

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Rosangela Aparecida de Souza

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM ÁGUAS NA SUB- BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO IVINHEMA, MATO GROSSO DO SUL**

Orientador: Prof. Dr. Kennedy Francis Roche

Campo Grande-MS
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Rosangela Aparecida de Souza

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM ÁGUAS NA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO IVINHEMA, MATO GROSSO DO SUL**

Orientador: Prof. Dr. Kennedy Francis Roche

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos

Campo Grande-MS
2007

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos **Gabriel** e **Fernando**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar saúde e força para concluir mais essa etapa da minha vida.

Ao Professor Doutor Kennedy Francis Roche pela orientação, paciência e compreensão durante a elaboração dessa Dissertação.

A todos os professores responsáveis pela minha formação.

Aos colegas e funcionários da UFMS, pelo convívio harmonioso.

Ao Instituto de Meio Ambiente Pantanal – IMAP, ao PNMA II - MMA, por darem ensejo à realização deste trabalho, bem como, a todos os colegas do Centro de Controle Ambiental que contribuíram para o desenvolvimento do mesmo.

As amigas Márcia Delmondes e Virgínia Takayassu pelo incentivo e apoio.

A minha família pela paciência, compreensão, carinho e incentivo aos estudos.

A todos que direta ou indiretamente colaboram para a realização dessa dissertação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE SIGLAS.....	iv
RESUMO.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVO.....	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	05
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIO IVINHEMA.....	05
3.1.1 Clima e hidrologia.....	05
3.1.2 Geologia, relevos, drenagem e solos.....	06
3.1.3 Aspectos demográficos.....	06
3.1.4 Aspectos econômicos.....	08
3.1.5 Impactos antropogênicos sobre as águas superficiais.....	10
3.2 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFÍCIAIS POR METAIS.....	11
3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS METAIS.....	14
3.3.1 Cádmio.....	14
3.3.2 Chumbo.....	16
3.3.3 Cobre.....	18
3.3.4 Cromo.....	19
3.3.5 Ferro.....	20
3.3.6 Manganês.....	21
3.3.7 Níquel.....	22
3.3.8 Zinco.....	22

3.4	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	23
3.4.1	Índice de Qualidade de Água adaptado pela Cetesb – IQA _{Cetesb}	24
3.4.2	Índice de Qualidade de Águas Brutas para fins de Abastecimento Público – IQA _{IAP}	28
3.5	LEGISLAÇÃO.....	31
3.5.1	Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997.....	31
3.5.2	Resolução CONAMA Nº 357/05.....	31
4.	METODOLOGIA.....	33
4.1	Identificação dos Pontos de Amostragem.....	34
4.2	Definição dos parâmetros e metodologia de avaliação.....	36
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5.1	Resultados para a aplicação do IQA _{Cetesb}	38
5.2	Resultados para a aplicação do IQA _{IAP}	50
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	64
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
	ANEXO 1 - Resultados das análises dos onze pontos de coletas.....	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	Identificação dos pontos de amostragem.....	26
FIGURA 3.2	Índice IQA – Qualidade da Água.....	27
FIGURA 3.3	Gráfico dos limites Inferiores e Superiores para o cálculo do ISTO.....	29
FIGURA 4.1	Identificação dos pontos de amostragem.....	34
TABELA 5.1	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Água Boa, na nascente, 2005.....	39
FIGURA 5.2	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Água Boa, montante do abatedouro de aves, 2005.....	40
FIGURA 5.3	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Água Boa, jusante do abatedouro de aves, 2005.....	41
FIGURA 5.4	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Água Boa, na foz, 2005.....	42
FIGURA 5.5	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do rio Dourados, montante da foz Córrego Água Boa, 2005.....	42
FIGURA 5.6	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do rio Dourados, jusante da foz – Água Boa, 2005.....	44
FIGURA 5.7	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do rio Dourados, na foz, 2000	45
FIGURA 5.8	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Baile, montante do frigorífico, 2005.....	46
FIGURA 5.9	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Baile, jusante do frigorífico, 2005.....	47
FIGURA 5.10	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do Córrego Baile, jusante do curtume, 2005.....	48
FIGURA 5.11	Distribuição da qualidade da água IQA _{Cetesb} do rio Ivinhema, na foz, 2005.	49
FIGURA 5.12	Distribuição da qualidade da água IQA _{IAP} do Córrego Água Boa, na nascente, 2005.....	51

FIGURA 5.13	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Água Boa, montante do abatedouro de aves, 2005.....	52
FIGURA 5.14	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Água Boa, jusante do abatedouro de aves, 2005.....	53
FIGURA 5.15	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Água Boa, na foz, 2005.....	54
FIGURA 5.16	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do rio Dourados, montante da foz – Água Boa, 2005.....	55
FIGURA 5.17	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do rio Dourados, jusante da foz – Água Boa, 2005.....	56
FIGURA 5.18	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do rio Dourados, na foz, 2005...	57
FIGURA 5.19	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Baile, montante do frigorífico, 2005.....	60
FIGURA 5.20	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Baile, jusante do frigorífico, 2005.....	60
FIGURA 5.21	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do Córrego Baile, jusante do curtume, 2005.....	61
FIGURA 5.22	Distribuição da qualidade da água IQA_{IAP} do rio Ivinhema, na foz, 2005....	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	Indicadores demográficos dos municípios que compõem a sub-bacia do rio Ivinhema.....	07
TABELA 3.2	Tipos de atividades licenciadas por setor da Gerência de Controle Ambiental do Instituto Estadual de Meio Ambiente Pantanal (IMAP) na sub-bacia do rio Ivinhema de 2000 a 2002.....	09
TABELA 3.3	Distribuição dos processos de licenciamento de atividades poluidoras pelo IMAP nos municípios da sub-bacia do rio Ivinhema de janeiro/2000 a dezembro/2002, segundo os setores.....	10
TABELA 3.4	Limites inferiores e superiores adotados para os metais para o cálculo do Isto.....	30
TABELA 4.1	Pontos de monitoramento da qualidade da água da Sub-Bacia do rio Ivinhema.....	35
TABELA 4.2	Relação de parâmetros monitorados na Sub-Bacia do rio Ivinhema.....	37
TABELA 5.1	Resultados do IQA_{cetesb} nos pontos amostrados, 2005.....	38
TABELA 5.2	Resultados do IQA_{IAP} nos pontos amostrados, 2005.....	50

LISTA DE SIMBOLOS E SIGLAS

Al	Alumínio
Alc.	Alcalinidade
Ba	Bário
Pb	Chumbo
Cd	Cádmio
CECA	Conselho Estadual de Controle Ambiental
C.F.	Coliformes Termotolerantes
Cr	Cromo
Cu	Cobre
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cond.	Condutividade
DBO _{5,20°}	Demanda Bioquímica de Oxigênio (cinco dias de incubação a 20°C)
DQO	Demanda Química de Oxigênio
Fe	Ferro
IQA	Índice de Qualidade da Água
Lót.	Lótico
Mn	Manganês
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NED	n-1-naftil-etilenodiamina
Ni	Níquel
NKT	Nitrogênio Keldahl Total
NO ₃ ⁻	Nitrogênio Nitrato
NO ₂ ⁻	Nitrogênio Nitrito
NH ₃	Nitrogênio Amoniacal
OD	Oxigênio Dissolvido

OG	Óleos e Graxas
PFTHM	Potencial de formação de trihalometano
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UHE	Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
Zn	Zinco

RESUMO

SOUZA, R.A (2007): Avaliação de metais em águas na sub-bacia hidrográfica do rio Ivinhema, Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2007, 98 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água e determinação de metais nos córregos Água Boa e Baile, rio Dourados e foz do rio Ivinhema na Sub-Bacia do rio Ivinhema. Utilizando-se os Índices de qualidade da Água IQA_{Cetesb} e IQA_{IAP} , modificado e adaptado pela Cetesb. Foram analisados os metais: Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Níquel e Zinco. Os resultados obtidos demonstram as consequências do uso e ocupação da bacia do rio Ivinhema, as crescentes expansões demográficas, agrícolas e industriais contribuindo com concentrações significativas de substâncias tóxicas, comprometendo a qualidade da água. O estudo mostra que nos onze pontos analisados na bacia ocorreram casos de desconformidades, frente aos padrões legais para a classe dos rios, na maioria dos metais avaliados, sendo recomendável uma melhoria das ações de controle para esses metais.

Palavra-chave: águas; metais; qualidade da água; Rio Ivinhema.

ABSTRACT

SOUZA,R.A (2007): *Avaluation the metals in waters in sub-bacia of the river Ivinhema, Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2007, 98 p. Master' Dissertation – FederalUniversity of Mato Grosso do Sul, Brazil (inPortuguese).*

The aim of this present research is evaluate the surface water the metals in the stream Água Boa the Baile, Dourados river the Ivinhema river mouth in Ivinhema river Sub Basin. The water Quality Index IQA_{Cetesb} e IQA_{IAP}, adapted Environmental Sanitation Company (Cetesb). The metals analyzed were: Aluminum, Cadmium, Lead, Copper, Chromium, Iron, Manganese, Níquel and Zinc. The obtain result evidence effect in the custom business Ivinhema river basin, the custom business Ivinhema river basin, the increasing population, agricultural and industrial contribution With meaning concentration of substance toxic compromising the quality of water. The study pointed out that the majority of the eleven points monitored rivers still present contamination by that metal that requires an improvement of the pollution control actions.

Key-Word: Water; metals; Water Quality; Ivinhema River.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais fundamentais para as diferentes atividades humanas e para a vida de uma forma geral. Muitos entendem que o ciclo natural da água promove a sua recuperação, na prática não é o que se observa, considerando-se os inúmeros fatores que interferem neste ciclo hidrológico.

De acordo com PORTO *et al.* (1992), quase toda a água do planeta está concentrada nos oceanos, representando 97% do total da água existente na natureza. Os outros 3% representa a água doce, sendo que deste, aproximadamente 2,3% está sob a forma de gelo e neve ou em lençóis subterrâneos muito profundos. Uma pequena fração 0,5% de toda a água terrestre está disponível ao homem e aos outros organismos. A água é um recurso natural escasso e seu uso inclui a preservação de sua qualidade.

Muitas regiões do mundo apresentam problemas relacionados com a água, seja pela escassez, ou seja, pela qualidade inadequada da mesma, MOTA (1998).

O comprometimento da qualidade da água pode inviabilizar o uso ou tornar impraticável o tratamento, tanto em termos técnicos quanto financeiros. Diversos são os poluentes gerados nas diferentes atividades humanas. Segundo BRAYNER (1998) *apud* LEITE (2002) entre estes poluentes, os metais têm contribuído de forma significativa para a poluição do solo, da água e do ar, transformando-se numa nova e perigosa classe de contaminantes criando graves problemas, em escala local e global.

A aplicação de índices de qualidade das águas garante a utilização de parâmetros ambientais, cujas concentrações refletem o nível de qualidade existente e torna possível a tomada de decisão quanto às ações de preservação dos corpos de água ou melhoramento, bem como a proteção de ambientes aquáticos conforme a necessidade do uso que se faz da água.

A utilização do Índice de Qualidade das Águas pela National Sanitation Foundation, adaptado pela CETESB que contempla os parâmetros oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais, permite uma interpretação adequada da qualidade das águas dos corpos hídricos objeto de estudo, observando os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05.

O Índice de Abastecimento Público, IQA_{IAP} , avalia a qualidade da água pela presença de substâncias tóxicas acima do seu limite máximo admissível, ou a ausência destes poluentes. A determinação da nota do ponto de amostragem será o produto do IQA_{Cetesb} pelo ISTO. Os metais integrantes do ISTO são: parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas, Potencial de Formação de Trihalometanos – PFTHM, Números de Células de Cianobactérias, Cd, Pb, Cr Total, Hg e Ni; e que afetam as propriedades organolépticas da água: Fe, Mn, Al, Cu e Zn.

Metais podem ser introduzidos nos ecossistemas aquáticos através de processos naturais que incluem a lixiviação de solos e rochas e atividade vulcânica. Entretanto, numerosas fontes de contaminação por metais, provêm das atividades industriais que os utilizam como matéria prima para seus produtos eliminando-os como subprodutos de seus processos, além de efluentes domésticos os quais são dispostos no ambiente na forma de lodos gerados nas estações de tratamento, JACKSON (1992) *apud* LEITE (2002).

Segundo Branco & Rocha (1980), os metais estão entre os principais grupos de compostos causadores de poluição nas águas. São cumulativos no meio e quando sua concentração supera determinados valores, tornam-se letais a muitos seres vivos.

A toxicidade dos metais está relacionada com o tempo de exposição a determinadas concentrações, as propriedades físicas e químicas dos elementos e da forma de absorção.

A sub-bacia do rio Ivinhema é a segunda maior bacia hidrográfica do Estado de Mato Grosso do Sul, com uma área de drenagem de 44.966,66 quilômetros quadrados, abrange 25 municípios e cerca de 26% da população estadual. A densidade demográfica dos municípios na

sub-bacia varia de 2 à 60 habitantes por quilômetro quadrado em Anaurilândia e Fátima do Sul, respectivamente, MATO GROSSO DO SUL (2005).

Por apresentar intensa exploração agropecuária e significativo desenvolvimento industrial, a sub-bacia do rio Ivinhema apresenta vulnerabilidades quanto aos impactos ambientais potenciais e efetivos sobre seus ecossistemas, em particular sobre os fatores e processos que interferem na qualidade das águas.

Este trabalho avalia a qualidade das águas dos Córregos Água Boa e Baile, rio Dourados e foz do rio Ivinhema na Sub-Bacia do rio Ivinhema bem como a presença dos seguintes metais: Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Níquel e Zinco em águas, observando os limites estabelecidos pelas Resoluções CONAMA nº 357/05, classe 2. As campanhas de amostragens tiveram frequência mensal, correspondendo ao período de janeiro a dezembro de 2005.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar a concentração de metais na água em corpos hídricos pertencentes à Sub-Bacia do rio Ivinhema.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água aplicando o IQA_{Cetesb} e IQA_{IAP} nos córregos Água Boa e Baile, rios Dourados e Ivinhema.
- Determinar a concentração dos metais Al, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni e Zn na água.
- Comparar os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com os padrões classe 2 da Resolução CONANA n° 357 de 17 de março de 2005.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA SUB-BACIA DO RIO IVINHEMA

3.1.1 Clima e hidrologia

A bacia do Rio Ivinhema localiza-se na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, ao sul da bacia do rio Paraná, entre as latitudes de 21° e 23°S e as longitudes de 53°30' e 56°W, MATO GROSSO DO SUL (1990).

