC=rio Santa Cruz; ASC=afluente Santa Cruz; AMB=rio Ambição; GA=rio Garça; CP=componente principal.

Figura 32: Gráfico dos escores mostrando a projeção espacial de ordenação das cargas das variáveis físico-químicas e dos pontos amostrados.

A sobreposição entre a distribuição espacial dos pontos, com as variáveis das duas principais componentes separou a sub-bacia do rio Candeias em dois grupos: rios de águas claras no 1° e 4° quadrante (Grupo 1) e rios de águas pretas com pontos localizados no 3° quadrante (Grupo 2). Os vetores indicam quais parâmetros estão influenciando com maior intensidade os pontos em cada quadrante (Figura 32).

A análise das componentes principais ordenou as variáveis que caracterizam as águas da sub-bacia do rio Candeias quanto aos tipos de águas da região Amazônica (Figura 32).

A primeira componente ordenou com maiores cargas as variáveis pH e oxigênio dissolvido, esta foi determinada como rios de águas claras (Tabela 3). Foi possível classificar a separação dos tipos de água, onde no primeiro grupo (primeiro e quarto quadrante) está localizado os de água clara (Figura 32). Os rios de águas claras são assim chamados por possuírem certas características específicas como o pH mais alcalino, maiores concentrações de condutividade elétrica e baixas quantidades de matéria orgânica, carregam pouco material em suspensão, tornando-se praticamente lênticos na vazante (Figuras 32). Como exemplo tem-se o rio Tapajós de águas claras, que apresenta grande volume de água, com pouco sedimento “suspenso” e nutriente, água menos ácidas dada a ocorrência de pequenos afloramentos de calcário em sua bacia, margens ocupadas por praias as quais são muito procuradas na época da vazante características também observadas na sub-bacia do rio Candeias (CUNHA & PASCOALOTO, 2006). Atividades antrópicas como, o lançamento de esgoto sem tratamento prévio possui altos níveis de contaminação das águas, especialmente com nutrientes (N e P), os quais contribuem para a eutrofização dos corpos receptores, com conseqüentes problemas como aumento da turbidez e baixo nível de OD, resultando na mortandade de peixes (Nitrogen Control, EPA, 1993).

A segunda componente correlacionou às variáveis inversamente proporcionais com maiores cargas/*loadings*, que demonstram matéria orgânica no corpo d'água, por isso determinada como rios de águas pretas (Tabela 3; Figura 32). O segundo grupo (segundo e terceiro quadrante), no qual foi exibido a DQO responsável pela quantidade de matéria orgânica presente no corpo d'água (Figura 32). Os rios de águas pretas são assim caracterizados, pela presença de material orgânico solúvel de coloração marrom ou avermelhada em decorrência dos ácidos fúlvicos e húmicos produzidos pela decomposição da floresta ao ser inundada parte do ano (SIOLI, 1964). Apresentam

águas levemente ácidas e de baixa condutividade elétrica, no qual também foi observada baixa turbidez que reflete a pobreza de nutrientes como fósforo. Estas características devem-se à composição geoquímica dos tipos de solos por onde percorrem (HORBE & OLIVEIRA, 2008).

A terceira componente denominou-se intermediária, pois a turbidez apresentou semelhanças com alguns afluentes dos rios Candeias, Santa Cruz e Preto (Tabela 3; Figura 32). Isto pode estar relacionado ao estágio de assoreamento, principalmente dos afluentes que estão sob maior pressão antrópica, para dessedentação de animais (gado).

4.2.2. Nutrientes (ortofosfato, fósforo total e amônia) e Biológicos (coliformes fecais e não fecais).

A análise das componentes principais em geral para todas as variáveis explicou 84,17% da variância acumulada para as três componentes principais. A primeira componente contribuiu com 34,74% da variância explicada, a segunda componente explicou 29,83% da variância, e a terceira componente com 19,60% da variância explicada dos dados (Tabela 4).

Tabela 4: Autovalores (*engvalue*), porcentagem da variância e porcentagem cumulativa da variância para as três primeiras componentes principais dos parâmetros nutrientes e biológicos.

Componentes Principais	Eigenvalue	% variância	% cumulativa
CP1	1,37	34,74	34,74
CP2	1,49	29,83	64,57
CP3	0,98	19,60	84,17

*Nota: CP = componente principal

A primeira componente ordenou as maiores cargas para as variáveis ortofosfato e fósforo total, sendo determinada como antrópica. Estas variáveis, quando em elevados índices, podem ocasionar desequilíbrio em sistemas aquáticos e podem ter sido ordenadas devido à influência de atividades de pecuária, apesar de ainda não se mostrarem em níveis elevados na pesquisa realizada, permitindo mostrar que há tendência a um aumento de valores com o avanço desordenado da região, levando a um

ambiente com características eutróficas (Tabela 4 e 5; Figura 33). O primeiro grupo mostrou-se heterogêneo com os tipos de atividades presentes na sub-bacia, com predominância da atividade de pecuária e influência urbana e industrial.

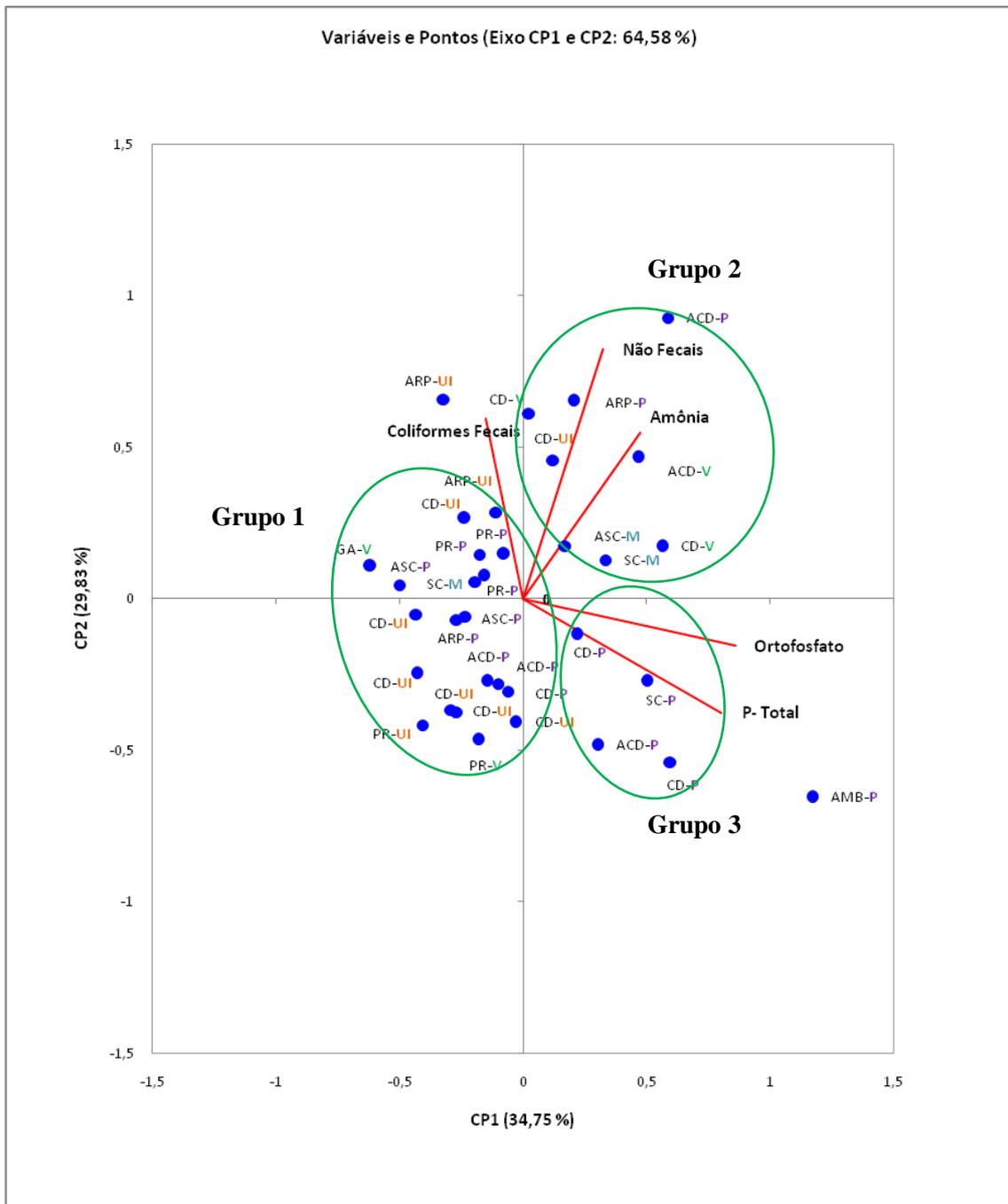
Tabela 5: Peso (*loadings*) das variáveis, nutrientes e bacteriológicas nas três primeiras componentes.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Col. Fecais	-0,153	0,593	0,735
Não Fecais	0,323	0,823	-0,004
Ortofosfato	0,860	-0,154	0,256
P- Total	0,803	-0,376	0,208
Amônia	0,474	0,546	-0,576

*Nota: Col. Fecais=coliformes fecais; Não Fecais=coliformes não fecais; P-Total=fósforo total; CP=componente principal.

A segunda componente ordenou com maior carga os coliformes não fecais, sendo determinada como natural, pois estes apresentam uma ecologia diferente, por estarem presentes no solo e na vegetação (Tabela 5). No segundo grupo predominou locais sob atividade de mineração e pecuária, devido aos destaques das variáveis, amônia, encontrada principalmente em excretas de animais e coliformes não fecais (*Proteus e Serratia*), que representam microrganismos oriundos principalmente do solo e da vegetação (Figura 33). A matéria orgânica naturalmente contém microrganismos como bactérias e fungos, que na maioria das vezes não são patogênicos.