A área de estudo engloba 25 municípios, 13 totalmente inseridos (Angélica, Bataiporã, Deodápolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Ivinhema, Jateí, Novo Horizonte do Sul, Taquarussu e Vicentina) e 12, parcialmente (Anaurilândia, Antônio João, Caarapó, Itaporã, Juti, Laguna Carapã, Maracaju, Naviraí, Nova Alvorada do Sul, Nova Andradina, Ponta Porã, Rio Brilhante e Sidrolândia).

Apresenta uma precipitação média anual de 1.400 a 1.700 mm, e área de drenagem de 44.966,66 quilômetros quadrados. A precipitação pluviométrica e a insolação são os mais importantes e sensíveis fatores de clima nos trópicos. Assim, as máximas precipitações ocorrem no verão sendo o trimestre mais chuvoso os meses de novembro, dezembro e janeiro. As mínimas precipitações verificam-se nos meses de inverno, MATO GROSSO DO SUL (2006).

A temperatura média anual da bacia varia de 20 a 22°C. Variando no inverno de 15 a 19°C e no verão de 23 a 26°C. No transcorrer do ano, a temperatura média do ar é alta nos meses de janeiro a março, começando a cair em abril, atingindo os menores valores em maio, junho, julho e agosto, MATO GROSSO DO SUL (2006).

A Sub-Bacia do Rio Ivinhema possui um total de 16 estações fluviométricas registradas no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, ANA (2005).

3.1.2 Geologia, relevos, drenagem e solos

A Sub-bacia do rio Ivinhema apresenta cinco formações geológicas, são elas: Serra Geral, Caiuá, Santo Anastácio, aluviões atuais e Ponta Porã. As formações predominantes são Serra Geral e Caiuá sendo que as formações aluviais ocorrem de Porto Caiuá até Anaurilândia as margens dos rios Ivinhema, Baía e Paraná, MATO GROSSO DO SUL (2006).

O rio Ivinhema percorre no sentido noroeste-sudeste, ao longo da região sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul, tem como principais formadores os rios Vacarias, Brilhante e Dourados, que nascem na vertente oriental da Serra de Maracajú, a 550m de altitude. Na confluência com o Rio São Bento, em sua margem esquerda, inclina para sudeste e após a embocadura do Rio Curupaí bifurca-se em dois canais, que vão desaguar na margem direita do Rio Paraná, FORTES (2003).

Na Sub-Bacia do Rio Ivinhema predominam os latossolos, que apresentam grande variação entre as diferentes classes. Sendo que 46% da bacia é formada por Latossolo Roxo, e 38,5% por Latossolo Vermelho-Escuro, EMBRAPA (2000).

3.1.3 Aspectos demográficos

A tabela 3.1 apresenta a população e a densidade demográfica dos 25 municípios localizados na sub-bacia do rio Ivinhema.

De acordo com a tabela 3.1 a densidade demográfica dos municípios da Sub-Bacia do rio Ivinhema varia de 2,3 a 60,6 habitantes por quilometro quadrado, respectivamente, Anaurilândia e Fátima do Sul e o município de Dourados é o que apresenta o maior numero de habitantes, aproximadamente 31% do total da população dos municípios considerados.

TABELA 3.1 - Indicadores demográficos dos municípios que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Ivinhema.

Município	População 2000	População 2004 (1)	Área Km²	Densidade demográfica (hab/km²) (2)
Mato Grosso do Sul	2.078.001	2.230.702	357.124,9	6,2
Anaurilândia	7.950	8.306	3.395,5	2,3
Angélica	7.377	6.598	1.273,2	5,8
Antônio João	7.404	7.804	1.143,8	6,5
Batayporã	10.610	11.987	1.828,2	5,8
Caarapó	20.691	19.790	2.089,7	9,9
Deodápolis	11.337	10.138	831,1	13,6
Douradina	4.731	4.727	280,7	16,8
Dourados	164.674	179.810	4.086,4	40,3
Fátima do Sul	19.111	17.549	315,2	60,6
Glória de Dourados	10.036	9.084	491,8	20,4
Itaporã	17.035	17.614	1.322,0	12,9
Ivinhema	21.619	20.519	2.009,9	10,7
Jateí	4.054	3.576	1.928,0	2,1
Juti	4.988	4.831	1.584,6	3,1
Laguna Caarapã	5.526	5.989	1.733,8	3,2
Maracajú	26.200	27.871	5.298,8	4,5
Naviraí	36.616	39.736	3.193,8	11,6
Nova Alvorada do Sul	9.949	11.340	4.019,2	2,5
Nova Andradina	35.374	38.220	4.776,1	7,4
Novo Horizonte do Sul	6.414	5.298	849,1	7,5
Ponta Porã	60.966	66.054	5.328,6	11,4
Rio Brilhante	22.528	26.060	3.987,5	5,6
Sidrolândia	23.182	27.519	5.286,5	4,4
Taquarussu	3.496	2.959	1.041,1	3,3
Vicentina	5.789	5.007	310,2	18,7
Total	548.425	578.416	58.405	9,9

(1) Estimada; (2) Relativa a 2004;

Fonte: Mato Grosso do Sul. Seplanct, Banco de dados do Estado.

3.1.4 Aspectos econômicos

A Sub-Bacia do rio Ivinhema situa-se em uma região de intensa exploração agropecuária, favorecida pelas condições edáficas e de relevo. Apresenta em relação ao Estado de Mato Grosso do Sul uma expressiva participação no que se refere ao efetivo do rebanho bovino e à utilização de terras e pastagens. Bem como, é a mais industrializada do Estado. As principais indústrias são de produtos alimentícios, minerais não-metálicos, metalurgia, materiais elétricos e de comunicações, vestuário, gráfica, frigoríficos e destilarias de álcool.

A maioria absoluta das unidades econômicas dos municípios da Sub-Bacia do rio Ivinhema está ligada ao setor terciário, com destaque para o comércio que, em todas as cidades soma mais de 50 % das unidades locais. Ressalta-se a cidade de Dourados, que concentra a maior parte dos estabelecimentos comerciais e de serviços, MATO GROSSO DO SUL (2006).

As atividades econômicas geradoras de carga orgânica que podem comprometer a qualidade da água na sub-bacia do rio Ivinhema compreendem empreendimentos como feculárias, curtumes, suinoculturas, usinas de açúcar, abatedouros de aves, suínos e bovinos entre outros, conforme mostrado na tabela 3.2, IMAP (2003).

O potencial poluidor das atividades econômicas na sub-bacia do rio Ivinhema é de aproximadamente 531.450 Kg DBO/dia. Considerando que grande parte dos efluentes são lançado sem nenhum tratamento e quando o tem a eficiência não é satisfatória, MATO GROSSO DO SUL (2006).

A gerência de Controle Ambiental do IMAP, no período de 2000 a dezembro de 2002, registrou 1.080 processos de licenciamento, como é mostrado na tabela 3.3, MATO GROSSO DO SUL (2006).

TABELA 3.2. Tipos de atividades licenciadas por setor da Gerência de Controle Ambiental do Instituto Estadual de Meio Ambiente Pantanal (IMAP) na sub-bacia do rio Ivinhema de 2000 a 2002.

Setor	Quant.	Atividades mais freqüentes
Infra-estrutura	418	Drenagem urbana (73), Unidade habitacional (68), Loteamento (57), Sistema de tratamento de esgoto (45), Sistema de abastecimento de água (22), Pavimentação e drenagem urbana (16), Pavimentação asfáltica e drenagem (12), Sistema de esgotamento sanitário (10), Drenagem e canalização (7), Usina Termoeletrica (2), Cemitério (1), Outros (105).
Indústria	372	Laticínio (46), armazenamento de petróleo e álcool (33), frigorífico de bovinos (18), usina de reciclagem de lixo (18), Frigorífico de aves (17), Fecularia de mandioca (16), Beneficiamento de ovos/galináceas (15), Curtume (14), Frigorífico de suínos (9), Aterro sanitário controlado (9), Agro indústria familiar (6), Usina de beneficiamento de leite (6), Fábrica de produtos de limpeza (5), Fábrica de ração (5), Platifício (5), Usina de asfalto (5), Beneficiamento de arroz (4), Fábrica de embalagens plásticas (4), Indústria de cerâmica (4), Usina de açúcar e álcool (4), Fábrica de adubo (3), Fábrica de água ardente (3), Indústria de embutidos (3), Indústria de refrigerantes (3), Graxaria e ossos verdes de suínos (2), Indústrias de bebidas (2), Indústria metalúrgica e de artefatos de cimentos (2), Indústria de tintas e revestimentos (2), Central de recebimento de embalagens de agrotóxicos (1), Fábrica de máquinas e equipamentos agrícolas (1), Indústria de óleos vegetais (1), Indústria química (1), Indústria têxtil (1), Outros (104).
Agropastoril	224	Suinocultura (127), Aqüicultura (21), Irrigação (18), Avicultura (16), Drenagem agrícola (15), Central de recebimento de agrotóxicos (12), Capina química (1), Captação de água (1), Outros (13).
Mineração	64	Extração de argila (14), Perfuração de poço (13), Extração de areia e cascalho(7),Capina química (1) e outros (27).
Turismo	2	Balneário (2)
Total	1.080	

TABELA 3.3. Distribuição dos processos de licenciamentos de atividades poluidoras pelo IMAP nos municípios da sub-bacia do rio Ivinhema de janeiro/2000 a dezembro/2002, segundo os setores.

Município	Total de eventos	Agropasto ril	Indústria	Infra-estrutura	Mineração	Turismo
Dourados	232	47	83	91	11	
Sidrolândia	91	4	51	29	7	
Itaporã	75	40	19	11	5	
Naviraí	67	2	36	22	5	2
Caarapó	54	10	24	20		
Rio Brilhante	53	8	21	20	4	
Nova Andradina	52	5	33	14		
Glória de Dourados	49	28	12	9		
Ivinhema	47	13	10	18	6	
Maracajú	47	9	11	23	4	
Taquarussu	44	15	29			
Nova Alvorada do Sul	37	7	10	16	4	
Fátima do Sul	37	8	5	23	1	
Antônio João	30	1	10	17	1	
Jateí	30	11	3	14	2	
Ponta Porã	29	5	10	12	2	
Vicentina	22	4	2	16		
Anaurilândia	17	1	3	12	1	
Batayporã	16	2	8	2	4	
Deodapolis	12	1	7	4		
Laguna Caarapã	11	2	4	5		
Angélica	11	1	2	6	2	
Novo Horizonte do Sul	9	5	3	1		
Douradina	4	3	1			
Juti	4	4				
Total	1.080	236	397	386	59	2

3.1.5 Impactos antropogênicos sobre as águas superficiais

A intensa intervenção antrópica vem ocasionando alguns impactos ambientais potenciais e efetivos sobre os ecossistemas da sub-bacia do rio Ivinhema. Segundo Oliveira *et al.* (2000) a ocupação desordenada tem implicado grandes alterações na paisagem natural, causando diferentes impactos nos recursos naturais, tais como destruição da cobertura vegetal, em especial das mata ciliares, a degradação e a erosão do solo, o assoreamento e a contaminação dos mananciais por agroquímicos, originando danos ambientais e sociais relevantes.

De acordo com MATO GROSSO DO SUL (2006) os principais impactos que vêm comprometendo a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos é: utilização massiva de agroquímicos nas lavouras e pastagens; cargas orgânicas provenientes das atividades econômicas, muitas delas desprovidas de sistemas de tratamento de efluentes; demanda crescente por água para irrigação e a disposição inadequada do lixo em praticamente todas as cidades bem como a ausência de coleta e de tratamento de esgoto doméstico.

3.2 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFÍCIAIS POR METAIS

A poluição da água resulta da introdução de resíduos na forma de matéria ou energia, de modo a torná-la prejudicial ao homem e a outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso estabelecido por lei. Quando uma poluição resulta em prejuízo à saúde do homem, diz-se que a mesma está contaminada. Uma água está contaminada quando contém microrganismos patogênicos ou substâncias químicas ou radioativas, causadores de doenças e ou morte ao homem, MOTA (1997).

As propriedades físicas e químicas do meio exercem um profundo efeito sobre a atividade biológica e determinam o grau de impacto causado pela introdução de agentes poluidores. Estes podem atingir os ecossistemas aquáticos através de fontes difusas, como escoamento superficial de áreas agrícolas e urbanas, águas subterrâneas contaminadas, remobilização a partir do sedimento, disposição de material dragado e precipitação atmosférica, ou fontes pontuais, como descargas de efluentes industriais e urbanos. Entre os fatores que determinam a vulnerabilidade do ambiente aquático à agressão de um poluente químico estão incluídas as propriedades físicas e químicas do composto e seus produtos de transformação e o tipo de impacto (agudo ou crônico, intermitente ou contínuo), a capacidade de resistência do ecossistema à presença do poluente e a localização do ecossistema em relação à descarga do poluente RAND & PETROCELLI (1985) apud RODRIGUES (1997).

As principais fontes antrópicas de metais são fertilizantes, pesticidas, combustão a carvão e óleo, emissões veiculares, água de irrigação contaminada, queima de biomassa na zona rural,

incineração de resíduos urbanos e industriais, mineração, fundição e refinamento. Portanto os metais imobilizados nas reservas naturais estão sendo transformados em metais mobilizados para o meio ambiente por conta da crescente demanda destes recursos por parte dos países industrializados ou em processo de industrialização.

De acordo com ALLOWAY & AYRES (1993) a agricultura constitui uma das mais importantes fontes não pontuais de poluição por metais. As principais fontes são:

- Impurezas em fertilizantes: Cd, Cr, Mo, Pb, U, V, Zn (por exemplo: Cd e U em fertilizantes fosfatados);
- Pesticidas: Cu, As, Hg, Pb, Mn, Zn (por exemplo: Cu e Zn em fungicidas, Hg em melhoramento de sementes, histórico de Pb-As em pulverização de pomares);
- Compostos e adubos: Cd, Cu, Ni, Pb, Zn e As;
- Dejetos de produção intensiva de porcos e aves: Cu e As.

Segundo FÖRSTNER & WITTMANN (1983), a contaminação do ecossistema aquático pode ser confirmada na água, organismos e sedimentos. A água é o primeiro meio contaminado com o lançamento de metais, sendo exposta a várias e diferentes trocas iônicas químicas, resultando na variação das concentrações de metais. Portanto, análises deste meio fornecem somente uma condição transitória do metal lançado.

De acordo com PEREIRA (1995), em sistemas aquáticos a estabilidade das diversas formas de ocorrência dos metais depende de um grande número de possíveis interações entre as componentes particulada e dissolvida. Como situações causadoras da precipitação de metais dissolvidos incluem as interações da água com partículas sólidas, a mistura de águas com características distintas e a perda ou adição de gases na água. Contudo, os metais assumem comportamentos distintos entre si, podendo ser classificados em grupos de acordo com suas peculiaridades geoquímicas. Os autores descrevem a seguinte classificação:

- a) Tipos oxidantes-óxidos de ferro e manganês e enxofre nativo. Precipitam-se pela oxidação de soluções redutoras;

- b) Tipos redutores – Cu, Se e Ag. Precipitam-se como metais ou óxidos de valência baixa, pela redução de soluções oxidantes;
- c) Tipos redutores sulfetados – Fe, Cu, Ag, Zn, Pb, Hg, Ni, Co, As e Mo. Precipitam-se como sulfetos pela redução de águas oxidantes sulfatadas, usualmente pela ação de bactérias sulfato-redutoras;
- d) Tipo sulfato-carbonato – Ba, Sr e Ca. Precipitam-se pelo aumento da concentração de sulfato ou carbonato, como resultado da mistura de águas;
- e) Tipos alcalinos – Ca, Mg, Sr, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb, Cd e outros. Precipitam pelo aumento do pH, e
- f) Tipo adsorvitivo – Cátions de metais de transição e cátions de valência alta. Adsorção ou co-precipitação de íons em óxidos de Fe-Mn, argilas e matéria orgânica.

Para se compreender a dinâmica dos metais pesados em meio hídrico é essencial o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água, como pH, potencial de oxirredução, condutividade elétrica e temperatura. Esses parâmetros fornecem importantes subsídios para a interpretação do equilíbrio termodinâmico dos metais nos ambientes estudado, PEREIRA (1995).

De acordo com ESTEVES (1988), em ambientes ácidos os metais apresentam maior solubilização, enquanto condições de pH acima de seis favorecem a sua precipitação.

O potencial de oxirredução indica a disponibilidade de elétrons num determinado ambiente, influenciando na solubilidade dos metais.

De acordo com FELLEBERG (1980) apesar da intoxicação por metais apresentar um conjunto específico de sintomas e um quadro clínico próprio. Todos os sintomas de intoxicação se baseiam, contudo em dois mecanismos de ação fundamental: as enzimas e as membranas celulares. No primeiro os íons de metais podem formar complexos com grupos funcionais de muitas enzimas (formação de quelatos); assim são bloqueadas deixando de desempenharem determinados processos metabólicos. No segundo mecanismo, muitos metais podem combinar com as membranas celulares, alterando a estrutura das mesmas, conseqüentemente é perturbado

ou mesmo totalmente impedido o transporte de íons como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e outros, bem como de substâncias orgânicas necessárias à manutenção dos processos vitais.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS METAIS

3.3.1 Cádmio

O cádmio é um metal cinza-esbranquiçado, maleável, com baixo ponto de fusão. Apresenta somente o estado +2 em seus compostos importantes. Em soluções básicas o Cd^{2+} é precipitado como $\text{Cd}(\text{OH})_2$. Portanto o cádmio é encontrado em águas superficiais como o íon +2 hidratado, ou como um complexo iônico com outras substâncias inorgânicas ou orgânicas (por exemplo: com NH_3 forma amino-complexo $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$). O cádmio forma sais fracos, que não se dissociam completamente em água. A toxicidade do elemento depende do pH e da dureza da água bem como a presença de outros metais, como zinco e cianeto, RUSSELL (1981).

A contribuição de cádmio pelas atividades humanas advém da queima de combustíveis fósseis que liberam cádmio para a atmosfera que retorna aos corpos d' água por precipitação. No revestimento de ferro protegendo contra oxidação, na composição de várias ligas, produção primária de cobre e níquel, fabricação de equipamentos eletrônicos, lubrificantes, baterias de níquel-cádmio, vidro, cerâmica, estabilizador de plásticos, alguns biocidas e fertilizantes superfosfatados.

Segundo FELLEBERG (1980), há liberação de cádmio na metalurgia do zinco bem como o lançamento de traços de cádmio na atmosfera proveniente do processo de combustão de carvão, óleo, gasolina, papel e madeira.

O cádmio apresenta efeito acumulativo sem função bioquímica ou nutricional, sendo altamente tóxico para plantas e animais. Efeitos adversos ocorrem nas artérias, rins e pulmões. Os danos renais incluem proteinúria e decréscimo na taxa de filtração glomerular. Atribui-se também

a este metal doenças do coração e hipertensão. Na intoxicação aguda pode ocorrer náusea, vômitos, salivação, cólica, diarreia e dor abdominal.

FELLENBERG (1980) descreve que a meia vida do cádmio no organismo humano é de cerca de 10 anos e os primeiros indícios de envenenamento são diminuição do sentido do alfato e a formação de um anel amarelo no colo dos dentes. No decorrer da intoxicação é atacada a medula óssea, com uma conseqüente redução do número de glóbulos vermelhos. Simultaneamente o cálcio é removido de maneira crescente dos ossos, causando atrofia do esqueleto, denominada inicialmente como “doença de Itai-Itai”.

Em plantas há relatos de que o cádmio afeta na produtividade e no crescimento, provocando reduções nas taxas de fotossíntese e transpiração. De acordo com ALLOWAY (1990) plantas com aproximadamente 20 mg/Kg de Cd na porção aérea apresentam crescimento atrofiado e sinais tóxicos nas folhas.

Segundo BRYAN & LANGSTON (1992) *apud* BRIGDEN *et al.* (2000) cádmio em concentrações superiores a 1 µg/L causa inibição do crescimento em algumas espécies de fitoplankton.

Segundo PORTO *et al.* (1992) o cádmio em concentrações tão baixas quanto 0,36 µg.L⁻¹ causa distúrbios de reprodução em *Daphnia* e peixes.

Em concentrações a partir de 5 µg.L⁻¹ de cádmio foram apresentadas reduções nas taxas de reprodução e nos números populacionais em copépodes e isópodes, bem como, mudanças na função imunológica em alguns peixes e invertebrados, BRYAN & LANGSTON (1992), THUVANDER (1989) *apud* BRIGDEN *et al.* (2000).

3.3.2 – Chumbo

O chumbo existe em uma única variedade alotrópica, metálica, cinza, mole e de baixo ponto de fusão. Seu único mineral importante é a galena, PbS, que é obtido por vários métodos, RUSSELL (1981).

Segundo ALLOWAY (1990) comparado a outros poluentes o chumbo tem longo tempo de residência, com tendência a se acumular em solos e sedimentos, onde, devido à baixa solubilidade, pode permanecer acessível à cadeia alimentar e ao metabolismo humano por muito tempo.

O chumbo tem uma tendência a formar compostos com ânions como hidróxidos, carbonatos e fosfatos. A disponibilidade de chumbo em águas superficiais é frequentemente baixa e depende do pH e da salinidade. O chumbo insolúvel pode ser incorporado em material particulado, ou como íons sorvidos, ou aderido à superfície em sedimento ou ser transportado como parte de matéria orgânica viva ou não viva, BRIGDEN *et al.* (2000).

A concentração de chumbo e sua toxicidade dependem da alcalinidade, dureza, pH e oxigênio dissolvido.

As principais fontes antrópicas de chumbo são a queima de combustíveis (aditivo antidetonante na gasolina), fusão e refinamento de minérios, utilização em baterias, tintas resistentes à corrosão (zarcão), uso de nitratos de chumbo em fotografia, estampagem e na fabricação de explosivos.

O chumbo não tem funções nutricionais, bioquímicas ou fisiológicas conhecida, é tóxico para a maioria dos organismos vivos. Os efeitos tóxicos independem se é inalado ou ingerido. Uma intoxicação crônica pode levar a uma doença denominado saturnismo. Outros efeitos adversos por exposição ao chumbo incluem anemia, distúrbios no sistema nervoso e no metabolismo ósseo, doença cardiovascular, na função renal e na reprodução.

De acordo com GOYER (1993) *apud* BRIGDEN *et al.* (2000), não se conhece nível aceitável de chumbo no sangue capaz de não produzir efeitos tóxicos, particularmente no sistema nervoso central em desenvolvimento.

Segundo ATSDR (1999) *apud* FIGUEIREDO (2004), crianças são mais vulneráveis ao envenenamento por chumbo que os adultos. A exposição à quantidade elevada do metal através, por exemplo, da ingestão de pedaços de pintura velha a base de chumbo pode desenvolver anemia de sangue, inflamação severa de estômago, fraqueza muscular e danos ao cérebro. Se a exposição for no período de gestação, efeitos prejudiciais incluem nascimento prematuro, bebês menores e habilidade mental diminuída na criança.

Nos animais a toxicidade do chumbo depende de alguns fatores segundo CETESB (1995) *apud* FIGUEIREDO (2004), tais como:

- Idade, animais jovens são mais sensíveis;
- Espécie: cabras, porcos e galinhas são mais resistentes;
- Estágio reprodutivo: ovelhas prenhas são mais sensíveis que não prenhas;
- Taxa de ingestão: a ingestão de grandes quantidades num curto espaço de tempo ou pequenas quantidades por um longo período pode causar a morte;
- Forma do chumbo: no estado sólido é menos tóxico que os sais solúveis;
- Via de entrada: o chumbo inorgânico penetra lentamente na pele, mas as formas orgânicas, como chumbo tetraetila e tetrametila são absorvidas rapidamente pela pele;
- Estado geral de saúde: animais mal alimentados, mal instalados e com parasitas são mais sensíveis. Para proteger animais da toxicidade do chumbo a CONAMA 357 (2005) define um limite de $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$ de Pb, classe 3, águas que podem ser destinadas: à dessedentação de animais.

Com o aumento da dureza e do oxigênio dissolvido, diminui a toxicidade do chumbo em peixes. O chumbo induz a formação de uma película coagulante sobre a membrana mucosa, provocando sufocação. Para proteção da vida aquática de água doce, a CONAMA 357 (2005) prevê para corpos hídricos de classe 1 e 2 o limite de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ de chumbo total.

3.3.3 – Cobre

É um metal bastante inerte, excelente condutor elétrico, apresenta potencial de redução abaixo do potencial do hidrogênio o que lhe confere a não dissolução em ácidos não-oxidantes. É oxidado pelo HNO_3 , entretanto, reduzindo o nitrato a NO e ou NO_2 , em função da concentração, RUSSELL (1981).

O cobre apresenta dois estados de oxidação em compostos, +1 e +2, atribui-se ao estado +2 maior importância. Na presença de hidróxidos o cobre é precipitado em forma de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ que é anfotérico e insolúvel, RUSSELL (1981).

Nas águas superficiais naturais pode existir em forma dissolvida complexada (como carbonatos, cloretos, ácidos fúlvicos ou húmicos) além de precipitadas insolúveis (hidróxidos, fosfatos e sulfetos). Pode alternativamente estar adsorvido a sedimentos de fundo ou existir como particulados sedimentados. A concentração relativa dessas espécies está relacionada a uma série de características da água como alcalinidade, pH, turbidez, presença de ligantes orgânicos, ânions inorgânicos e outros íons metálicos.

Em solos o cobre pode existir como íons e complexos solúveis ou sorvidos por ligantes orgânicos e inorgânicos. Em forma solúvel a biodisponibilidade de cobre é otimizada, ALLOWAY (1990).

Cobre é essencial para plantas e animais. Porém concentrações elevadas de cobre biodisponível podem provocar bioacumulação, com possíveis efeitos tóxicos.

Por ser um nutriente essencial a ingestão diária para humanos adultos é de 2,0 mg. A deficiência é caracterizada pela anemia, resultante da síntese deficiente de hemoglobina. Intoxicação aguda por doses elevadas pode ocasionar vômitos, problemas renais e hepáticos, depressão, hipotensão, icterícia, coma e morte.

De acordo com BRYAN & LANGSTON (1992) *apud* BRIGDEN *et al.* (2000), há evidências experimentais que muitas espécies de organismos aquáticos são sensíveis a concentrações dissolvidas a partir de $1-10 \mu\text{g.L}^{-1}$ de cobre, bem como, relatos de anormalidades em embriões de ostras e mexilhões quando são expostos a concentrações significativas do metal.

Contribuições antrópicas para as águas podem ser significativas. As principais fontes incluem indústrias siderúrgicas, fundição e refinamento, utilização em ligas, como latão (com zinco) e bronze (com estanho), usos agrícolas como fungicida, pesticida e algicida aquáticos, resíduos da agroindústria sucroalcooleira.

3.3.4 – Cromo

É um metal branco prateado resistente a corrosão e muito duro, solúvel em HCl e H_2SO_4 diluídos. O cromo tem estados de oxidação desde + 1 até + 6, mas apenas as formas trivalentes (III) e hexavalentes (IV) são consideradas de importância biológica, RUSSELL (1981).

O cromo no estado + 3 é encontrado em inúmeros complexos. Normalmente não migra em águas superficiais naturais. Na forma trivalente é precipitada e adsorvida a partículas suspensas e sedimentos de fundo

No estado + 6 o cromo está presente em ambientes aquáticos em forma solúvel. Será reduzido a cromo (III) na presença de espécies redutoras como substâncias orgânicas, enxofre, sulfato de hidrogênio e sulfato de ferro. O equilíbrio cromo(III)-cromo(VI) dependem das propriedades químicas e físicas de um ambiente aquático.

Cromo é usado para a fabricação de aço inoxidável, na galvanização do ferro e outros metais, tingimento têxtil como mordentes, em fotografias, explosivos, tintas, nas indústrias de cerâmica, curtimento do couro, vidro, cimento, amianto, papel e em alguns fertilizantes e pesticidas.

Em mamíferos pequenas doses de cromo(III) são essenciais, necessárias para o metabolismo de glicose, proteínas e gorduras. A deficiência em humanos acarreta perda de peso e baixa tolerância à glicose. A ingestão diária adequada estimada para humanos é de 50-200 $\mu\text{g}/\text{dia}$. Os mananciais de água para abastecimento público não devem exceder 0,05 mg/L de cromo para as classes 1 e 2 segundo CONAMA 357 (2005).

Na forma hexavalente o cromo é tóxico. Independente da dose ocorre reações alérgicas mediante contato. Exposições breves a níveis elevados podem resultar em perfurações no trato respiratório e na irritação do trato gastrointestinal. Relatos de USPHS (1997) apud BRIGDEN et al. (2000) apontam danos ao rim e ao fígado. A Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica os compostos de cromo(VI) como carcinógenos conhecidos.