A terceira componente teve como variável mais importante os coliformes fecais de origem exclusiva de excretas de animais homeotermos, a mesma foi determinada como antrópica (Tabela 5). Os coliformes fecais (*E. coli*) fora do seu “habitat natural”, o intestino de animais homeotermos, causam grandes danos quando em contato com outras regiões internas do corpo (ex.: infecções urinárias de alta patogenicidade). O terceiro grupo predominou áreas sob influência de pecuária no qual o fósforo total e o ortofosfato estão associados a matéria orgânica o que pode vir a elevar os níveis de eutrofização ainda não detectado (Figura 33).



Nota: PR - Rio Preto; APR – afluyente Rio Preto; CD – Rio Candeias; ACD – afluyente rio Candeias; SC – Rio Santa Cruz; ASC – afluyente Santa Cruz; AMB – Rio Ambição; GA – Rio Garça; P- área de pecuária; UI – área de influência urbana e industrial; M – área de mineração; V – área de vegetação preservada.

Figura 33: Gráfico dos scores mostrando a projeção espacial de ordenação das variáveis, amônia, fósforo total (P-Total), ortofosfato, coliformes fecais e não fecais.

Fatores como a agropecuária, ausência de matas ciliares e estradas com declividade mais acentuada tendem a elevar a exposição dos ecossistemas aquáticos a vários fatores negativos como, por exemplo, a elevação no teor de turbidez e

conseqüentemente no de condutividade elétrica. Entretanto, a intensidade e o aspecto de tal turbidez dependem do tipo de solo em que a água circula, das características do ambiente onde permanece e da velocidade de escoamento (ARCOVA & CICO, 1999; LIMA, 2007).

Na bacia de Taihu (China), sob uso e ocupação, Wang et al (2006) fez uso da técnica de PCA para avaliação da qualidade da água através de alguns parâmetros (oxigênio dissolvido, condutividade, pH, DQO, DBO, sólidos em suspensão, fósforo total, nitrogênio total, fenóis e petróleo) sensíveis a qualquer alterações. A análise mostrou três principais componentes independentes, ou seja, a primeira foi determinada como de nutriente, a segunda como ecológica (OD e pH são influenciados por outras variáveis) e a terceira como poluição química, indicando que as águas residuais provenientes das indústrias e navios e áreas sob influência urbana são as que mais estão poluindo o sistema aquático neste caso.

Mendiguchía et al (2004) também utilizou a ferramenta da análise das componentes principais em estudo realizado no rio Guadalquivir (Sevilha), principal centro urbano e industrial, neste mostrou a existência de três zonas separadas e uma de transição, o qual as atividades humanas estão afetando as características da água através das águas residuais urbanas e industriais e agricultura.

Castañe et al (2005) no rio Reconquista na bacia do rio Prata (Argentina) sob usos e ocupação (indústria e agricultura) com objetivo de avaliar a qualidade das águas superficiais através dos parâmetros físico-químicos (turbidez, condutividade, temperatura, pH, DQO, oxigênio dissolvido, fenóis, amônia, nitrito, clorofila e alcalinidade) com uso da PCA. As atividades antrópicas foram à principal fonte de contaminação diante do predomínio dos parâmetros, sendo que estes, não se alteraram significativamente ao longo do tempo.

Estudos de impactos sobre a qualidade da água em bacia na cidade de Durham (Carolina do Norte) em ritmo de urbanização (erosividade, densidade doméstica, densidade esgoto) onde a PCA separou a expansão urbana a partir de tendências espaciais relacionadas de urbanização e desenvolvimento rural, utilizando as variáveis relacionadas, sendo que a urbanização continua a ser a mais importante na qualidade da água (CARLE et al, 2005).

5. CONCLUSÃO

Diante dos valores encontrados em trabalhos pretéritos, pode-se inferir que a sub-bacia está passando por modificações sofridas no decorrer do tempo. Estas alterações são atribuídas à contribuição da exposição à radiação solar direta (principal fonte de energia), elevando a temperatura principalmente em áreas sob influência de pecuária, urbana e industrial e de mineração na qual a vegetação é retirada.

Os valores do atual trabalho estão relacionados ao período de seca no qual a sub-bacia do rio Candeias foi submetida a fortes queimadas (Figura 06), os afluentes da sub-bacia mostraram-se mais em fase de degradação (pecuária), pois são os que mais estão sendo explorados. Já a drenagem de maior porte como o rio Candeias, demonstrou grande capacidade de autodepuração, mesmo recebendo rejeito de efluentes domésticos e industriais (curtume), embora a presença dos metais pesados seja importante.

As concentrações de oxigênio dissolvido mostraram-se satisfatórias dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/05 com exceção dos pontos ACD 01, ASC 01, APR 2, ASC 02, PR 03, PR 04 e APR 04 em áreas sob influência urbana, de pecuária e curtume, que apresentaram valores inferiores a 5 mg.L⁻¹ para rios de classe 2.

Apesar do uso e ocupação na sub-bacia no rio Candeias, os valores obtidos no presente estudo foram mais baixos com relação aos trabalhos citados, mostrando realmente que as águas da Amazônia são deficientes em nutrientes em detrimento dos tipos de solo por onde percorrem. Os valores de fósforo total também se mostraram abaixo dos estabelecidos de 150 µg.L do CONAMA 357/05 para águas de classe 2.

A análise das componentes principais foi relevante mostrando as variáveis de maior importância e correlação entre si, qual indicou as características dos tipos de água da região quanto a sua composição, indicando que estes apresentam peculiaridades, permitindo mostrar ainda os grupos com maior predominância de atividades de pecuária e influência urbana e industrial.

Por mais que os valores tenham sido considerados baixos, não se pode esquecer que a sub-bacia do rio Candeias está em fase de degradação ambiental por diversos tipos de uso e ocupação do solo tais como pecuária, mineração (garimpo de cassiterita), influência urbana e industrial. Esses fatores demonstram a necessidade de um monitoramento contínuo dos recursos hídricos, para que se possa fazer um comparativo

do nível de degradação pelo uso e ocupação pontual no qual a sub-bacia do rio Candeias está sendo submetida.

Pode-se concluir que todas as variáveis estudadas estão dentro das normalidades, estabelecida pela resolução do CONAMA 357/05 para águas de classe 2, mesmo sob pressões antrópicas, sendo que também não foi observado nenhum local eutrofizado, ou seja, com níveis de nutrientes elevados.

É importante salientar que comunidade local está sob forte cobrança em nome do crescimento/desenvolvimento da região em decorrência da expansão agrícola, pecuária e implantação de indústrias, estes fatores levam a exploração de forma inadequada do meio ambiente, o que pode vir a ocasionar comprometimentos futuro na qualidade da água.

Para atingir a sustentabilidade da qualidade da água é necessário um monitoramento para identificar, classificar as diferenças nos principais rios e fazer um comparativo do nível de degradação (ausência de matas ciliares), pois se sabe que a natureza é surpreendida para o desenvolvimento local, entretanto pode ser explorada com planejamento adequado para que não venha interferir nos ciclos bióticos e abióticos. Além de fiscalizar os lançamentos de rejeitos líquido/sólidos dos laticínios e curtumes, potencial contribuidor de elementos químicos como, por exemplo, o cromo reconhecidamente cancerígeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMY, A. **Zoneamento Geoambiental de Pimenta Bueno**. Dissertação de Mestrado (PGDRA). Porto Velho, 2005.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, v.32, n.3, p.160-165, 1998.

ALMEIDA, M. C. et al. Ocorrência de infecção urinária em pacientes de um hospital universitário. **Ciênc. Farm. Básica Aplicada**, v.28, n.2, p.215-219, 2007.

ALMEIDA, S. G. et al. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 122p.

ALMEIDA SOBRINHO, A. **Sub-bacia hidrográfica do baixo Rio Candeias e a viabilidade da piscicultura em tanques-rede**. UNIR. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e meio ambiente), Universidade Federal de Rondônia, 2006.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS, com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.1, p.81-97, 2003.

AMARAL, L. A. et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista de Saúde Pública**, v.28, n.5, p.345-8, 1994.

ANDRADE, E. M. et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1791-1797, 2007.

ANGELO, H.; SÁ, S. P. P. O desflorestamento na Amazônia Brasileira. **Ciência florestal**, v.17, n.3, p.217-227, 2007.

ANGELOCCI, L. R.; VILLA NOVA, N. A. Variações da temperatura da água de um pequeno lago artificial ao longo de um ano em Piracicaba-SP. **Sciencia agrícola**, v.52, n.3, p.431-438, 1995.

ARAÚJO, A. L. C. et al. **Reservatórios profundos tratando esgoto doméstico bruto no nordeste do Brasil: ciclo do fósforo**. XVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. ABES, 2000.

ARAÚJO, R. P. Z.; MACEDO, J. A. B. Avaliação do processo de filtração pelo controle de qualidade microbiológico da água usada na fabricação de cápsulas. **Revista Controle de Contaminação**, v.30, n.5, p.26-38, 2001.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n.56, p.125-134, 1999.

BARCELLOS et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno Saúde Pública**, v.22, n.9, p.1967-1978, 2006.

BARRETO, W. J. et al. Analysis of physical and chemical parameters for discrimination of water origin in a hydroelectric reservoir. **Clean-Soil Air Water**, v.35, n.3, p.239-245, 2007.

BERNARDI, J. V. E. et al. Um estudo de impacto ambiental utilizando análises estatísticas espacial e multivariada. **Holos Environment**, v.1, n.2, p.162-172, 2001.

BERNARDI, J. V. E. et al. Aplicação da Análise das componentes principais na ordenação dos parâmetros físico-químicos no alto rio madeira e afluentes, Amazônia ocidental. **Geochimica Brasiliensis**, v.23, n.1, p,079-090, 2009.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Editora RIMA Artes e Textos, p 371, 2004.