3.3.5 – Ferro

O elemento ferro constitui 4,7% da crosta terrestre. Essa abundância e suas propriedades mecânicas excepcionais, principalmente na forma de aço, tornam o elemento essencial do ponto de vista tecnológico. Ocorre na natureza como hematita (Fe_2O_3), limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), magnetita (Fe_3O_4) e siderita (FeCO_3) RUSSELL (1981).

Águas ferruginosas permitem o desenvolvimento das ferros-bactérias que transmitem à água odor e cor, comprometendo para consumo humano e obstruindo as canalizações.

O ferro é bastante indesejável em água para consumo humano devido a seu sabor adstringente. Águas para consumo humano e preservação de ambientes aquáticos devem apresentar no máximo 0,3 mgL^{-1} Fe para águas superficiais, classe 1 e 2 CONAMA 357 (2005).

Concentrações acima de 20 mgL^{-1} causam toxicidade em plantas. O limite máximo para água de irrigação é de 5 mgL^{-1} , classe 3, segundo CONAMA 357 (2005).

3.3.6– Manganês

Manganês é um metal branco, brilhante, de alto ponto de fusão e de ebulição, com considerável reatividade química. O manganês ocorre na natureza como óxido, MnO_2 . É usado principalmente como aditivo em aços. A adição de quantidades maiores de manganês torna o aço mais duro. Conhecem-se compostos de manganês com estados de oxidação +2, +3, +4, +5, +6 e +7. O estado +2 é o mais significativo e mais freqüente nas águas subterrâneas do que nas águas superficiais. Atribui-se ao fato do oxigênio presente nas águas superficiais oxidar a forma menos solúvel do óxido de manganês hidratado RUSSELL (1981)

O manganês é um metal traço essencial, embora a exposição a altas concentrações pode causar problemas em humanos e animais. Uma dieta deficiente de manganês interfere no crescimento e na formação dos ossos e no sangue. Exposição crônica a níveis elevados de manganês no ar causa uma doença chamada manganismo que é caracterizada por sintomas como: Distúrbios mentais e emocionais, movimentos do corpo mais lentos e descoordenados.

Não se conhece ao certo se a ingestão de concentrações elevadas de manganês pode causar manganismo ou não. A exposição a baixos níveis de manganês em trabalhadores em duas fundições de aço foi associada a sinais precoces de danos neurológicos WENNERBERG (1991) *apud* BRIGDEN *et al.* (2000).

Segundo BRIGDEN *et al.* (2000) a exposição a altos níveis de manganês na comida ou na água pode causar lesões cerebrais. Além disso, estudos em animais indicam que o manganês também pode ser um intoxicante reprodutivo, especialmente para machos, danificando os testículos e causando impotência.

3.3.7 - Níquel

O níquel é um metal razoavelmente duro com um fraco brilho amarelado. Ocorre predominantemente em estado + 2, sendo o estado + 3 menos comum e o + 4 extremamente raro RUSSELL (1981).

As contribuições antropogênicas de níquel são queima de combustíveis fósseis, processos de mineração e fundição do metal, laminação de metais, indústrias de eletrodeposição e fabricação de alimentos.

Doses elevadas de níquel levam a intoxicação, afetando nervos, coração e sistema respiratório. Exposição a soluções de níquel pode causar dermatites em pessoas de pele sensível.

Segundo a resolução CONAMA 357 (2005), o teor máximo permitido em águas de abastecimento, proteção da comunidade aquática e dessedentação de animais são de 0,025 mg.L⁻¹ classe 1, 2 e 3.

3.3.8 - Zinco

O zinco é um metal um tanto mole, cinza-prateado, com ponto de fusão relativamente baixo (419 °C). É encontrado na natureza principalmente sob a forma de sulfetos, associado ao chumbo, cobre, prata e ferro (galena, calcopirita, argentita e pirita, dentre outros). O minério sulfetado de zinco está sujeito a grandes transformações na zona de oxidação formando óxidos, carbonatos e silicatos. As mineralizações ocorrem, principalmente, nas rochas calcárias que são as hospedeiras usuais. É utilizado na proteção do ferro contra corrosão, em diversas ligas e pilhas secas. Seu único estado de oxidação é +2. O íon Zn^{+2} formam complexos com NH_3 , Cl^- , Br^- , I^- e CN^- , RUSSEL (1981).

O zinco é essencial para o bom funcionamento dos sistemas imunológico, digestivo e nervoso, pelo crescimento, controle do diabetes e os sentidos do gosto e do olfato. Mais de 300

enzimas no corpo humano necessitam do zinco para o seu correto metabolismo. Seu principal uso é na galvanização pelo mergulho de peças metálicas em banho de zinco derretido; na galvanização eletrolítica; na fabricação de baterias secas, chapas moedas, pigmentos de tintas, tintas para impressão, produtos para a indústria da borracha, automobilística, cosméticos e sabões WINTER (2002) *apud* CASTRO (2002).

Segundo ALLOWAY (1990), em solos, o metal freqüentemente permanece fortemente sorvido, e no ambiente aquático estará ligado predominantemente ao material suspenso antes de se acumular no sedimento.

São conhecidos os efeitos tóxicos do zinco sobre peixes bem como sobre certos tipos de algas. BRANCO (1986) menciona a ocorrência de mortes em massa de peixes, em peixarias ou mesmo aquáticos ornamentais, vitimados por zinco provenientes do revestimento interno de canos galvanizados.

De acordo com estudo realizado por RODRIGUES *et al* (2003) a inibição de crescimento algáceo de *Raphidocelis subcapitata* após 96 horas de exposição a diferentes concentrações de sulfato de zinco apresentou faixa de sensibilidade estimada no intervalo de 0,163 a 0,267 mg.L⁻¹, concluindo-se que o sulfato de zinco (até 0,5 mg.L⁻¹) apresenta efeito algistático, isto é impede o crescimento das algas.

3.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

Índices de qualidade de água (IQA) são muito utilizados para transmitir ao público informações qualitativas a respeito da água, mostrar possíveis tendências temporais da qualidade da água, permitindo comparar diversos cursos d'água PORTO *et al.* (1991).

A escala de variação do índice de qualidade da água está entre 0 a 100, sendo que quanto maior o índice, melhor é a qualidade da água. Os índices de qualidade estão associados ao uso que se deseja de um corpo d'água.

Segundo PORTO et al. (1991), o índice de qualidade d'água pode ser estabelecido a partir dos seguintes critérios:

1. Estabelecer o uso a ser representado pelo índice. O índice representara a qualidade da água segundo o uso pré-estabelecido.
2. Selecionar os parâmetros que afetam a utilização do curso d'água já estabelecido no item 1.
3. Relacionar a intensidade do parâmetro e a qualidade da água. Determinar relação entre a faixa de valores de um determinado parâmetro que pode se encontrar e suas conseqüências sobre a qualidade.
4. Considerar uma ordem de importância entre os parâmetros através de um sistema de pesos para que, através de uma media ponderada, seja possível mensurar um valor geral para a qualidade da água.

As principais vantagens dos índices de qualidade de águas são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando valores de medidas diferentes em uma única unidade. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, não substitui uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica.

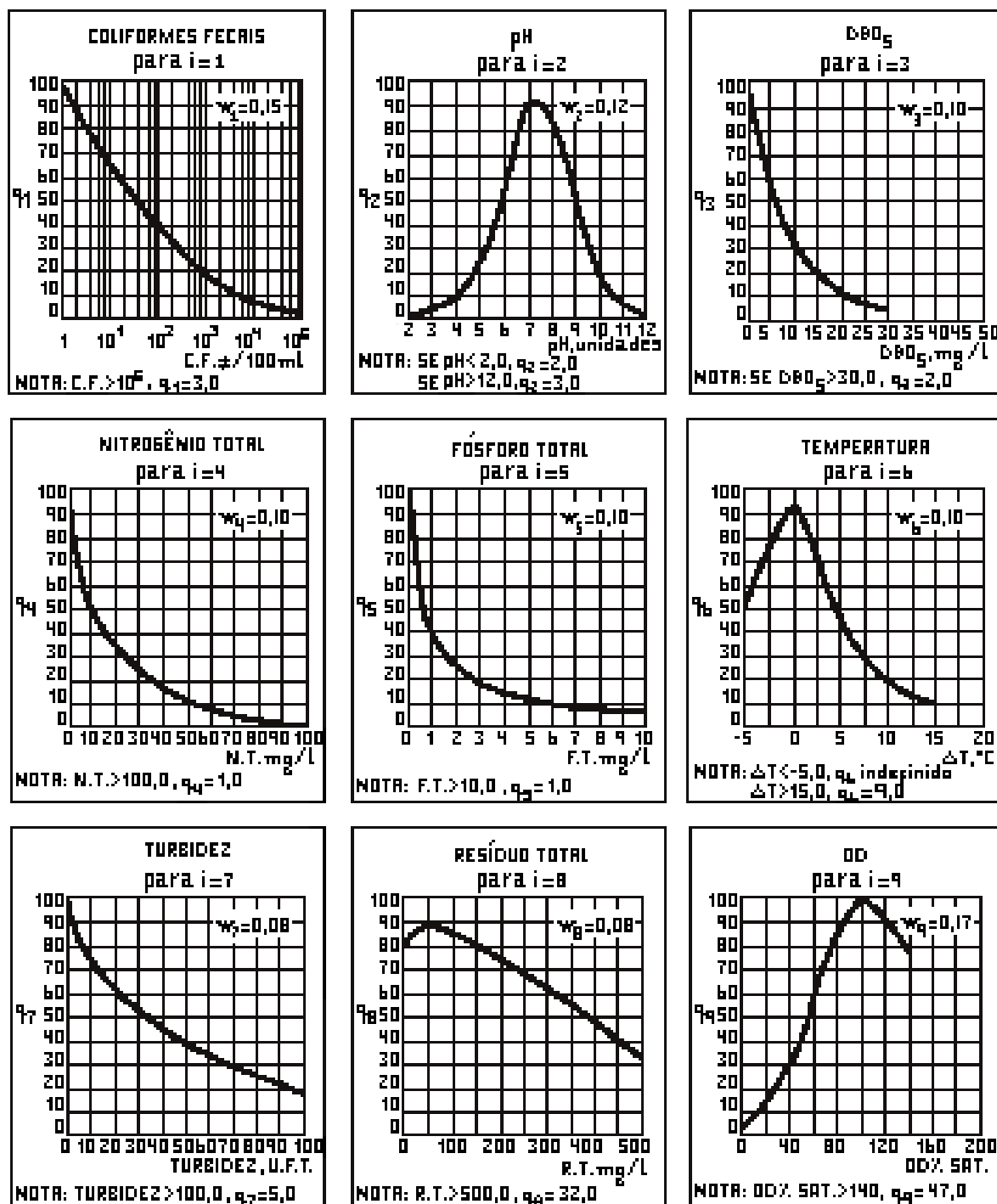
3.4.1 Índice de Qualidade de Água adaptado pela Cetesb – IQA_{Cetesb}

Segundo DERISIO (1992), o Índice utilizado pela CETESB é uma adaptação do Índice de Qualidade das Águas desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF). Este índice foi obtido a partir de um procedimento formal para combinar as opiniões de especialistas de todas as partes dos Estados Unidos, baseado na técnica de Delphi da Rand Corporation. Os profissionais que participaram da pesquisa indicaram as variáveis de qualidade da água que deveriam ser medidas, o peso relativo das mesmas e a condição em que se apresentava cada uma delas segundo uma escala de valores. Das 35 variáveis indicadas os profissionais elegeram nove parâmetros

ambientais. Os julgamentos dos profissionais foram sintetizados em um conjunto de curvas médias, uma para cada parâmetro, os quais estão relacionadas na figura 3.1 e utilizadas pela CETESB.

O IQA é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: Temperatura, Oxigênio dissolvido, Demanda bioquímica de oxigênio, pH, Número mais provável de coliformes, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez e Sólidos totais.

Os parâmetros de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.



FONTE: CETESB (2003).

FIGURA 3.1 – Curvas de Qualidade das Águas.

O calculo do Índice de Qualidade da Água segue abaixo:

$$IQA_{Cetesb} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{Equação 3.1})$$

onde:

IQA_{Cetesb} = Índice de Qualidade das Águas, adaptado pela Cetesb;

n = número de parâmetros;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (curvas médias);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro.

A partir do cálculo do IQA, chega-se ao resultado da qualidade das águas, que pode ser um número entre 0 e 100, associado a uma qualificação conforme Figura 3.2.

Categoria	Ponderação
Qualidade Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Qualidade Boa	$51 < IQA \leq 79$
Qualidade Regular	$36 < IQA \leq 51$
Qualidade Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Qualidade Péssima	$IQA \leq 1$

FONTE: CETESB (2003).

FIGURA 3.2 - Índice IQA – Qualidade da Água

De acordo com DIAS (2003), utilizando o índice IQA_{Cetesb} para avaliar a qualidade das águas na microbacia do rio Dourados/MS concluiu que os resultados obtidos não comprometeram a qualidade das águas superficiais, predominando a qualidade boa, embora algumas amostragens indicaram qualidade ruim.

OLIVEIRA (2003) avaliou a presença de metais em água e sedimentos na microbacia do rio Dourados utilizando o índice de Stoner, observando valores negativos, indicativo de que as águas são impróprias para fins de abastecimento e irrigação.

3.1.2 Índice de Qualidade de Água Bruta para fins de Abastecimento Público - IQA_{IAP}

A partir de 2002, em função da crescente urbanização e industrialização a CETESB instituiu um programa de controle de poluição das águas utilizando índices específicos para os principais usos do recurso. Para a captação de água superficial de abastecimento público e fontes de poluição doméstica e industrial utiliza o Índice de Abastecimento Público, IQA_{IAP} , no qual é utilizado o IQA_{CETESB} e o Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas, ISTO, conforme equação 3.1:

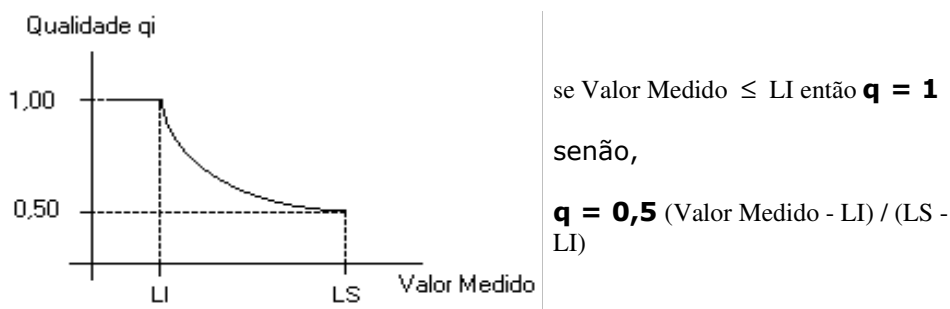
$$IAP = IQA_{Cetesb} \times ISTO$$

(Equação 3.2)

O índice é composto por três grupos principais de parâmetros:

- a) IQA_{Cetesb} : parâmetros: temperatura da água, pH, turbidez, OD, $DBO_{5,20}$, C.F., nitrogênio total (somatório de nitrogênio Kjeldahl, nitrogênio nitrato e nitrogênio nitrito), fósforo total e sólidos totais;
- b) ISTO: parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas, potencial de formação de trihalometanos, Cd, Pb, Cr, Hg e Ni; e que afetam as propriedades organolépticas da água: Fe, Mn, Al, Cu e Zn.

Para cada parâmetro do Isto são estabelecidos limites de qualidade entre 1 a 0,5 indicando, respectivamente, limite inferior (LI) e limite superior (LS), como apresentado na Figura 3....



FONTE: CETESB (2003).

FIGURA 3.3 Gráfico dos limites Inferiores e Superiores para o cálculo do ISTO.

As faixas de variação de qualidade (q_i), que são atribuídas aos valores medidos para o potencial de formação de trihalometanos, para os metais que compõem o ISTO, refletem as seguintes condições de qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público:

- **Valor medido = LI:** águas adequadas para o consumo humano. Atendem aos padrões de potabilidade da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde em relação às variáveis avaliadas.
- **LI $\leq$ Valor medido < LS:** águas adequadas para tratamento convencional. Atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis determinadas.
- **Valor medido > LS:** águas que não devem ser submetidas apenas a tratamento convencional. Não atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis avaliadas.

Na Tabela 3.4 estão relacionados os limites inferiores e superiores adotados para os parâmetros metais utilizados para o cálculo do Isto, segundo a Equação 3.3:

TABELA 3.4 Limites inferiores e superiores adotados para os metais no cálculo do Isto.

Grupo	Variáveis	Unidade	Limite Inferior	Limite Superior
Tóxicos	Cádmio	mg/L	0,005	0,01
	Chumbo	mg/L	0,033	0,05
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,059
	Níquel	mg/L	0,02	0,025
	Mercúrio	mg/L	0,001	0,002
	PFTHM	µg/L	373	461
	Alumínio			
Organolépticos	Dissolvido	mg/L	0,2	2
	Cobre Dissolvido	mg/L	1	4
	Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	5
	Manganês	mg/L	0,1	0,5
	Zinco	mg/L	5	5,9

FONTE: CETESB, 2003.

O limite inferior para cada uma dessas variáveis foi considerado como sendo os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 518/04 do Ministério da Saúde e para o limite superior foram considerados os padrões de qualidade de água doce Classe 3 da CONAMA 357/05.

$$\text{ISTO} = \text{ST} \times \text{SO}$$

(Equação 3.3)

$$q_i = 0,5 (V_m - \text{LI}/\text{LS-LI})$$

(Equação 3.4)

$$\text{ST} = q_{\text{Cd}} \times q_{\text{Pb}} \times q_{\text{Cr}} \times q_{\text{Hg}} \times q_{\text{Ni}}$$

(Equação 3.5)

$$\text{SO} = [(q_{\text{Al}} + q_{\text{Cu}} + q_{\text{Fe}} + q_{\text{Mn}} + q_{\text{Zn}})/6]$$

(Equação 3.6)

3.5 LEGISLAÇÃO

3.5.1 Lei n° 9.433 de 08 de janeiro de 1997

Política Nacional de Recursos Hídricos que tem por objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- Os Planos de Recursos Hídricos;
- O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- O sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

3.5.2 Resolução CONAMA n° 357/05

A Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água para as águas doces, bem como para as águas salobras e salinas do Território Nacional, segundo os usos preponderantes a que as águas se destinam. As águas doces, em particular, são distribuídas em cinco classes:

Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Classe 1 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à 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
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3 - águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

Classe 4 - águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

4. METODOLOGIA

Da rede básica de monitoramento já existente na sub-bacia do rio Ivinhema, escolheu-se avaliar particularmente a qualidade das águas superficiais dos córregos Água Boa e Baile bem como dos rios Dourados na foz e a montante e jusante da foz do córrego Água Boa e rio Ivinhema na foz, por entender ser necessário monitorá-los, visando identificar quaisquer alterações na qualidade dessas águas por conta do uso e ocupação do solo, bem como lançamentos de efluentes líquidos ainda que tratados, haja vista que estes corpos hídricos estão inseridos na área de influência de empreendimentos com potencial poluidor como abatedouro de aves, bovinos e curtume.

A implantação da rede básica de Monitoramento na sub-bacia do rio Ivinhema teve início em 1999, cumprindo-se as seguintes etapas metodológicas:

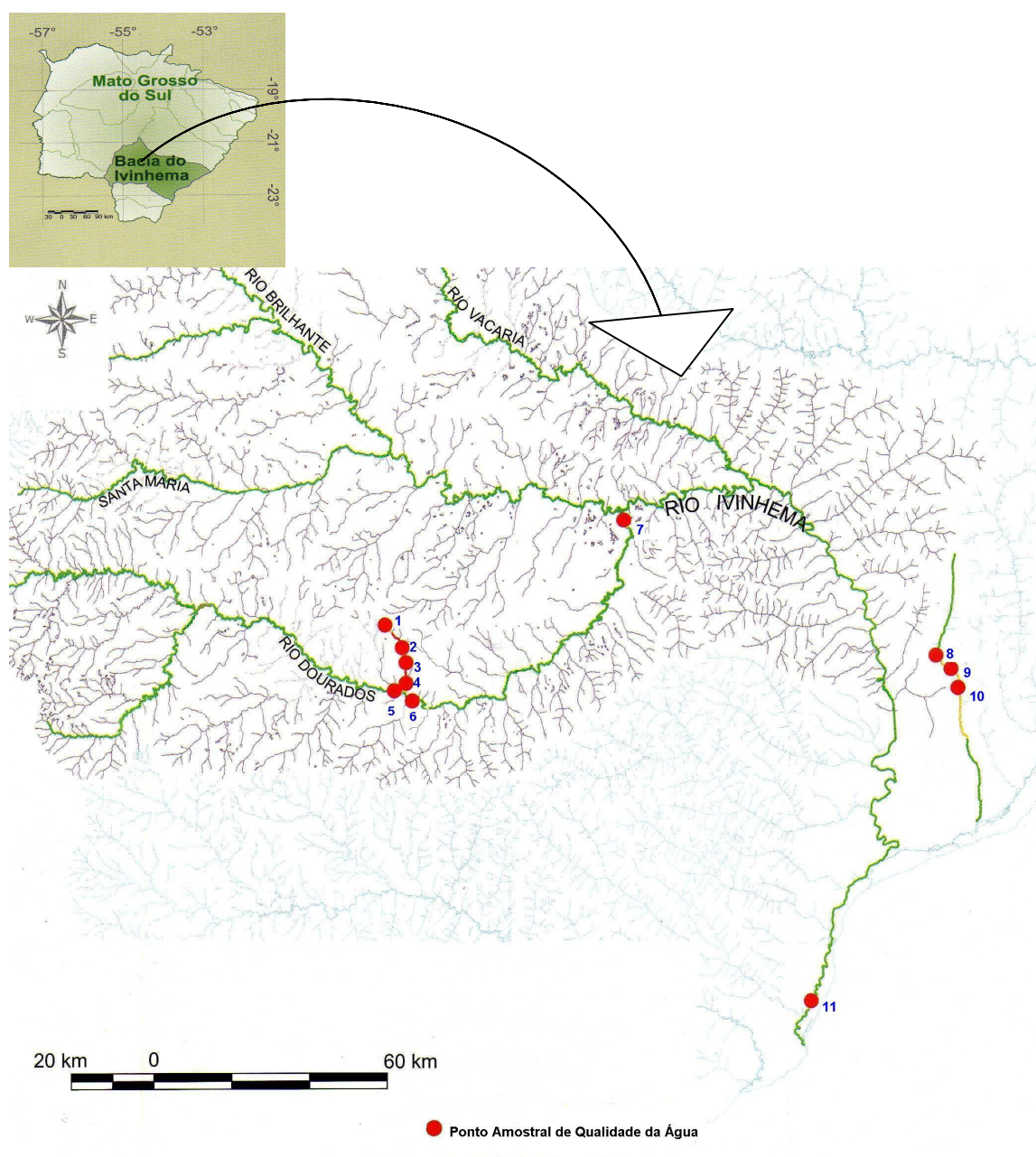
- a) Caracterização Geral da Bacia Hidrográfica do rio Paraná;
- b) Definição e caracterização da unidade de monitoramento;
- c) Complementação de informações em campo;
- d) Tratamento dos dados e informações obtidos;
- e) Definição dos pontos de amostragem.

Segundo SOARES (2001), um projeto de monitoramento pode ter dois tipos de objetivos: Gerenciamento e monitoramento. Os objetivos de gerenciamento da rede estão relacionados com o funcionamento do sistema ambiental que está se avaliando, pois a rede deve subsidiar as decisões relacionadas à gestão dos recursos hídricos, enquanto que os objetivos de monitoramento em si se referem mais diretamente ao conhecimento do sistema.

Tendo por objetivo: monitorar para conhecer o sistema, escolheu-se como objeto de estudo deste trabalho onze pontos de amostragem para amostras de água. Os metais determinados nos corpos d'água relacionados na tabela 4.1 foram: Al, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni e Zn.

4.1 Identificação dos Pontos de Amostragem

A identificação dos pontos de amostragem objeto de estudo deste trabalho é mostrados na Figura 4.1 onde se encontram indicados os 11 pontos amostrados na Sub-Bacia do rio Ivinhema.



Fonte: Adaptado, IMAP (2006)

FIGURA 4.1 Identificação dos pontos de amostragem.

TABELA 4.1 - Pontos de monitoramento da qualidade da água da Sub-Bacia do rio Ivinhema

Pontos	Corpo d'água	Descrição do Local	Coordenadas Geográficas		Altitude (m)	Distância da foz ao local (Km)
			Latitude	Longitude		
1	Córrego Água Boa	Na nascente	22°13'50"	54°50'07"	444	19
2	Córrego Água Boa	A montante do abatedouro de aves	22°20'10"	54°48'32"	418	20
3	Córrego Água Boa	A jusante do abatedouro de aves	22°20'50"	54°48'00"	418	21
4	Córrego Água Boa	Na foz	22°23'59"	54°46'57"	270	0
5	Rio Dourados	A montante da foz do córrego Água Boa	22°23'53"	54°41'37"	300	153
6	Rio Dourados	A jusante da foz do córrego Água Boa	22°24'08"	54°46'59"	300	150
7	Rio Dourados	Na foz	22°57'19"	54°13'34"	210	0
8	Córrego Baile	A montante do Frigorífico	22°16'42"	53°23'35"	347	52
9	Córrego Baile	A jusante do Frigorífico e a montante do curtume	22°16'55"	53°23'56"	346	51
10	Córrego Baile	A jusante do curtume	22°17'15"	53°23'56"	346	50
11	Rio Ivinhema	Na foz	23°12'24"	53°12'54"	234	0

Fonte: Adaptado IMAP, 2006.

Córrego Água Boa, sua nascente está localizada no Jardim Novo Horizonte, Parque Antenor Martins perímetro urbano de Dourados. Trata-se de um córrego urbano, afluente do rio Dourados que recebe Tributários com possíveis cargas poluidoras, bem como lançamento do esgoto tratado pela empresa de saneamento e efluentes do Distrito Industrial de Dourados.

Córrego Baile, sua nascente localiza-se no município de Nova Andradina, corta o perímetro urbano da cidade sendo afluente, pela margem direita, do rio Baía. Recebe cargas poluidoras urbanas, poluição do deflúvio superficial rural e aporte de águas residuárias industriais.

Rio Dourados, sua nascente está localizada nas imediações da serra de Maracajú, na cidade de Antônio João, a uma altitude de aproximadamente 700 metros, com extensão de 374 Km, sendo afluente do rio Brilhante, MATO GROSSO DO SUL (2000).

O rio Ivinhema é formado pela junção dos rios Vacaria e rio Brilhante, o principal constituinte, que tem como afluentes o rio Dourados e Santa Maria. Sendo afluente do rio Paraná, MATO GROSSO DO SUL (2000).

4.2 Definição dos parâmetros e metodologia de avaliação

Além dos 9 parâmetros utilizados no cálculo do IQA, também foram considerados outros em atendimento a especificidade da tipologia da atividade poluidora, contemplando basicamente matéria inorgânica, nutrientes e metais.

Os parâmetros e a frequência de análises levaram em conta padrões sanitários e ecológicos, para obter informações sobre a qualidade da água e suas condições futuras e viabilizar o enquadramento dos corpos d'água em conformidade com a Resolução CONAMA 357 (2005), classe 2.

As amostras de água foram coletadas conforme os procedimentos descritos no Guia de coleta e preservação de amostras de água, elaborado pela Cetesb (CETESB, 1988).

As amostras foram analisadas nos laboratórios do Centro de Controle ambiental do IMAP, conforme métodos analíticos recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998) e constantes do Manual de normas e procedimentos do Laboratório de Análises Físico-Químicas do Centro de Controle Ambiental, MATO GROSSO DO SUL, 1994. Na tabela 4.2 encontra-se relacionados os parâmetros monitorados na Sub-Bacia do rio Ivinhema.

A metodologia utilizada para avaliar-se a qualidade da água foi o Índice de qualidade da Água IQA_{CETESB} e IQA_{IAP}, ambos adaptados pela Cetesb.