BOLLMANN, H A.; MARQUES, D. M. L. M. Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol.11, n. 4, p. 343-352, 2006.

BONUMÁ, N. B. **Avaliação da qualidade da água sob impacto das atividades de implantação de garimpo no município de São Murtinho da Serra**. Santa Maria: UFSM. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

BRAGA, B. **Introdução À Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall. 2002.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Paulo. Edgard Blucher. CETESB, 185 p. 1977.

BRANCO, S. M. A água e o homem. In: **Hidrologia Ambiental**, v. 3. Edusp – Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. CETESB. São Paulo-SP, 1993.

BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial – Um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. In: São Carlos. Ed. RiMa, p 255, 2003.

BYAMUKAMA, D. et al. Determination of escherichia coli contamination with chromocult coliform agar showed a high level of discrimination efficiency for differing

fecal pollution levels in tropical waters of Kampala, Uganda. **American Society for Microbiology**, vol. 66, n. 2, p. 864-868, 2000.

CARLE, M. V.; HALPIN, P. N.; STOW, C. A. Patterns of watershed urbanization and impacts on water quality. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 41, n.3, p.693-708, 2005.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H.; TORNISIELO, V. L. Relações da Atividade Agropecuária com Parâmetros Físicos Químicos da Água. **Química Nova**, v.23, n.5, 2000.

CASTAÑÉ, P. M. et al. Spatial and temporal trends of physicochemical parameters in the water of the reconquista river (Buenos Aires, Argentina). **Environmental Monitoring and Assessment**, v.117, n.1-3, p.135-144, 2005.

CERETTA, M. C. **Avaliação dos aspectos da qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Arroio Cadena – Município de Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, RS, 2004.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia de coleta e preservação de amostras de água e solo**. São Paulo, 1987, 197p.

_____. _____. **Controle e garantia da qualidade nas análises microbiológicas de águas para consumo humano – Procedimentos e Critérios**. Série Relatórios. São Paulo, 2007.

CIAMPI, T. B. **Análise espacial e criação do banco de dados georeferenciados visando a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do rio Jamari**. Porto Velho: UNIR. Monografia (bacharel em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Rondônia, 2008.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução 274 de 2000. Brasília, 2000.

_____. _____. Resolução 357 de 2005. Brasília, 2005.

CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. **Hidroquímica dos Rios da Amazônia**. Centro Cultural dos Povos da Amazônia – CCPA. Manaus-AM, 2006.

DEVOS, V. et al. **Ciclo do Nitrogênio: “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”-Lavoiser**. Disponível em: http://www.aquahobby.com/articles/b_ciclo.php. Acesso em: outubro de 2008.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, v.1, 481p, 1993.

EMBRAPA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira/glossario.htm>. Acessado em: junho/2005.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. 2º ed. Rio de Janeiro. Editora Interciência Ltda – FINEP, 1998.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo**. Campina Grande/Paraíba: UFCG. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Previsão de produção bovina na rodovia Transamazônica do Brasil. **Acta Amazonica**, v.9, n.4, p.689-700, 1980.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.395-400, 2006.

FELIPE-SOTELO, M. et al. Temporal characterisation of river waters in urban and semi-urban areas using physico-chemical parameters and chemometric methods. **Analytica Chimica Acta**, v.583, n.1, p.128-137, 2007.

FEWTREL, L; KAY, D.; GODFREE, A. The microbiological qualite of private water supplies. **J Ciwen**, p.98-100, 1998.

FREITAS, V. P. S. et al. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 51-58, 2002.

GALAL-GORCHEV, H. et al. Revision of the WHO guidelines for drinking water quality. **Ann Ist Super Sanita**, v.29, n.2, p.335-345, 1993.

GASTALDINI, M. C. C.; IRION, C. A. O. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. In: **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, p.1-10. 2001.

GIRAO, E. G. et al. Seleção dos indicadores da qualidade da água no rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.17-24, 2007.

GOLOMBIESKI et al. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1263-1268, 2005.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters**; IBP Handbook N° 8; Blackwell Scientific Publications; Second Edition, 1978.

GTA (Grupo de Trabalho Amazônico). **O Fim da Floresta? A Devastação das Unidades de Conservação e Terras Indígenas no Estado de Rondônia**, 2008. Disponível em: <http://www.amazonia.org.br/arquivos/274515.pdf>

HAGEMANN, S. E.; et al. Monitoramento dos resíduos sólidos veiculados através da drenagem urbana. In: **XIX Jornada Acadêmica Integrada**, 2004, Santa Maria. XIX Jornada Acadêmica Integrada. Santa Maria: UFSM, v.1. p.1, 2004.

HARREMOES, P. The challenge of managing water and material balances in relation to eutrophication. **Water Scienc and Thechnolog**, v.37, n.3, p.9-17, 1998.

HITCHINS, A. D. et al. Compendium of methods for the microbiological examination of foods: Coliforms-Escherichia coli and its toxins. **Washington: American Public Health Association**, 3.ed, p.325-369, 1996.

HORBE, A. M. C. et al. Contribuição à hidroquímica de drenagens no município de Manaus-AM. **Acta Amazônica**, v.35, n.2, p.119-124, 2005.

HORBE, A. M. C.; OLIVEIRA, L. G. S. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas – Brasil. **Acta Amazônica**, v.38, n.4, p.753-760, 2008.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>. Acessado em: 2008.

JACKSON, S. G. et al. *Escherichia coli* 0157:H7 diarrhoea associated with well water and infected cattle on an Ontario farm. **Epidemiol Infect**, v.120, p.17-20, 1998.

JAGALS, P. et al. Evaluation of Selected Membrane Filtration and Most Probable Number Methods for the Enumeration of Faecal Coliforms, *Escherichia coli* and Enterococci in Environmental Waters. **Quantitative Microbiology**, v.2, n.2, p.129-140, 2000.

JORDÃO, C. P. et al. Contaminação por crômio de águas de rios provenientes de curtumes em Minas Gerais. **Química Nova**, v.22, n.1, p.47-52, 1999.

KANINDÉ. Associação de Defesa Etno Ambiental. **Diagnóstico e Monitoramento das Águas Superficiais: Bacia do Rio Jamari, Rondônia**, 2007. 1 CD-ROM.

KLOOT, R. W.; RADA KOVICH, B.; HUANG, X.; BRANTLEY, D. (DUKE). A Comparison of Bacterial Indicators and Methods in Rural Surface Waters. **Environmental Monitoring and Assessment** 121:275-287, 2006.

KOROLEF, F. Determination of total nitrogen in natural waters by means of persuphate oxidation. In: **New Baltic manual with methods for sapling and analysis of physical, chemical and biological parameters** (ed. S.R. Carlberg), 73-78p. 1976.

LANDIM, P. M. B. **Análises estatísticas de dados geológicos multivariados**. Laboratório de Geomática IGCE/UNESP, Rio Claro, Publicação Didática N° 5, 1997.

LEITE, N. K. **Biogeoquímica do Rio Ji-Paraná, Rondônia**. Piracicaba: USP. Dissertação de Mestrado (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), Universidade de São Paulo, 2004.

LIMA, M. A. B. **Aspectos bioquímicos e citoquímicos do polifosfato em *Cunninghamella elegans***. Recife/Pernambuco: UFPE. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia de Fungos), Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

LIMA, M. L. A. Uso do geoprocessamento na qualidade de água superficial destinada ao abastecimento humano no Estado de Rondônia. Anais: **I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil**, 07-09 novembro, IPABHi, p. 199-206, 2007.

LOPES, F. W. A. et al. Análise da qualidade da água, Degradação Ambiental e Atividade Turística no entorno da Cachoeira da Fumaça, Carrancas- MG. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 11, 2005, São Paulo. [Anais...] São Paulo: USP. p. 4855-4862.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e Cultura**, v.59, n.3, p.31-36, 2007.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas – Doenças de veiculação hídrica e alimentar**. Belo Horizonte, 3ed., 2007. Disponível em: www.jorgemacedo.pro.br. Acessado em: julho de 2008.

MENDES, A. M. A Importância do Nosso Solo. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, v 2., 2002.

MENDIGUCHÍA, C. et al. Using chemometric tools to assess anthropogenic effects in river water a case study: Guadalquivir River (Spain). **Analytica Chimica Acta**, v.515, n.1, p.143-149, 2004.

MENEZES, J. M. **Estudos Limnológicos na microbacia do Igarapé Belmont – Porto Velho/ RO - Brasil**. Porto Velho: RO: UNIR. Originalmente como Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Rondônia, 2007.

MERSE. Disponível em: http://www.merse.com.br/dicas/dicas_04.asp Acessado em: 2007.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, 2002.

Ministério da Saúde; **Portaria no. 518 de 25 de março de 2004**, Brasília, DF, 2004.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MONTEIRO, A. J. **Qualidade da água e controlo da poluição**. Recursos Hídricos e Ambientais do IST, 2004. Departamento de engenharia civil e arquitetura. Disponível: <https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/133939/1/Eutrofiza.pdf>

MONTES-BOTELLA, C.; TENORIO, M. D. Water characterization and seasonal heavy metal distribution in the Odiel River (Huelva, Spain) by means of principal component analysis. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v.45, n.4, p.436-444, 2003.

MOREIRA, L. Poluentes – poluição da água. Disponível em:<<http://www.poluentes.hpg.ig.com.br/poluiçãodasaguas.html>>. Acesso em: 17 set. 2003.

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

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MOTEGGIA, L. O. Curso de agentes ambientais da UFRG. Gestão de Efluentes Líquidos. IPH/UFRGS. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/sga/CursoAgentesUFRGS050607.pdf>. Acessado em: 2007.

MURRAY, P. R. **Microbiologia Médica**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 73p.