TABELA 4.2 - Relação de parâmetros monitorados na Sub-Bacia do rio Ivinhema

PARÂMETROS	UNIDADES	MÉTODO	APHA, AWWA, WPCF 20° Ed.
Temperatura do ar	°C	Termômetro °C	2550 B
Temperatura da água	°C	Termômetro °C	2550 B
Condutividade	µS/cm	Eletrométrico	2510 B
pH	-	Eletrométrico	4500-H ⁺ B
Turbidez	UNT	Turbidimétrico	2130 B
DBO _(5,20)	mg/L DBO ₅	Titulométrico	5210 B
DQO	mg/L O ₂	Titulométrico	5220 C
Fósforo total	mg/L PO ₄ ⁻³ -P	Colorimetria	4500-P - E
Nitrogênio total Kjeldahl	mg/L N	Colorimetria - Fenato	4500-N _{org} - C
Nitrogênio amônia	mg/L NH ₃ -N	Colorimetria - Fenato	4500-N _{org} - F
Nitrogênio nitrito	mg/L NO ₂ ⁻ -N	Colorimetria NED	4500-NO ₂ ⁻ - B
Nitrogênio nitrato	mg/L NO ₃ ⁻ -N	Colorimetria com Coluna de Cádmio	4500-NO ₃ ⁻ - E
Oxigênio dissolvido	mg/L O ₂	Titulométrico	4500-O C
Sólidos totais	mg/L ST	Gravimetria	2540 B
Sólidos dissolvidos totais	mg/L SDT	Gravimetria	2540 D
Sólidos suspensos totais	mg/L SST	Gravimetria	2540 D
Metais (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn)	mg/L	EAA, chama ar / acetileno	3030
Metais (Al, Pb, Cr,)	mg/L	EAA, chama óxido nitroso / acetileno	3030
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	Tubos Múltiplos	9223

Fonte: APHA, AWWA, WPCF (1998).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises físico-químicas, bacteriológica e metais encontram-se discriminados nas Tabelas do Anexo I para os corpos hídricos estudados.

As figuras 5.1 a 5.11 e 5.12 a 5.22 representam respectivamente a distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} e IQA_{IAP} nos pontos amostrados no ano de 2005 com frequência mensal, totalizando 10 (dez) campanhas.

Para os metais Alumínio e Cobre não foi possível compará-los com a Resolução CONAMA 357 (2005) pois os resultados analisados são de Alumínio e Cobre Total e os padrões são para Dissolvidos.

5.1 Resultados para a aplicação do IQA_{Cetesb}

A Tabela 5.1 apresenta os valores do IQA_{Cetesb} para os 11 pontos amostrados nos corpos hídricos objeto deste estudo de janeiro a dezembro de 2005:

TABELA 5.1 - Resultados do IQA_{Cetesb} nos pontos amostrados, 2005.

Pontos	Localização	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1	Água Boa - nascente	75	62	69	*	73	76	62	73	*	48	54	67
2	Montante do abatedouro de aves	36	51	47	*	36	31	34	38	*	*	31	35
3	Jusante do abatedouro de aves	42	38	38	*	26	28	15	32	*	25	28	44
4	Água Boa - na foz	40	66	55	*	56	56	52	55	53	54	56	29
5	Montante da foz - Água Boa	58	77	66	*	85	69	80	82	77	55	72	47
6	Jusante da foz - Água Boa	47	75	75	*	84	76	68	82	79	54	70	50
7	Rio Dourados - na foz	*	69	*	*	82		78	76	81	55	67	48
8	Baile - montante frigorífico	67	57	70	*	66	43	65	49	*	47	66	44
9	Baile - jusante frigorífico	55	53	50	*	53	39	61	47	*	58	63	51
10	Baile - jusante curtume	49	51	36	*	46	30	59	43	*	55	67	55
11	Rio Ivinhema - na foz	*	*	*	*	73	*	81	83	*	63	76	75

Fonte: A autora.

Ponto 1

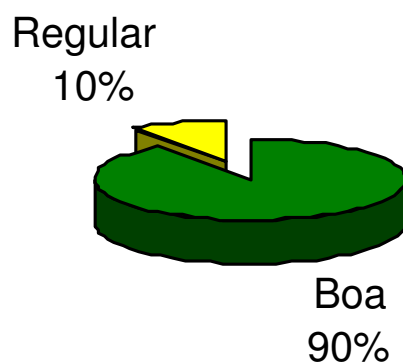


Figura 5.1. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , no Córrego Água Boa, nascente, 2005.

Córrego Água Boa -nascente

Este ponto manteve-se em 90% das amostragens com qualidade BOA. A condição REGULAR ocorreu no mês de outubro, este decaimento da qualidade pode estar relacionado à ocorrência de chuva durante a coleta, a precipitação possibilitou o carreamento de carga poluidora devido ao escoamento superficial, considerando que esta nascente está inserida em uma propriedade particular (chácara) circundada por área urbana. O fósforo total neste ponto apresentou em 70% das coletas desconformidade com o padrão CONAMA 357/2005 para classe 2 ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$). Foram constatados valores para Coliformes Termotolerantes acima do limite legal nos meses de julho, outubro e novembro.

Ponto 2

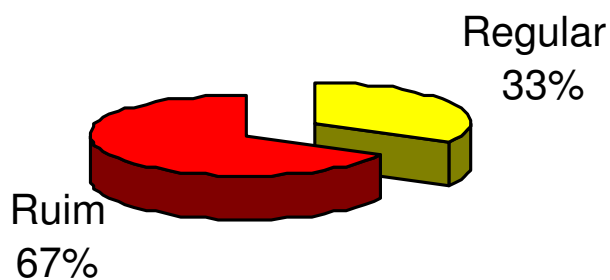


Figura 5.2. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , no Córrego Água Boa, montante do abatedouro de aves, 2005.

Córrego Água Boa - montante abatedouro de aves

O ponto 2 apresentou qualidade variando entre REGULAR e RUIM em função de valores elevados de Coliformes Termotolerantes e Fósforo Total que mantiveram-se 100 % acima do limite CONAMA 357/2005, classe 2, nas campanhas realizadas. Foram registrados valores inferiores ao padrão legal para OD ($1,9 \text{ mg.L}^{-1}$). Turbidez no mês de janeiro e maio apresentou desconformidade com o padrão legal, classe 2.

Ponto 3

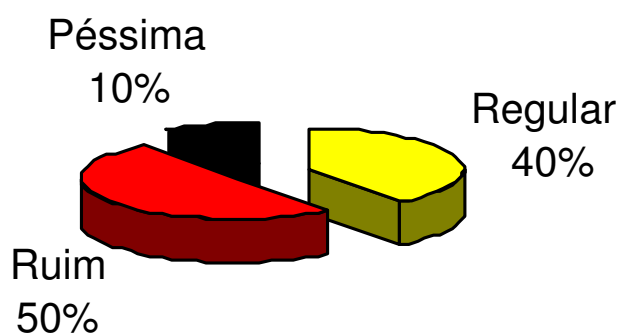


Figura 5.3. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb}, no Córrego Água Boa, jusante do abatedouro de aves, 2005.

Córrego Água Boa - a jusante abatedouro de aves

A qualidade a jusante do abatedouro de aves oscilou entre REGULAR, RUIM e PÉSSIMA segundo IQA_{Cetesb}. A PÉSSIMA ocorreu em julho por conta dos altos valores de Coliformes Fecais (90.000 mg.L^{-1}) e Fósforo Total. O parâmetro Turbidez esteve em desconformidade com a Resolução 357/2005, classe 2 nos meses de outubro e novembro, porém apresentou valores críticos em janeiro e maio, o que contribuiu para a variação na qualidade da água. Neste ponto observa-se aumento de nitrogênio amoniacal em relação aos outros pontos do córrego Água Boa (nascente e montante do abatedouro de aves) provavelmente relacionado ao lançamento de efluente com elevada carga orgânica nitrogenada característica da tipologia do empreendimento instalado a montante desse ponto.

Ponto 4

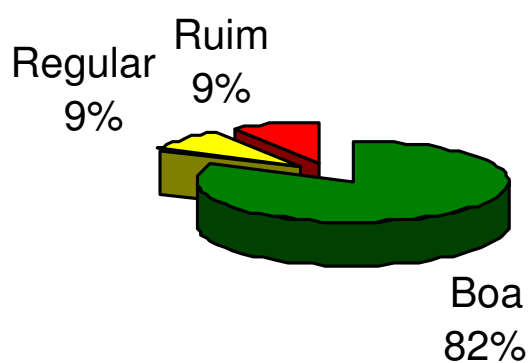


Figura 5.4. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , no Córrego Água Boa, foz, 2005.

Córrego Água Boa - na foz

De acordo com o IQA_{Cetesb} este ponto apresenta qualidade BOA em 80% dos eventos, 10% REGULAR e 10% RUIM, que pode estar relacionado ao período de chuvas, meses de janeiro e dezembro. Verifica-se aumento do aporte de Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, Turbidez e queda significativa de OD podendo estar relacionados à contribuição da bacia hidrográfica. Toda a matéria seja tóxica ou não são carregadas pela chuva para o leito do rio, alterando consideravelmente a sua qualidade.

Foram observados valores acima do determinado pela Resolução CONAMA 357/2005, classe 2, para os seguintes parâmetros: OD, DBO, Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e Turbidez.

Ponto 5

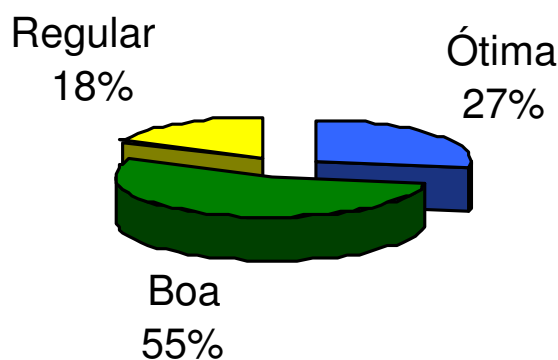


Figura 5.5. Distribuição da qualidade da água , IQA_{Cetesb}, no rio Dourados, montante da foz – Água Boa, 2005.

Rio Dourados - a montante da foz do córrego Água Boa

A qualidade da água no ponto 5 variou em ÓTIMA, BOA a REGULAR, predominando a BOA. A REGULAR ocorreu no mês de dezembro/2005, influenciada pelos valores elevados de Coliformes Termotolerantes (9.000 NMP/100 mL). A Turbidez no mês de outubro apresentou desconformidade com os padrões legais, ressaltando que nos meses de janeiro e dezembro/2005 a mesma alcançou valores significativos, contribuindo desta forma para o decaimento da qualidade da água.

Comparando-se os resultados do IQA_{Cetesb} registrados em estudos anteriores para este corpo hídrico, DIAS (2003), com os resultados obtidos em 2005, verifica-se que a qualidade BOA permanece constante no período de 1999 a 2002 e 2005.

Ponto 6

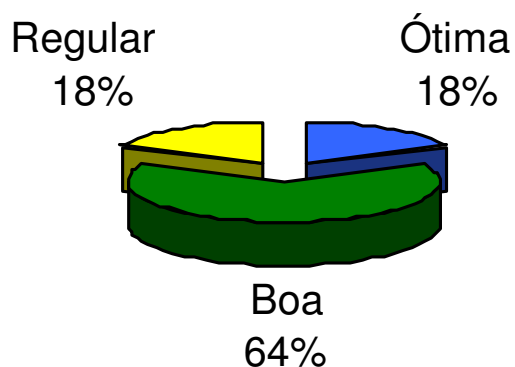


Figura 5.6. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , no rio Dourados, jusante da foz – Água Boa, 2005.

Rio Dourados - a jusante da foz do córrego água Boa

A qualidade do rio Dourados após receber as águas do córrego Água Boa varia de ÓTIMA, BOA a REGULAR, com predominância da segunda mesmo com os altos valores de Coliformes Termotolerantes (16.000 NMP/100 mL) e Fósforo Total ($0,364 \text{ mg.L}^{-1}$) registrados neste corpo hídrico. Os valores de Turbidez sofrem alterações para maior em comparação com os registrados no ponto 5, devido ao acréscimo das águas do Água Boa.

DIAS (2003), também aplicou o IQA_{Cetesb} para este corpo d'água no período de 1999 a 2002 e comparando com os resultados de 2005 percebe-se que a qualidade da água conserva-se BOA.

Ponto 7

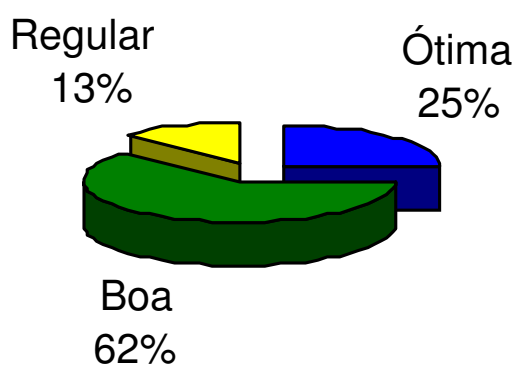


Figura 5.7. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb}, no rio Dourados, foz, 2005.

Rio Dourados - na foz

Para este ponto a qualidade varia de ÓTIMA a BOA, com ocorrência de decréscimo no mês de dezembro, REGULAR, influenciada pelo baixo valor de OD, elevado número de Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total e Turbidez.

A qualidade da água neste ponto também foi valorada nos anos de 1999 a 2002 DIAS (2003), e comparando os resultados obtidos deste período com os de 2005, constata-se que a qualidade BOA permanece constante.

Ponto 8

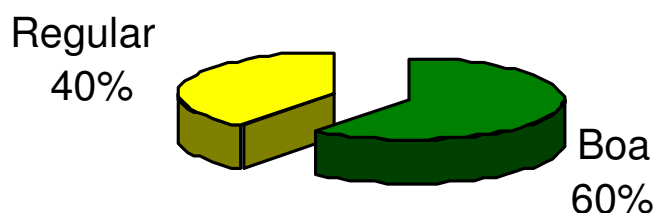


Figura 5.8. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , no Córrego Baile, montante frigorífico, 2005.

Córrego Baile - a montante Frigorífico

A qualidade da água neste ponto oscilou entre REGULAR e BOA pelo IQA_{Cetesb} . Esta variação é em função dos valores altíssimos de Coliformes Termotolerantes (30.000 NMP/100 mL), Fósforo Total ($0,548 \text{ mg.L}^{-1}$), e a Turbidez (187 UNT). O parâmetro pH manteve-se abaixo do limite em 9 meses dos 10 estudados. No mês de fevereiro foi registrado um menor valor para OD ($3,8 \text{ mg.L}^{-1}$) e o maior valor para Resíduo Total (193 mg.L^{-1}). Não se observou qualquer evento que pudesse estar relacionado ao decaimento de Oxigênio Dissolvido, OD. Bem como, não ocorreu chuvas no dia da coleta e não há registro quanto a precipitações nos dias anteriores a amostragem.

O monitoramento do córrego Baile – a montante do Frigorífico iniciou-se em outubro de 2004. Não se tem informação da qualidade da água para este corpo hídrico anterior a esta data.