NAVAL, L. P.; SILVA, G. G. Estudo do comportamento do fósforo a diferentes profundidades em séries de lagoas de estabilização em escala real. **XVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**. México. 2002.

NEILL, C. et al. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian Streams. **Ecological Applications**, v.11, p.1817-1928, 2001.

OLIVEIRA, W. E. Qualidade, impurezas e características físicas, químicas e biológicas das águas. Padrões de potabilidade. Controle e qualidade da água. In: **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. São Paulo, CETESB, p.29-36, 49-62, 1976.

OLIVEIRA, L. P. F.; BECKER, H. Caracterização limnológica da lagoa do Sal - Planície costeira do município de Beberibe – CE. **Revista de Geologia**, v.19, n.2, p.177-186, 2006.

OTTOBELLI, I. et al. Estudo físico-químico e microbiológico da água dos rios e igarapés da bacia do rio Madeira. IN: **Anais do I Congresso Internacional Piatam Oeste: Implantação na Amazônia Ocidental**. Fundação Universidade Federal de Rondônia/Centro de Pesquisas da Petrobras. Porto Velho/RO, 2006.

PACHANI, R. A. Cálculo e uso da mediana. **Exacta**, São Paulo, v.4, n.2, p. 417-423, 2006.

PALHARES, J. C. P. et al. Impacto microbiológico na qualidade da água de uma microbacia caracterizada pelo uso dos resíduos animais como fertilizante. **I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais-SIGERA**, 12 e 13 de março, Florianópolis-SC, 2009.

PALMA-SILVA, G.M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração do Rio Corumbataí - SP**. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

PARALTA, E.; RIBEIRO, L. Análise variográfica e cartografia de risco da contaminação por nitratos na região de Beja. **Recursos Hídricos**, v.21, n.3, p.47-58, 2000.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: Riscos microbiológicos da carne**. Goiânia: UFG; v.1, p.294-308, 1995.

PEDLOWSKI, M.; DALE, V.; MATRICARDI, E. A criação de áreas protegidas e os limites da conservação ambiental em Rondônia. **Ambiente & Sociedade-Ano II**, N.5, 1999.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E. **Microbiologia**. vol. II; São Paulo; McGraw-Hill LTDA. 1981.

PLILIPPI JR., A. et al. Curso de Gestão Ambiental - **Coleção Ambiental**. Ed. 1, ed. Barueris SP: Manole, 2004.

PIMENTEL, M. F. Análise Estatística de Dados do Monitoramento da Qualidade das Águas do Rio Ipojuca e do Reservatório Tapacurá. **Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II**. Recife, julho de 2003. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/qualidade-agua/estatistica.pdf>. Acessado em: Novembro, 2007.

PRADO, R. B.; NOVO, E. M. L. M. Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.19, n.2, p.5-18, 2007.

PRESCOTT, L. M., 1996. **Microbiology**. In Mascarenhas, A., Martins, J. & Neves, M. Avaliação de tratamento de águas superficiais efectuado na ETA de Alcantarilha com base na análise de indicadores de poluição fecal. Univ. Algarve. 2002. Disponível em: http://www.ualg.pt/npfcma/docs/trab_eamb/micro_ETA.pdf. Acessado em: 07/2005

PROANALISE. Disponível em: <http://www.proanalise.com.br/downloads/Merck%20Chromocult%20coliform.pdf>. Acessado em: 07/09/2007.

QUEIROZ, M. G. **A Atividade Madeireira em Rondônia - Efeitos Econômicos e Ambientais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC-UNIR, 2000.

QUEIROZ, L. F. et al. Avaliação qualitativa dos poços artesianos do setor oeste, Goiânia-GO. Disponível em: http://agata.ucg.br/formularios/ucg/docentes/eng/pasqualetto/artigos/pdf/artigo_13.pdf. Acessado em: Fevereiro, 2007.

RIBEIRO, E. N. **Avaliação de Indicadores Microbianos de Balneabilidade em Ambientes Costeiros de Vitória/ES**. Tese de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, março de 2002.

RIBEIRO, F. A. L.; FERREIRA, M. M. C. Análise de Componentes Principais como Ferramenta para a Investigação de Contaminação Ambiental: Um Estudo de Caso. **Tecno-Lógica**, v.9, n.1, p.35-57, 2005.

RIOS, M. H. B. Avaliação econômica de projetos com impactos na área de saúde – estudo de caso: poluição hídrica nos municípios do estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2001.

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.

RYDING, S.O.; RAST, W. **The control of eutrophication of lakes and reservoirs**. Paris: UNESCO, 1989. v.1, 314p.

RUFINO, S. **Estatística**. Departamento de engenharia e produção. 2009.

Acessado em: 2009

Disponível em: http://www.pro.poli.usp.br/graduacao/backup/disciplinas-em-andamento/pro2271_1/roteiro%20para%20calculo%20dos%20quartis-boxplot.pdf

SANT'ANA, A. S. et al. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciências Tecnologia Alimentícia**, v.23, n. upl.0, p.190-194, 2003.

SANTANA, S. R. O. **Uso de geotecnologias para gestão de assentamentos de reforma agrária**. Campo Grande: MS:UFMS. Originalmente como Dissertação de Mestrado (Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006.

SANTOS, U. M. et al. Rios da Bacia Amazônica. I. Afluentes do rio Negro. **Acta Amazônica**, v.14, n. 1-2, p.222-237, 1984.

SANTOS, U. M. et al. Rios da Bacia Amazônica. II. Os afluentes do rio Branco. **Acta Amazônica**, v.15, p.147-156, 1985.

SANTOS, B. A. Recursos minerais da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.16, n.45, p.123-152, 2002.

SANTOS, C. R. A. Utilização do protocolo de avaliação rápida (PAR) na apreciação da qualidade da água em um sistema lótico de cerrado, com base na entomofauna aquática. IN: **21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES**, 2005.

SEDAM. Atlas Geoambiental de Rondônia, Porto Velho: SEDAM, 2002. p. 20.

SERAFIM, A.C. et al. Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos. **III Fórum de estudos contábeis**; Faculdades integradas claretianas – Rio Claro, SP, Brasil, 2003.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. Campinas: ITAL. 1995, 228p.

SILVA, A. C. et al. Variação Sazonal da Estrutura de Massas de Água na Plataforma Continental do Amazonas e Área Oceânica Adjacente. **Brasileira de Geofísica**, vol.23, n.2, p.145-157, 2005.

SILVA, M. J. G. **Boletim Climatológico de Rondônia - 2006**. SEDAM. Porto Velho, 2006. 40 p.

SILVA, H. R. et al. Sensoriamento remoto na identificação do uso e ocupação da terra na área do projeto “conquista da água”, ilha solteira - SP, BRASIL. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.1, p.328-334, 2006

SILVA, H. et al. Agropecuária e Urbanização: Uma Análise Multivariada para Minas Gerais, 1995-2000. **Rev. Econômica do Nordeste**, v.39, n.2, p.285-305, 2008.

SILVEIRA, S. S.; ANDRADE, E. M. Análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração. **Engenharia Agrícola**, v.22, n.2, p.171-177, 2002.

SIOLI, H.; KLINGE, H. Solos, tipos de vegetação e água na Amazônia. **Boletim Geográfico**, n.179, p. 146-153, 1964.

SOUSA, J. T.; VAZZOLLER, R. F.; FORESTI, E. Phosphate removal in an UASB reator treating synthetic substrate simulating domestic sewage. **Journal of Chemical Engineering**, v. 4, n.4, p.309-314, 1997.

TOLEDO, A. P. et al. **Aplicação de Modelos Simplificados para Avaliação da Eutrofização em Lagos e Reservatórios Tropicais**. CETESB. 1984.

TORRES, J. L. R. et al. Capacidade de uso das terras como subsídio para o planejamento da microbacia do córrego Lanhoso, em Uberaba (MG). **Caminhos de Geografia**, v.8, n.24, p.22-32, 2007.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 729p.

TUCCI, C. E. M. Águas no Meio Urbano. In: REBOUÇAS, A. C. et AL. **Águas doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2ed. São Paulo: Escrituras Editora. Capítulo 14, p. 473-506, 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, IIE, 2003, 248p.

WANG, X. et al. Identification of anthropogenic influences on water quality of rivers in Taihu watershed. **Journal of Environmental Sciences**, v. 19, n. 4, p. 475-481, 2007.

VALENTE, J. P. S. et al. Oxigênio dissolvido (OD), demanda química de Oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Eclética química**, vol. 22, p.1-13, 1997.

VALENTE, M. Doentes questionam curtume na Argentina. *Tierra America*, n. 109, 2003. Disponível em: <<http://www.tierramerica.net/2003/0526/pacentos.shtml>>. Acessado em novembro 2008.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. Washington: **American Public Health Association**. 3 ed, 1996. 873p.

VASCONCELOS, S. S. **Estudo Propositivo de Dinamização Econômica do Território Rural Vale do Rio Candeias**. FASE Pará – Programa Nacional Amazônia. Rio Branco-Acre, 2005.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda da biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1995, 240p.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: MG, Editora SEGRAC, Ed. 2, 1996.

ZIBORDI, M. S.; CARDOSO, J. L.; FILHO, L. R. V. Análise de aspecto socioeconômicos e tecnológicos da agropecuária na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.644-653, 2006.

APÊNDICE 1 – Dados primários dos parâmetros físico-químicos, nutrientes e bacteriológicos.

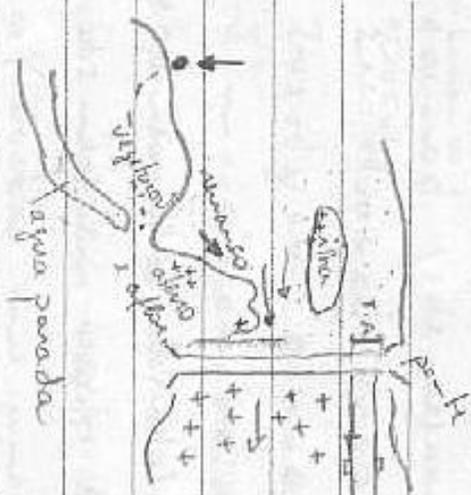
Latitude	Longitude	Código Laboratório	Código Campo	Localidade	Uso e Ocupação	T° Água °C	Cond $\mu\text{S.cm}^{-1}$	pH	OD mg.L^{-1}	Turb UNT	Coliformes Fecais 100/UFC	Não Fecais 100/UFC	Colif. Totais 100/UF C	Orto $\mu\text{g.L}^{-1}$	P- Total $\mu\text{g.L}^{-1}$	Amônia $\mu\text{g.L}^{-1}$	DQO $\text{MgO}_2\text{.L}^{-1}$
419871	9013359	AGCD 10454	CD1	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	28,4	16	6,17	7,8	8,85	200	400	600	6,13	13,71	3,78	4,48
419160	9015878	AGCD 10455	CD2	Rio Candeias	área de vegetação preservada	28,4	16	6	7,2	13,4	1000	4600	5600	4,87	13	24,19	4,16
420176	9017414	AGCD 10456	CD3	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	28,4	16,7	6,03	9,9	10,3	400	2000	2400	4,25	15,14	1,35	3,2
418178	9018884	AGCD 10457	CD4	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	28,6	15,2	6,15	10,1	10,4	200	400	600	5,5	15,14	4,26	4,16
417924	9021620	AGCD 10458	CD5	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	28,7	15,5	5,98	6,9	11,8	1100	2700	3800	4,25	15,14	1,56	3,52
418847	9022712	AGCD 10459	CD6	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	29,1	15,9	6,09	10,6	12	1700	3500	5200	4,87	15,86	8,78	4,8
418524	9024700	AGCD 10461	CD7	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial	28,9	18,1	6	10,8	15,7	3100	4200	7300	8	20,86	8,29	3,52
421661	9024672	AGCD 10463	CD8	Rio Candeias	área de influência urbana e industrial		18,4	5,92	10,6	13,2	100	400	500	7,38	17,29	6,21	2,88
428297	8926018	AGCD 10471	CD9	Rio Candeias	área de influência de pecuária	27,5	28,9	6,33	7,4	9,21	500	4000	4500	8,63	20,14	5,51	2,88
419966	8863344	AGCD 10474	CD10	Rio Candeias	área de influência de pecuária	24,9	37	6,3	7,9	35,4	600	1900	2500	11,13	32,29	1,83	4,16
419724	8881265	AGCD 10478	CD11	Rio Candeias	área de vegetação preservada	27,5	18	6,6	6,5	20,5	600	5500	6100	6,75	33,71	17,32	4,48
432974	8936628	AGCD 10484	CD12	Rio Candeias	área de influência de pecuária	27,7	14	6	6,1	9,83	700	2500	3200	6,13	24,43	0,74	2,56
421253	8925967	AGACD 10472	ACD1	Afluente Candeias	área de influência de pecuária	26,4	25,3	5,32	0,8	11,1	200	9800	10000	8,63	10,86	28,57	3,52
414366	8878116	AGACD 10475	ACD2	Afluente Candeias	área de influência de pecuária	23,5	19	6,1	5,09	23,1	800	1800	2600	6,13	22,29	2,39	4,48
411902	8884909	AGACD 10476	ACD3	Afluente Candeias	área de influência de pecuária	24,8	32	6,44	5,9	20,9	300	2000	2300	8,63	28,71	2,53	6,72
411074	8894796	AGACD 10477	ACD4	Afluente Candeias	área de influência de pecuária	24,8	10	6,35	8,3	25	100	2100	2200	6,13	16,57	4,75	5,12
423762	8886972	AGACD 10479	ACD5	Afluente Candeias	área de vegetação preservada	25,8	17	6,52	6,5	4,93	700	10400	11100	8	24,43	8,64	3,52
430590	9018194	AGPR 10453	PR1	Rio Preto	área de influência urbana e industrial (Balneário)	28,2	6	5,45	5,7	3,44	100	200	300	6,13	9,43	1,28	4,8
423729	9025606	AGPR 10462	PR2	Rio Preto	área de vegetação preservada	26,5	6,4	4,98	5,3	6,22	100	300	400	6,75	15,86	2,81	4,8
467643	8936658	AGPR 10483	PR3	Afluente Preto	área de influência de pecuária	24,6	5	5,48	4,47	6,18	200	7700	7900	4,88	16,57	1,35	4,48

465035	8946413	AGPR 10485	PR4	Rio Preto	área de influência de pecuária	25,4	5	5,49	4,5	4,65	200	5600	5800	4,88	17,29	9,26	5,44
448443	8989049	AGPR 10489	PR5	Afluente Preto	área de influência de pecuária	26,8	3,3	5,1	5,7	8,2	1300	3100	4400	6,13	15,86	6,21	6,08
464106	8926126	AGARP 10467	ARP1	Afluente Preto	área de influência urbana e industrial	23,6	8,1	5,43	5,2	5,81	2400	7800	10200	4,88	12,29	3,15	3,84
460987	8946440	AGARP 10486	ARP2	Afluente Preto	área de influência de pecuária	26,1	5	5,47	4,2	13,2	500	3200	3700	4,25	18	5,38	6,08
452872	8967345	AGARP 10487	ARP3	Afluente Preto	área de influência de pecuária	27,2	3	5,54	5,9	8,8	3000	8300	11300	9,25	18	3,08	9,28
447256	8974220	AGARP 10488	ARP4	Afluente Preto	área de influência urbana e industrial (Balneário-Distrito Triunfo)	25,8	3	5,38	4,9	8,8	1700	5700	7400	6,75	15,14	3,08	7,04
437135	8926046	AGSC 10480	SC1	Rio Santa Cruz	área de influência de mineração	26,4	19,7	5,95	7	35,3	1100	3700	4800	9,88	16,57	11,56	3,84
435733	8889739	AGSC 10481	SC2	Rio Santa Cruz	área de influência de pecuária	26,5	19	6,48	6,4	22,6	100	4600	4700	9,25	29,43	5,24	4,8
438222	8936747	AGSC 10482	SC3	Rio Santa Cruz	área de influência de mineração	27,2	7	5,86	5,8	24,1	1300	2900	4200	5,5	17,29	6,07	4,16
456021	8926277	AGASC 10468	ASC1	Afluente Santa Cruz	área de influência de pecuária	23,9	11,3	5,13	1,6	8,46	600	3700	4300	3,63	10,86	3,71	3,84
449730	8926137	AGASC 10469	ASC2	Afluente Santa Cruz	área de influência de pecuária	22,3	8	5,25	4,4	4,14	500	3600	4100	6,13	12,29	3,22	5,76
440960	8926065	AGASC 10470	ASC3	Afluente Santa Cruz	área de influência de mineração	24,2	9,5	5,65	6,8	77,4	900	6000	6900	6,13	25,14	8,15	5,44
418057	9023800	AGGA 10460	GA1	Garça	área de vegetação preservada	28	6	5,19	10,5	9,55	2200	1500	3700	4,25	10,14	1,35	4,48
412729	8924253	AGAMB 10473	AMB1	Ambição	área de influência de pecuária	27,2	74	6,72	6,4	7,03	200	2000	2200	11,13	52,29	9,89	6,4

APÊNDICE 2- Anotações de Campo.

20/08/07 - Datum GPS - WGS84
 Primeiro dia coleta

- PR-01 - Rio Pardo, afluentes do rio
 Candués (banho)
 local da coleta:



0430590
 9018194

OD - 57
 por aberto, ba-
 Magem, ponte

PH - 5,45
 local de coleta - junto à margem da
 "ilha", e vegetação e período arenoso
 inundada 0430622/9018136
 => local próximo ao banco da ilha
 (deposito de areias finas, e/
 pedregulhos e cascalho - cascalho
 arenosos);

local muito
 modificada

21/08/07

CD-01 - Rio Condéius, +/- 30 km
à nor-ouest de Condéius de
Tancari (mairie).

0419871/9013359 PH 6,17

Leito do rio
margens y bancos y ohe'
7 m, subverticais y fendas
erosivas. Vegetação marginal
preservada
colite de sidi merhos, água

Sid. prox. margem direita
(barragem erosões)



CD-02 - Rio Condéius

PH 6,0 0419160/9015878

quatro margem direita, y
barragem +/- 5 m. Vegetação
marginal preservada
comente forte
no barragem, argila cinza clara
sed. sublitado - areia marginal.

rios da Topografia 0419206/901745E

(foto entre pól. ME do rio Candéias)

CD-03 - rio Candéias, junto à ME

PH - 6,03 0420176/9017414

usina (gam. 805)

colte a 1 km de
monha de baixo



de areia amassa a
rubrismo

rio e amarelo

vegetação marginal preservada

banco e 4/25 m altura

junto às casas, vegetação marginal
muito rizada.

CD-04 - rio Candéias, junto à ME, local

e/ base do vado vegetação

marginal. Banco e/ 4/5 m. altura.

0418178/9018884 PH - 6,15

colte junto à ME - areia fina

Granito porfiróide / angular e
semelhante ao do Banho do Rio
Pato.