Ponto 9

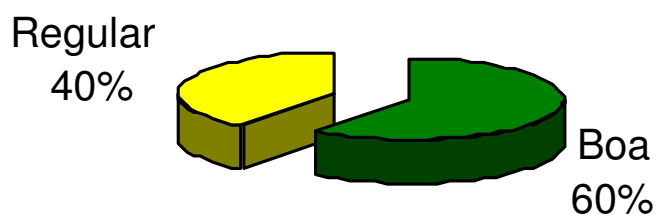


Figura 5.9. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , do Córrego Baile, jusante frigorífico, 2005.

Córrego Baile - a jusante Frigorífico

Este ponto apresentou qualidade REGULAR a BOA pelo IQA_{Cetesb} , reflexo de valores elevados para Coliformes Termotolerantes (30.000 NMP/100 mL), Fósforo Total (3,541 mg.L⁻¹), e Turbidez (178 UNT). Também estiveram em desconformidade com os padrões CONAMA 357/2005, classe 2, os parâmetros OD (4 mg.L⁻¹) nos meses de janeiro e fevereiro e pH que apresentou não conformidade com os padrões da referida resolução, com concentração média de 5,72 mg.L⁻¹.

Ponto 10

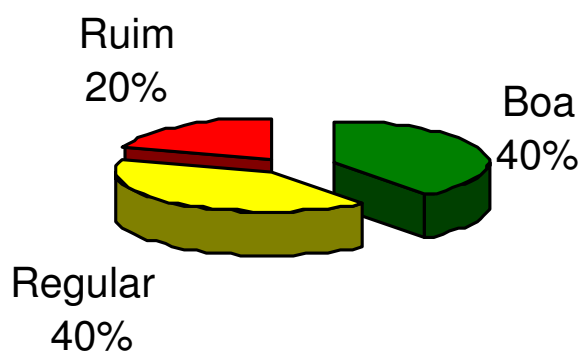


Figura 5.10. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb}, do Córrego Baile, jusante curtume, 2005.

Córrego Baile - a jusante Curtume

A qualidade da água neste ponto variou em BOA, REGULAR e RUIM pelo IQA_{Cetesb}. A qualidade RUIM verificada nos meses de março e junho/2005 em função de valores para Coliformes Termotolerantes (140.000 NMP/100 mL), (90.000 NMP/100 mL) respectivamente, bem com Fósforo Total (5,640 mg.L⁻¹) e Turbidez (299 UNT). No mês de janeiro foi registrado um menor valor para OD (2,8 mg.L⁻¹) estando abaixo do mínimo permissível pelo padrão legal vigente.

Observam-se valores significativos para Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Total Kjeldahl fornecendo indicações de poluição por matéria nitrogenada, provavelmente relacionada ao lançamento de efluentes do empreendimento a montante deste ponto.

Ponto 11

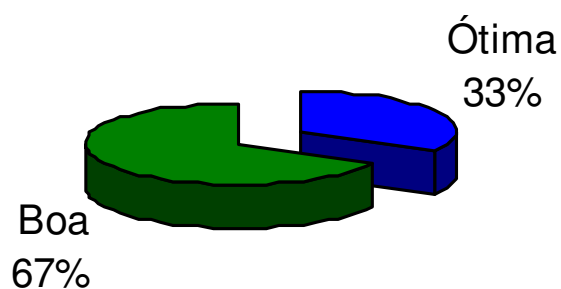


Figura 5.11. Distribuição da qualidade da água, IQA_{Cetesb} , do rio Ivinhema, na foz, 2005.

Rio Ivinhema na foz

Para o IQA_{Cetesb} a qualidade da água na foz do rio Ivinhema oscila de BOA a ÓTIMA. O parâmetro Fósforo Total não atendeu ao padrão CONAMA 357/2005 em quatro campanhas das seis realizadas para este ponto. No mês de outubro ocorreu descumprimento do limite máximo para DBO de acordo com a classificação, classe 2 para este rio.

5.2 Resultados para a aplicação do IQA_{IAP}

A Tabela 5.2 apresenta os valores do IQA_{IAP} para os 11 pontos amostrados nos corpos hídricos objeto deste estudo de janeiro a dezembro de 2005.

Tabela 5.2 - Resultados do IQA_{IAP} nos pontos amostrados, 2005.

Pontos	Localização	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1	Água Boa - nascente	28	1	3	*	19	40	0	1	*	0	24	29
	Montante do abatedouro												
2	de aves	0	1	1	*	24	4	16	0	*	0	18	0
	Jusante do abatedouro de												
3	aves	1	0	0	*	41	4	2	1	*	0	16	19
4	Água Boa - na foz	28	1	2	*	7	2	1	1	*	0	15	19
	Montante da foz - Água												
5	Boa	*	*	2	*	*	5	48	*	*	0	2	3
	Jusante da foz - Água												
6	Boa	*	*	1	*	*	3	38	*	2	14	1	1
7	Rio Dourados - na foz	*	*	*	*	37	*	2	1	3	0	0	0
	Baile - montante												
8	frigorífico	5	0	3	*	67	1	47	11	*	12	10	13
9	Baile - jusante frigorífico	0	0	1	*	73	1	0	12	*	21	9	11
10	Baile - jusante curtume	3	7	6	*	5	2	4	6	*	0	0	0
11	Rio Ivinhema - na foz	*	*	*	*	12	*	16	9	*	7	0	0

* Dado não disponível

Fonte: A autora.

Ponto 1

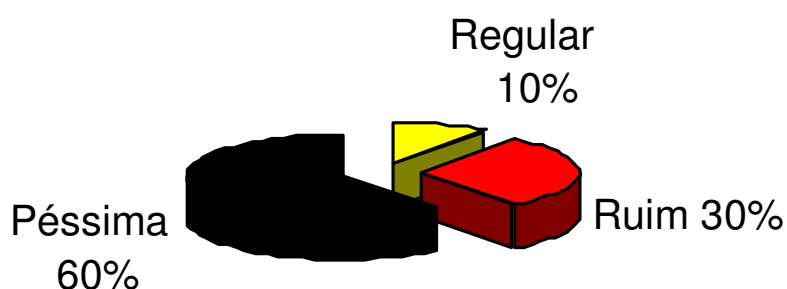


FIGURA 5.12 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no Córrego Água Boa, nascente, 2005.

Córrego Água Boa, nascente

Neste ponto a qualidade da água de acordo com o IQA_{IAP} variou em ACEITÁVEL, RUIM e PÉSSIMA. Os parâmetros de substâncias tóxicas e organolépticas: Manganês e Zinco apresentaram valores inferiores aos padrões classe 3 da Resolução CONAMA 357/2005 porém nos meses de fevereiro e outubro/2005 o Manganês apresentou desconformidade com o padrão CONAMA classe 2, classificação esta a ser considerada para o referido corpo hídrico. O zinco demonstrou estar sob controle. Determinou-se a concentrações de Alumínio Total, Cobre total e Ferro total e a resolução CONAMA 357/2005 não apresenta limites não sendo possível relacioná-los com a mesma.

Neste ponto encontraram-se concentrações médias de Alumínio total ($0,506 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,028 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($1,330 \text{ mg.L}^{-1}$).

O IQA_{IAP} apresentou qualidade PÉSSIMA em 60% das amostragens para este ponto, figura 5.12 por conta das concentrações registradas para os metais Cádmio, Chumbo e Níquel que apresentaram valores no limite ou acima para a classe 3 da Resolução CONAMA 357/2005.

Ponto 2

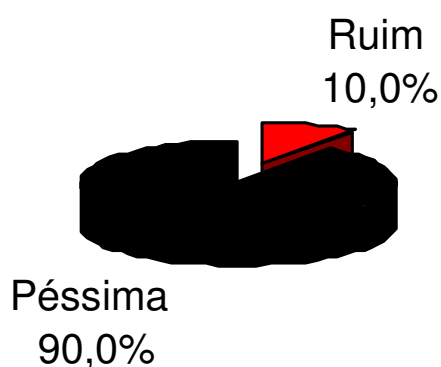


FIGURA 5.13 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP}, no Córrego Água Boa, montante do abatedouro de aves, 2005.

Córrego Água Boa - montante abatedouro de aves

Apresentou variação entre PÉSSIMA e RUIM, figura 5.13 em função da presença de Chumbo e Níquel em concentrações superiores ao limite para classe 3, Resolução CONAMA 357/2005 em todas as campanhas realizadas. O metal Cádmio nos meses de janeiro, março e agosto também apresentou valores em desconformidade com a classe 3. Os valores encontrados para Manganês não atenderam a classe 2 da CONAMA 357/2005 mais manteve-se abaixo do limite para classe 3 da referida Legislação. O metal Cromo no mês de junho apresentou concentração superior ao limite para a classe 3, nos demais meses amostrados apresentou conformidade com o limite classe 2. Os resultados para Zinco estiveram em conformidade com os padrões de qualidade, classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 em todas as campanhas.

Para este ponto encontrou-se concentrações médias de Alumínio total ($1,720 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,050 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($6,770 \text{ mg.L}^{-1}$).

Ponto 3

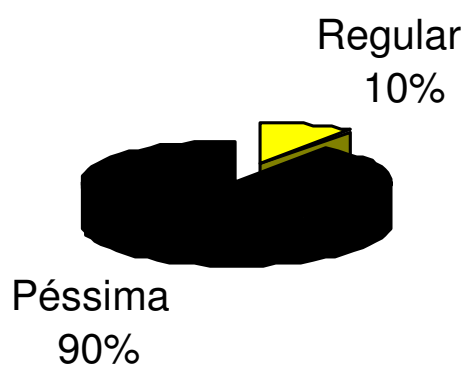


FIGURA 5.14 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no Córrego Água Boa, jusante do abatedouro de aves, 2005.

Córrego Água Boa, jusante do abatedouro de aves

Cádmio, Chumbo e Níquel apresentaram desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005 para a classe 3, e por conta desses valores a qualidade foi considerada PÉSSIMA em 90% das campanhas. Observou-se consideráveis valores de Alumínio e Cobre, porém não foi possível compará-los com os padrões pois analisou-se Alumínio, Cobre e Ferro Total e os padrões da resolução são para Al, Cu e Fe dissolvidos. Cromo e Zinco mantiveram a conformidade com os padrões legais.

As concentrações médias de Alumínio total, de Cobre total e de Ferro total são ($2,000 \text{ mg.L}^{-1}$), ($0,057 \text{ mg.L}^{-1}$) e ($5,530 \text{ mg.L}^{-1}$) respectivamente.

Ponto 4

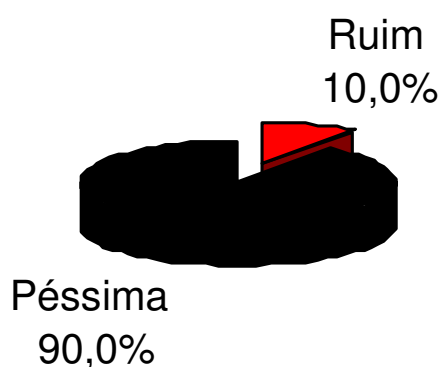


FIGURA 5.15 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no Córrego Água Boa, foz, 2005.

Córrego Água Boa, foz

O IQA_{IAP} apresentou a variação da qualidade PÉSSIMA em 90% das campanhas em função das concentrações de Cádmio acima do limite classe 3 CONAMA 357/2005 nos meses de julho e outubro, bem como valores em desacordo com a classe 3 para Chumbo em seis das dez campanhas realizadas. O Níquel também apresentou em três campanhas resultados acima do limite superior. Os metais Cromo e Zinco estão dentro dos padrões estabelecidos para a classificação deste corpo hídrico.

Neste ponto encontraram-se concentrações médias de Alumínio total ($1,47 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,028 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($1,50 \text{ mg.L}^{-1}$).

Ponto 5

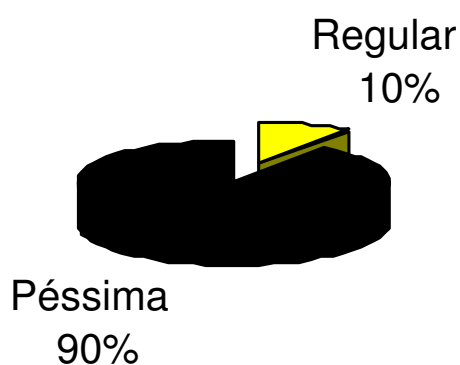


FIGURA 5.16 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no rio Dourados, montante da foz – Água Boa, 2005.

Rio Dourados, montante da foz – Água Boa

Para este ponto do Rio Dourados a qualidade PÉSSIMA predominou por conta de concentrações de Cádmio em desacordo com a classe 3 do CONAMA 357/2005, Chumbo e Níquel não atenderam aos padrões classe 2 da referida Legislação. Manganês nos meses de outubro e novembro apresentou valores desconforme com a classe dois mais abaixo do limite superior, classe 3, CONAMA 357/2005. O metal Cromo e Zinco estão dentro dos limites, classe 2 estabelecidos para este corpo hídrico.

Neste ponto encontraram-se concentrações médias de Alumínio total ($2,01 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,043 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($3,542 \text{ mg.L}^{-1}$).

Ponto 6



FIGURA 5.17 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP}, no rio Dourados, jusante da foz – Água Boa, 2005.

Rio Dourados, jusante da foz – Água Boa

A presença de Cádmio acima da classe 3 CONAMA 357/2005 nos meses de março e setembro, bem como concentrações de Chumbo elevadas em cinco campanhas das sete realizadas neste ponto no ano de 2005 alteraram os cálculos finais indicando qualidade PÉSSIMA em 90% das amostras. O metal Níquel também apresentou valores elevados nos meses de março, junho e julho. Para este corpo hídrico não foi identificado o metal Cromo bem como o metal Zinco manteve-se dentro do limite legal estabelecido.

Ressaltando que este corpo hídrico é considerado classe 2, e que os metais Cádmio, Chumbo e Níquel não atenderam aos padrões classe 2, CONAMA 357/2005.

Para este ponto encontraram-se concentrações médias de Alumínio total ($1,880 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,048 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($3,525 \text{ mg.L}^{-1}$).

Ponto 7



FIGURA 5.18 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no rio Dourados, foz, 2005.

Rio Dourados, foz

Neste ponto a qualidade foi PÉSSIMA, resultado da presença de Cádmio em concentrações acima do limite classe 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005. O metal Chumbo também foi identificado em todas as campanhas com valores superiores aos padrões classe 3. Os resultados para Níquel nos meses de maio, julho e agosto foram superiores aos padrões estabelecidos para a classe 3 da resolução acima citada. O metal manganês ultrapassou o limite CONAMA 357/2005, classe 2 no mês de outubro, nos demais meses amostrados permaneceu sob controle. O Cromo não foi detectado neste ponto do corpo hídrico. Zinco manteve-se dentro dos limites classe 2, na qual o referido corpo hídrico está enquadramento.