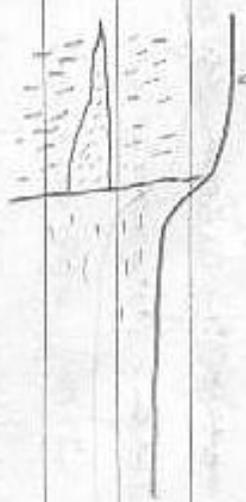
Abertura to MD e ME do rio
Lanchões - legdo no MD

- CDG-01 - 0418466/9020346

Apresenta-se em bloco / maciço
massivo, com pedregalhos arredondados e
de 6 cm. Os deforçados, lições
maciços (bt. hbl 3). Corpo granítico
fino, no geral e bastante
compositivo (maciço) e
vênulas irregulares de
cor vívida
S. E. Sane de Providência
veículos de
vênulas
milimétricas

- CDG-02 - 0418770/9020884

Folha sobre do sedimentos por
abertura - relevo, no superfície,
apresenta detalhes com
folha natural



- CD-05 - ME do rio Candeias

PH-5,98 Bonauro y 15 metros de
altura. Feijões de esmagam-

mento, y sabinheiros avança-
do p/ o canal. Colhe junho a
marçom. Veget. preservada.

0417924 / 9021620



Amoshe y avic média
⇒ Foi a lide amoshe junho a

MD - banco y 4/5m

Sabinheiros agitados. Plavie
de inva deus. Vegetação man-
grel preservada.

- CD-06 - ME rio Candeias - banco



banco y
pt 20m
y feijões
de amoshe
y 6 metros altura
junho ao banco
0418847 / 9022712

PH-6,08 Amoshe - avic média. y ashas
vegetais. Podi colher uni-
meais picados (iluminha)

- GA-01 - Rio das Garças

MD, barco y 2,0 m, planície

PH- 5,19 de nível de cor. Monte das

loço e jorral. Próximo à
foz no rio Candieiros

0418057/9023800

Anosite colheita junho 00
barco da MD

Barraes da ME - 4/8.0 m,

e/ feições erosivas

Saída de água do estuário

- GD-07 - ME do rio Candieiros

em fez do rio das Garças

0418524 e Rio Preto Barraes y 25 m

9024700 de altura, e de 6 m no estuário

PH- 6,0 Tubulecos e saída de água e
efluentes do estuário.

Anosite colheita junho à ME

Piscicultura local - me margem

(segundo o barqueiro, no local he

muito peixe). Vegetação alheia
(cortou um rio alto do barranco).

- CD-08 - ME do rio Candéias

0121661/9024672 - praia o'c

PH-5,92 baldes de areia. Canal de distribuição
de águas barbedas este
logo é um barbe; Banco com
4- 4m de altura. Vegetação
preservada nos beirais e no
margem, em parte alheia da

- PR-02 - Rio Puro, afluentes do
rio Candéias

PH-4,98 0423729/9025606

MD do rio, sobre junho no

banco. Banco q/ 3/4 metros
altura. M. margem: junho
no local de colhe, banco q/
1,0m - pouco nos foz de

Pequeno dreno (meio nos
momentos) ou canal secundária
rio de planície de inundação

22/08/07

- AIA 01 - Afluente do rio Tamari
PH=5,6 B-40, ahe L-80 e L-75

comenda P/ Lisha (Tamari)
0485074/0919263

rio e/ parte. Assos a jusante
poisa da e a margem da parte

estrada Vegetação muito aberta junto
às margens. Em grande parte
abunde, e há plácidos de
poisa (suja) e copoires.
Fluxo do rio muito difíceis - barre-
lento parcial à margem,

(cascatas) e "medeiras" o jusante devido
barreiras e medeiras de partes an-
tigos, transversais ao canal.

Alto P/ o parte e/ 7-2,5/3,0 m
Assos solidada à margem
da parte, por margem esquerda

Assos no solo (horas A e B), no jusante
da parte, veget. ciliar parcial em alve-
da - gleyssolo.

- MA-01 - Rio Mussangane

B-40 ponte.

PH-5,64 Colhe me ME, manbarbe
da ponte

0484444 / 8928401

Banco y / 3,5 m altura

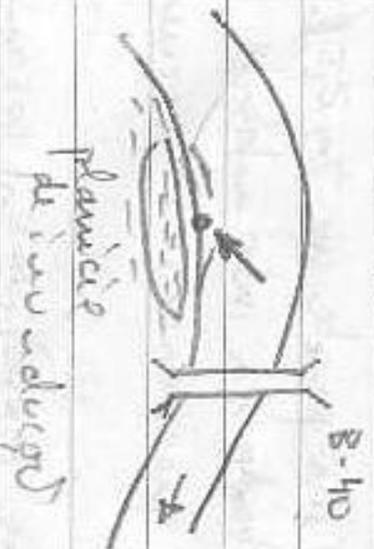
Arso p/ o rio, y trilhos,
aeross y abano, mbr vilas
funvilmente ativa da.

ME e MD - planície de inund-
does. (7-50/70 m)

Faixas erosivas planícies
no lateral de colhe, y escoamento
de ojeo vinda de eshada (B-40)

Arso me sediamento colhe de

me MD



Amosha kiedo - colhe me L-85,
SI-01 (L-85) Lado direito

do 8-40 r/Alto
Pneúno

Vegetação pin - ave e folhas do
mudas ramos - nota alterado nos
filhos - sempre de. Sem alterados
na veta. Lado esquerdo: nota feia.
Litosso amarelo, arenoso
048 3545 / 8929181

- MA-02 - rio Missangure - L-85
colheira. Ponte.

PH-6106 - colhe MD, mancha de ponte:
ramos. Vegetação marginal
em planície de inundação
preservada. Banco e zisua.
Pegues feios ossias de vido
filhos de banana ("pneúno")
0476124 / 8926150 - avisa das
pedras.

Amosha solo - me planície de
inundação. Espodossolo arenoso,
pouca orgânica.

23/08/07 - Alto Paraíso
Seguindo pela L-85, em direção
ao rio Candiaes.

- ARP-01 - Alburne do rio Preto

L-85, área urbana/industrial
de Alto Paraíso

0464106 Ponte sobre o rio

8326126 Medeira na ME, é um

barre. Vegetação em grande
parte que hoje tem a
Buitis no canal. Meio-flores

Fotos da Pastagem na ME, Barrios
aspectos da drenagem
(alterações no domínio)
modificados: - abertos na ME,
flocos resinosos. Alburne: 1/4 km

colte junto à ME, no barre
da ponte

Planície de inundação e pelo menos
100/200 m - ocupada por pastagens
e medeira.

Pl. I.

canal

Pl. I

SL-02 - Colhe solo

L-85, lado direito
naa capoeira, próximo
à casa adrianaria.

Lothosolo

- ASC-01 (afluente rio Sante Cruz)

duas pecas corbeas da L-85

0456021 de norte p/ sul

8926277 Ponte na estufa - obras e/

atenu, estufa de serviço,
pH = 5,13 altera do total unche o ca-

nal do rio, letreiros sobre
sedimentos de planície da

riuvadeant (argila úrga)

colhe é unche de estufa

nação direita, piteira abé

o vale do rio. Me planície de

riuvadeant, bueis e espere

e/ granitares de posteira

Pisoneo do gado me unche

(fres do gado)

Vale amplo, planície > 150 m

- ASC-02 - L-85, drenagem de
muito r/ sul.

Buenos, bairros do Pericall muito
o flúvio - água parada é comum -
favela, com muito a possivelmente

0449730 A possivelmente, esse tipo de favela -
8926137 fos de bichinho - esse tipo de
temo sobre bichinho pedis

Colhe de águas. Possivelmente a mo-
Solo me favela. Buitis me planície de
outra de inundação. Vale amplo,
inundação e água "parada" (chamado) me
glacioso (parte para ± 150 m r/ cada
anquioso margem).

Colhe água e sedimentos
Logo é mais longe de favela,
margem esquerda (água
"parada")
A paisagem, vegetação alta e da
(copoeta) me planície de inundação
dação.

importante - | todos os bairros me planície de
inundação. Atenção sobre a planície
de inundação (caso a casa)

- ASC-03 - Drenagem SA-03/EA

L-85 grande potho, exaurose pluvial -
no de inundacoes, eflu-

PH-5/65 curbe do rio Sante Cruz

(cobecadeiras em Bacia
Futura).

0440960/8926065

Ponte de madeira no canal

principal e em canal secundario.
daio. Canal muito alagado,

M.D. → y banos molhados e pisotea-
dos pelo gado. Possuem
me planície de inundacoes.

Bunhi's esparsos. No canal,
troncos caidos. Agua barrenta,

laura junto as margens.

Colhe no M.D., mancha da

potho. Laura sobre os troncos
caidos (pelicula ressecada).

- 5C-01 Iqanepi' Saakhe (aug - L-85)
focante de parte, banco avodi-
do e com piso feito de gado.

Ponto de MD.
Bifolios em proc. d'agua na

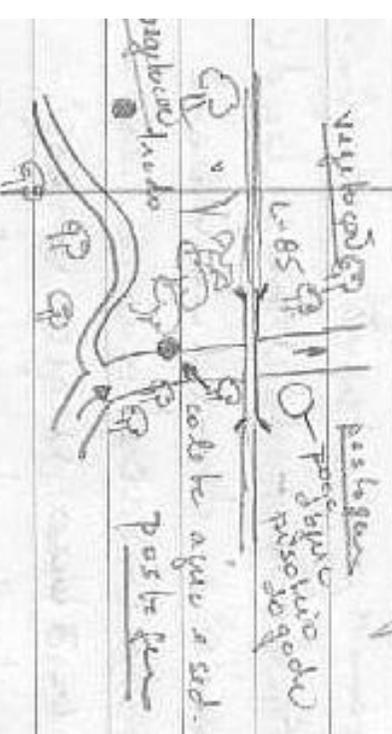
soho
espodoso to À manhaente, vegetação mangi-
mal parcialmente preservada

0437135 me planície de inundação
8926046 da ME. Me MD, banco alto-
sivo e/ 3 m. Veget. mangi-
mal junto ao barragem, passag-
do p/ postagem.

Alfenebe me ME
Me planície de inund. de ME,
Adiantos avanosos (grã guasie
e ué dia, e/ canche de argila
vermelha me superfície (e/
grelhas de assoreamento).
Troncos caídos no canche.

No alfenebe, muita lama vermelha
(murchete). Troncos e galhos pig-
mentados y argila.

Se di manhos de p...
 no canal e pl. r...
 pro veni...
 (ar... - p...: ...)
 e alic... / q...
 ...



- CD-02 - L-85, rio Candeias

39 km da
 Alto Paraíso
 Margens est. e di...
 e vegetação marginal presen-
 vede. Apres...
 ela foi...
 terna...
 Gado...
 água, Banhos/
 leados. Alto...
 arenito/...
 moço (estr...)

os tubos nos vazios).

Colte me na frente da minha

Banco / bancos e/ 5/6 m altura

0428297/8926018

Colta solo - MD - espodissolo

- ACD-01 - L-75 Pote e troncos

do verde em densagem

PH-5,32 comendo p/ sul

Vale em caixado; no piso e

0421253 banco de asfalto banco

8925967 betônico em degrados

(figueiros e cacaueiros petr-

larga e/

905 sulfr-
druco) amarelo - (foto solo).

Solo de esburdo e do banco

no asso me quando p/ e densc

que me regiões de praça.

Agua comendo a jusante

de parte, e banco de e

na parte Pasteira a

na herbe. Sed.-cuscacha no

Pote, e fogueiros de betão

- CDG-03 - L-85, Lado direito

Sano e machos e fêmeas
419579 / 8925338 (conta 20L)

Erva-se fúnd, rosa, lí-
mifias disrupas, fre-
quento no cord.

S.I. Rio Crispo

Veios caulinários, discorde-
de foliáceos, noche 9/3/fd, con-
a-ge clavo / médio - 3 veios.

- CDG-04 - L-85

0416451 / 8925022

Momo lado direito, fúnd
à esquerda

Erva-se fúnd, rosa.

Bloco noche virge, bandedo;

bandedo e/ crumelacos
(gmaisse cinga; C Iacou?)

Bloco e/ a-bredacos mifias
disrupas.

S.I. Rio Crispo

L-85 - drenagem p/ morte
413474 / 8924438
pastagem - gado pisoteando
o banco e o canal.

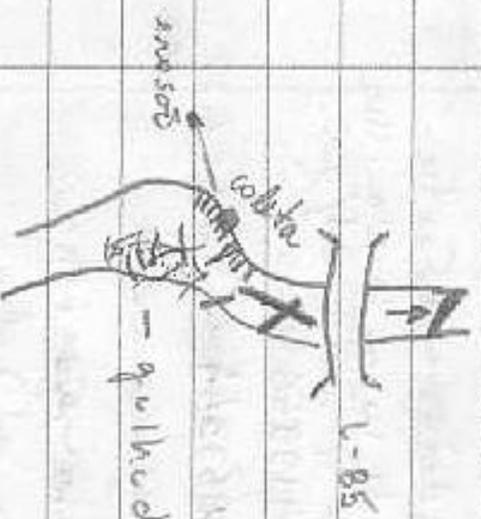
= AMB-01 - L-85

0412729 rio Ambiós, com meado
8924253 p/ morte - offo entre
do rio caudexas
pH: 6,72

Ponte. Árvores caídas no
canal interferindo parcial-
mente no fluxo. Bancos
erodidos junto e parte - acesso
à água. Plantação de imunda-
cões e +/- 350m (no banco
da L-85). Pastagem na
ME. Plantação de imundações
no banco direito.

Coleta água na ME - banco
e/ bancos, MB, galhada e troncos

interferindo no fluxo - parte de
deposições. Pisoiteio do gado. Sadi-
mento arenoso 1 md / fm. Sadi-
colate redimendo me ME.



- gullhudas e troncos

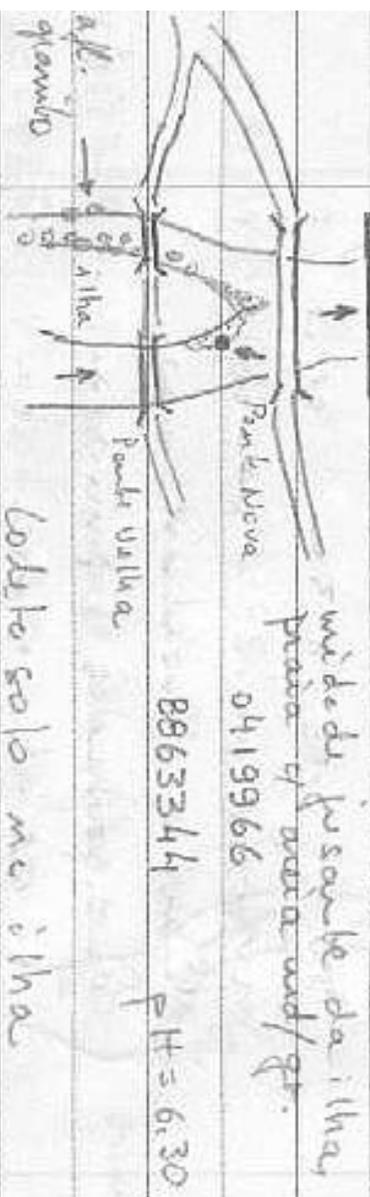
colcha solo - subindo me troço -
fia, me MD do rio Arbiçãs
SL-06 0412568/8924226

- CDG-05 - L-75 requirido P/
Buitis - lagedo todo direito
de arrede em face lateral
de muro - caetés.
0414837/8912375
Gmaísa furo/médio, banda do
S.I. Rio Cuspo

24/08/07

Zoológico Curitiba - Morumbi região
margem do rio Canoas

- SD-10 - rio Canoas: No arbor-



leitoso solo na ilha
 ilha e leitoso amarelo
 derivado do graveto da s.i.
 Alto Canoas (altura no meio
 esquerdo). Parcialmente recoberto
 por aluviões arenosos

Bancos of altura entre 3 e 6 metros
 Onças caídas no leito. Bastos
 de madeira da parte da esquerda.
 Arvores mo parte da concava.
 Vegetação parciaismente preservada
 na MB. Mais alterada na ME.
 preservada na ilha.

- ACD-02 - Tegidos Bunitis

Drenagem p/ lesão - Linhe São
0414366/8878116 Miguel São
Padre - ligar
à L. Sacramento

Drenagem c/ pouco comêto.

Barras c/ Z a Z m, c/ feições
erosivas junto à ponte - arossos.

Vegetações presentes apenas junto
às margens; pastagens fora das
margens. Plantas de inundação

MB (lance de p/ posto fixo). MB
alavde c/ herbosolo amarelo,
com vicinário.

Colcha em MB, ~~presente~~ man-
te de ponte (junto planície
de inundação). Bunitis em
planície de inundação;

Colte solo - espodssolo arenoso
(lança fixa)

- ACD-03 - margem p. - 90%

041190Z este. linha Senigal

8884909 SOS Pedro. Ponte.

vegetação marginal muito

alterada, e pastagem abal

a margem do rio (MD, ME,

pesante e mantida).

Eloros do rioha e mantida

de ponte. Areiros do banco,

e fúcos erosivos. Floração

de invern deves ME. MD,

algm áreas los' de rioha -

devidos.

colata ME, mantida da

ponte.

- CDG-06 Granadas Le pedras N

0411989 lado di neïbo e o esquerdo

8884965 de Linha Semi-fol 505

Poduo - jicho dhen çen
do p^{to} ACD-03

Geneisse S.I. zio crespo.

Inu di do T/ granito fino, con
virge lano, equiquivalar.

Diques navilheiros, dis cordões
do budamento / foliões

→ S.I Alto Candeios 77'

Dique q' el' l'ra la çena.

Partilho -1.5) Diques vertes borde-

mtana - 1.33) mcho 1 < 1.33

m' pode ser Alto Candeios.

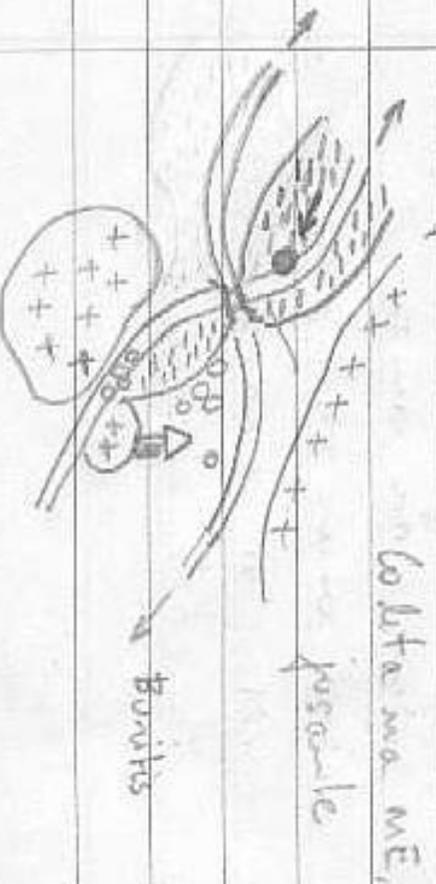
Young Granites of Zandome
(Missangane).

- ACD-O4 - Linha Saracuras

Dona Geny Leite.

0411074 / 8894796

Ponte; restos de ponte antiga;
barracos de árvores inclinados
do o flúvio (o jorral de ponte),
A manilha de ponte, com de-
nos (barracos e varredores).
Posto-guerra nos MD e ME
Ta sidências MB, manilha da
ponte. Logradouros, barracos e
mutuões. Colinas elevadas
e logradouros nos barracos.
Plumaria de invadidos
a jorral (MD e ME). A man-
ilha, só no MD. Me ME,
Logrado.



Bancos baixos (110-115cm) w/ ossos
e piso de godo. Depósitos are-
mosos nos ME e MD (piscante)
S.I. Rio Guspo. (Lgado - afl. des-
cubo em 2005).

(No deit do solo no Lgado - A lítolito
w/ +/- 6cm). Vegetação :- repolice
w/ restos de um briófito a baixa.

- CD-M - Rio Com deias

Ponte reformada. Restos de

0419724 madeira e troncos i-terrenos

8881265 no fluro. Bancos de areia no

mêo do canal, piscante de ponte

MD w/ ossos (este no banco)

e muito ocupamento viliga-

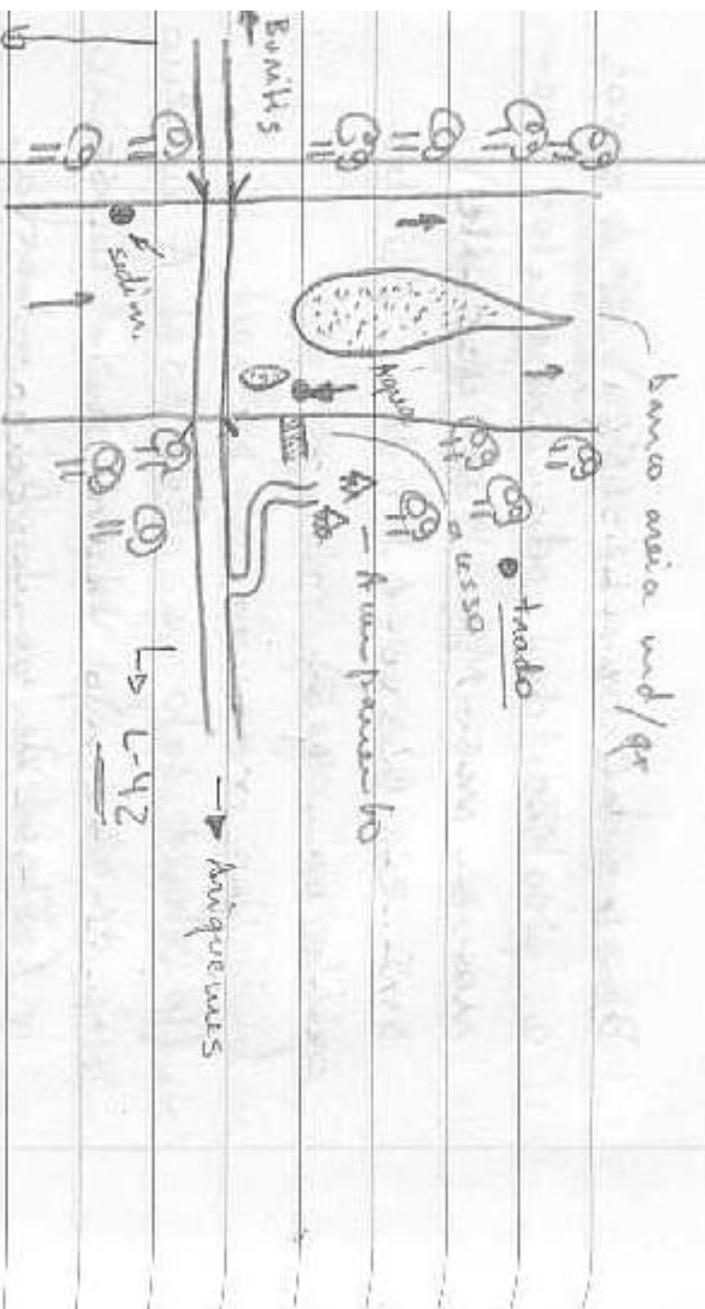
do pulos trebelhedos da re-

forma da ponte.

Bancos w/ 6m alta na

vegetação mangrove piscano-

da nos mangues.



Linha
 Rabo do
 Comandante
 Trado - gley sob
 mosquitado

- ACD-05 - L-50 região entre 8888
 0423762 rio Cardenas e Messam-
 8886972 Gama (Rio Alho) com P/N (3)
 Ponte medeira (seg da estn)

Rio e/ + Ba largura
 Vegetais marginal de
 preserva da - alterada / utilizada
 junto à ponte. Medeiros
 de poucas valhas no banco
 e no leito.

Colaba ME, piscante (?)
Colaba sob me plavimie de
ku un decod - reproduzido
anverso e verso.

Obs - água grossa parede
Rio Adho (?)

- SC-02 - rio Sauteburg - L-50

0435733 ponte de madeira; restos de
medeira (de ponte velha) no

8889739 Leito; often ambró à manhan-
te de ponte; bancos de areia
na ME; MD e/ ou piscante de
pulo gido; acesso às margens
direita e esquerda à piscante
de ponte
Vegetação marginal alévia-
mente preservada. Rativa de
no local de ponte. Nos
letrais, peste fous.

25/08/07

- PR-03 - Cebaceiras do rio

Pauco (bucis direito) - L-95

0467643 1/2 m de larg, grua de planície

8936658 de inundação e buritis e

toboa. Veget. na margem

este reliev. concave das

Barras baixas, uniu. no 1 metro

de altura. Depósito de areia

na MD, jussale de parte

Pouca no margem

colinas de água e sed. na

MD, jussale de parte

colina de solo na planície

de inundação, MS, no plan-

ície de parte, Gley solo argi-

loso.

- SC-03 - rio Santa Cruz, L-95

Parte de um dique. Troncos e restos de parte antiga mas bancos e canal.

Bancos e 3 a 6 m de altura / ossos em arcos as unhas gens. Planície de inundação pouco desenvolvida; mais distantes cada um ME. MD, fusante de parte, material de origem de parte antiga. Pequenos depósitos nos ossos na ME, um pouco, Colúmbia sul, e água - ME, um pouco. 0438222 / 8936747

Troncos no canal e / película de argila vermelha ressecada ("me-leche").

Vegetação em argila muito ossos banianos. Pastagens mas duas mangens.

Muito há deposições de argila vermelha (melhor parte) na planície de inundação,

- CD-12 Rio Candeias - L95

Maneira direta

Conte no banco direito p/ asso ao rio. Písotio do gado. Banco y até fim de alvore. Lótimo d'água

0432974
8936628 pouco profunda - bancos de areia y menos de

DS de água (submersos). Banco de areia no ME. Vegetação monótona relativo. Bem conservado. Rábida nos assos, e a foz da ME. Pasturas nas margens e na planície de inundação de MD.

Colte sedimentos - MD maior parte

Colte solo - MD maior parte

Aspidosolo → (planície de inundação)

Colta água - MD, junto ao vale de asso.

- PR-04 - Cebaceiras do Rio Puro
(Tobaca) L-105

PH=5,49 Ponte de madeira danificada
(se é possível passequin pode
assida).

+/- 12m largura, após alguns,
mêse sem fumo periclitado.

Plântio de incensivos em
ambes as margens. Vegetação
marginal bem preservada
Buitis na plântio. Tobaca
Pastagens após a veg. ciliar.

0465035/8946413

Boletim água - lago a jusante
da ponte. MD.

Colheita solo - ME, moentha,
me plântio de incensivos
para teste gen - glóssolo

- ARRP-02 - afluente do rio Preto - L-105

PH=5,47 Poche verdejante.

barcos baixos, passar de

plânície de inundação

Buítis. Postos mais

locais. Vegetação ciliar

relativamente preservada.

Planície de inundação

plânquia (charcos).

Ásso na MD, jusante

da ponte.

colcha de água na MD,

jusante.

0460987/8946440

- ARP-03 - drenagem de norte

Projeto Tivum - L-120

0452872/3967345 afluente do rio
Prato.

PH=5,54 4- 8 m largura (canal).

Planície de inundação e bunitis

Pouco fluído. Troncos baseados por-
viduando o fluído. Restos porbe
antiga fessos cobertos e
material do aterro da parte
inundada o canal. Postegus

mas margens (fegis/ cerea
prato / troncos). Vegetação mar-
mal porviduando a tinda de
na MD i jusante de prate.

MD, monche - postegus e
cupins troncos; planície de inun-
dção.

Colitas - MD, monche

- ARRP-04 - rio Tepegua

Parque de Veraguade

PH = 5,38 Escólio e Balmesio

Beira Rio (S. Pirari)

Afluente do Rio

junto ao distrito de Trunfo

(uma dupla, asfaltada)

MD - restauração, meses

Matr marginal limpa (bosque)

Bancos de rio protegido por madeira e piscicultura.

Passarelas através do rio

pl a ME - floresta ripariável.

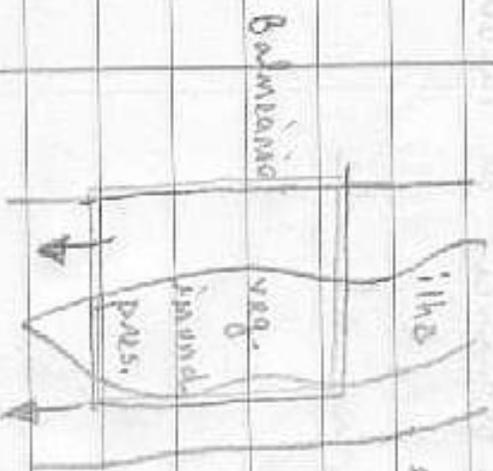
0447256 / 0974220 (ilha)

Passos medidos

e caminhando nos passeelas

veg. marginal

preservada



- PR-05 - Rio Preto, mg. 1/1/1974

q oshe de acesso ao Dis-
trito de Triunfo - 14492

Ponte de madeira. Vegetação
marginal com sevede nos
barcos e mangues.

MD, lago jusante da ponte,
atenua da solo argilo/silteoso,
vegetação. Pastagem nos mangues

0448443 / 8989049

colcha água - MD, jusante
da ponte.

colcha mediana - MD junto
à ponte.