As concentrações médias de Alumínio total, de Cobre total e de Ferro total são ($1,352 \text{ mg.L}^{-1}$), ($0,048 \text{ mg.L}^{-1}$) e ($3,010 \text{ mg.L}^{-1}$) respectivamente.

Comparando os resultados observados por OLIVEIRA (2003) na foz do rio Dourados verifica-se que os metais Cd, Ni e Pb em água já apresentavam desconformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 20/86, classe 2.

Ponto 8

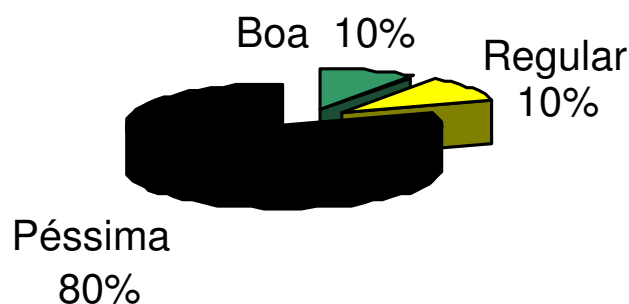


FIGURA 5.19 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , no Córrego Baile, montante frigorífico, 2005.

Córrego Baile, montante frigorífico

Neste ponto a qualidade da água variou entre BOA, ACEITÁVEL e PÉSSIMA, sendo que a última teve 80% de ocorrência em razão da identificação dos metais: Cromo nos meses de janeiro, fevereiro e maio com valores superiores aos padrões, classes 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005; Níquel nos meses de janeiro a agosto com concentrações médias de $0,036 \text{ mg.L}^{-1}$ em desacordo com as classes 2 e 3 da referida resolução; Cádmiu em nove campanhas das dez realizadas, com concentrações acima do padrão classe 2, constatando-se que das nove, cinco apresenta valores superiores a classe 3; Chumbo com concentração média na estação das chuvas de $0,121 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,086 \text{ mg.L}^{-1}$ no período de estiagem bem acima dos padrões legais vigentes. O Zinco manteve-se sob controle.

As concentrações médias de Alumínio total, de Cobre total e de Ferro total são ($1,402 \text{ mg.L}^{-1}$), ($0,030 \text{ mg.L}^{-1}$) e ($2,854 \text{ mg.L}^{-1}$) respectivamente.

Ponto 9

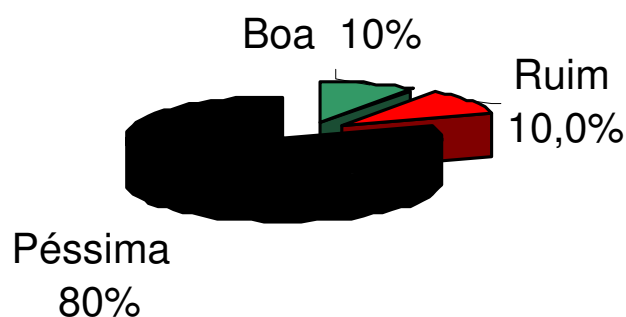


FIGURA 5.20 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , do Córrego Baile, jusante frigorífico, 2005.

Córrego Baile, jusante frigorífico

O índice de abastecimento público IQA_{IAP} indicou qualidade da água para este ponto variando entre BOA, RUIM e PÉSSIMA. Por apresentar concentrações para o metal Cádmio acima do limite classe 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005, bem como valores superiores a classe 3 da mesma resolução para Chumbo nos meses de fevereiro, março, junho, julho e agosto, predominou a qualidade da água em PÉSSIMA (80%) de permanência. Para Níquel excetuando o mês de janeiro, nos demais as concentrações manteve-se em desacordo com a classe 2, na qual o corpo hídrico está enquadrado.

Nos meses de maio e junho o metal Cromo ultrapassou o valor limite para a classificação deste corpo hídrico. O metal Zinco atendeu o limite CONAMA 357/2005, classe 2.

As concentrações médias de Alumínio total, de Cobre total e de Ferro total são ($1,466 \text{ mg.L}^{-1}$), ($0,035 \text{ mg.L}^{-1}$) e ($2,865 \text{ mg.L}^{-1}$) respectivamente.

Ponto 10

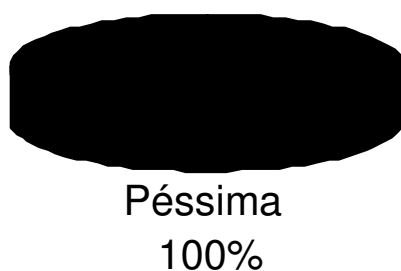


FIGURA 5.21 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , do Córrego Baile, jusante curtume, 2005.

A qualidade da água para este ponto foi considerada PÉSSIMA pelo IQA_{IAP} em 100% das campanhas. Esta qualificação é resultado da presença do metal Cádmio em concentrações superiores aos padrões classe 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005. Neste ponto o metal Chumbo apresentou concentrações acima dos padrões legais, classe 2, nos meses de fevereiro, março, maio, junho, julho e agosto.

O metal Cromo neste ponto apresenta concentrações que variam de $0,300 \text{ mg.L}^{-1}$ a $4,180 \text{ mg.L}^{-1}$ sua presença deve ser proveniente do efluente gerado pelo curtume, pois no processo de curtimento de peles utiliza-se sais de cromo trivalente. Apesar da indústria do couro tratar seu efluente com tecnologia eficiente para recuperação de cromo, constata-se diante das concentrações obtidas, figura 5.26, que seja por problemas de operação ou manutenção o tratamento empregado não está sendo conveniente para a redução do cromo em atendimento aos padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela legislação CONAMA 357/2005, que para Cromo é de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, considerando que a mesma Resolução em seu artigo 28 determina que os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais, do seu enquadramento. O enquadramento para

o corpo hídrico em questão é Classe 2, portanto excetuando o mês de janeiro nos demais as concentrações estão em desacordo com a legislação vigente.

O metal Manganês apresentou valores acima dos padrões CONAMA 357/2005. Observando-se que a concentração elevada de Zinco no mês de maio pode estar relacionado ao uso deste metal como pesticida no sistema de controle de tratamento do efluente gerado pelo empreendimento a montante deste ponto.

As concentrações médias de Alumínio total, de Cobre total e de Ferro total são ($1,550 \text{ mg.L}^{-1}$), ($0,110 \text{ mg.L}^{-1}$) e ($1,578 \text{ mg.L}^{-1}$) respectivamente.

Ponto 11

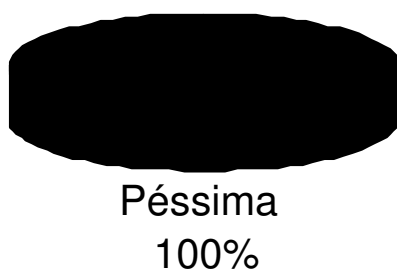


FIGURA 5.22 Distribuição da qualidade da água, IQA_{IAP} , do rio Ivinhema, na foz, 2005.

Rio Ivinhema, na foz

O IQA_{IAP} avaliou a qualidade da água na foz do Rio Ivinhema em PÉSSIMA. Este resultado é em função da presença de Cádmio, Chumbo e Níquel em concentrações acima dos padrões legais vigentes. O metal Cromo foi identificado no mês de maio de 2005 estando o mesmo acima do limite para a classe 2 e 3 da CONAMA 357/2005. Nos meses de julho e outubro foram encontradas concentrações de Manganês em desacordo com os padrões classe 2, CONAMA 357/2005, bem como o metal Zinco permaneceu dentro dos limites estipulados pela mesma.

Neste corpo hídrico encontrou-se concentrações médias de Alumínio total ($1,931 \text{ mg.L}^{-1}$), de Cobre total ($0,047 \text{ mg.L}^{-1}$) e de Ferro total ($3,309 \text{ mg.L}^{-1}$).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A aplicação do IQA_{Cetesb} para o córrego Água Boa apresentou uma qualidade BOA na nascente, ponto 1, qualidade RUIM nos pontos 2 e 3, trecho médio do córrego, após o aporte de esgoto doméstico e efluentes industriais da cidade de Dourados e qualidade BOA na foz do corpo hídrico, ponto 4.

Para o rio Dourados, pontos 5, 6 e 7 o IQA_{Cetesb} apresentou qualidade BOA. Comparando os resultados obtidos neste estudo com outros realizados para este corpo d'água no período de 1999 a 2002, constatou-se que a qualidade da água deste rio conserva-se BOA ao longo do tempo.

Nos pontos 8, 9 e 10, córrego Baile IQA_{Cetesb} apresentou qualidade oscilando entre BOA a REGULAR, observando que este corpo hídrico recebe o aporte de poluição difusa proveniente do deflúvio superficial rural a montante do ponto 8 e recebe aporte de águas residuárias industriais a jusante dos pontos 9 e 10.

Para os corpos d'água objeto deste estudo verificou-se que apesar de todo o aporte de cargas residuárias industriais, esgoto doméstico, deflúvios superficiais rural, faltas de práticas conservacionistas de solo, uso indisciplinado de agrotóxicos, ausência adequada de destinação final para o lixo urbano e desmatamento das margens dos corpos hídricos a qualidade da água foi considerada boa. Fato este que deve estar relacionado às condições hidrológicas favoráveis a autodepuração. Ressaltando que o índice de abastecimento público IQA_{Cetesb} apresenta melhor resultados da qualidade da água por não contemplarem no seu cálculo os parâmetros metais e compostos orgânicos (trihalometanos).

Para o Índice de Abastecimento Público IQA_{IAP} o parâmetro potencial de formação de trihalometanos (PFTHM) não foi considerado nos cálculos em virtude da não realização por motivos orçamentais.

O Índice de Abastecimento Público IQA_{IAP} qualificou as águas dos corpos hídricos estudados na maioria das campanhas realizadas como PÉSSIMA, portanto as águas destes corpos d'água são impróprias para abastecimento público sem tratamento prévio em função da determinação dos metais: Cádmio, Chumbo, Manganês e Níquel em desconformidade com os padrões da Resolução CONAMA 357/2005, classe 2 e 3 em todos os pontos analisados. O metal Cromo foi detectado uma única vez para os pontos: 1, 2 e 4 com valores acima do limite legal, classe 2; Nos pontos 3 e 5 o cromo permaneceu sob controle; Para os pontos 6 e 7 não foi detectado sua presença; Nos pontos 8, 9, 10 e 11 foi identificada a presença de cromo em desconformidade com os padrões legais, observando que no ponto 10 registrou-se em agosto/2005 concentração máxima de 4,180 mg.L⁻¹ para o referido metal, sua presença deve ser proveniente do efluente gerado pelo curtume, considerando que no processo de curtimento de peles utiliza-se sais de cromo trivalente. Apesar da indústria do couro tratar seu efluente com tecnologia eficiente para recuperação de cromo, constata-se diante das concentrações obtidas, que o tratamento pode não estar sendo adequado diante dos valores determinados em desconformidade com os limites estipulados pela legislação CONAMA 357/2005.

Ressaltando-se que a presença destes metais em concentrações significativas podem interferir nas condições hídricas, podendo em pequenas porções ser letais a determinados organismos aquáticos, podendo atingir o ser humano via cadeia alimentar e causar-lhe diversas doenças.

Recomenda-se ação de controle da poluição, principalmente uma redução da carga orgânica dos efluentes industriais, com especial atenção ao controle e tratamento de efluentes líquidos, considerando que qualquer desconformidade pode colaborar para a dispersão de contaminantes nos corpos receptores comprometendo toda a comunidade aquática.

Recomenda-se a continuidade do programa de monitoramento dos córregos Água Boa e Baile, bem como nos demais corpos hídricos pertencentes à sub-bacia do rio Ivinhema, devendo ser analisados metais em águas, sedimentos, peixes e macrófitas.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 20th edition, Washington, 1998.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological Profile for lead.** Atlanta, G.A: U.S.Department of Health and Human Services, 1999.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils.** New York: John wiley & Sons, 1990.

ALLOWAY, B. J.; AYRES, D. C. **Chemical principles of environmental Pollution.** London: Chapman & Hall, 1993.

ALVES, F. L. et al. Lapa Emprego da amostragem de suspensão na determinação de Cu e Zn em Antártica e Ni em sedimentos de rio por espectrometria de absorção atômica com chama. **Química Nova**, v.24, n.6, p. 756-760, 2001.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil.** Ministério do Meio-Ambiente / Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos / Agencia Nacional de Águas. Cadernos de recursos hídricos 1. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda.,2005.

ANDRADE, C. A.; MATTIAZZO, M. E. Nitratos e metais pesados no solo e nas árvores após aplicação de biossólido (lodo de esgoto) em plantações florestais de *Euclyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n.58, p. 59-72, dez. 2000.

BATALHA, B. H. L. **Controle da Qualidade de Água para Consumo Humano: Bases Conceituais e Operacionais.** São Paulo: Editora CETESB, 1993.

BRANCO, S. M. et al. **Hidrologia ambiental.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: ABRH, 1991.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB, 1986.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Ecologia: Educação Ambiental. Ciências do Ambiente para universitários**. São Paulo: CETESB, 1980.

BRIGDEN, K.; STRINGER, R.; LABUNSKA, I. **Poluição por organoclorados e metais associada ao fundidor de ferro da Gerdau em sapucaia do Sul**. Brasil, 2000.

BRASIL. **Resolução Conama nº 357**, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

BRASIL. **Lei n. 9.433**: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: 1997. Diários Oficiais da União, 08 jan. 1997.

BRAYNER, F.M.M. **Determinação de taxas de retenção de metais-traço por sedimentos orgânicos em um viveiro de piscicultura em área estuarina e urbana**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Carlos, 1998.

BRYAN, G.W. AND LANGSTON, W.J. **Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review**. Environmental Pollution, (1992).

CASTRO, N. **Cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel nos rios do Estado de São Paulo e em peixes do rio Sorocaba**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista Centro de estudos Ambientais. São Paulo, 2002.

CETESB, São Paulo. **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. Coord. Edmundo Garcia Agudo et al. São Paulo: CETESB, 1988.

DERISIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. São Paulo: CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1992.

DIAS, C. A. **Avaliação da qualidade das águas superficiais na microbacia do Rio Dourados utilizando o índice de qualidade das águas IQA-NSF**, Campo Grande, 2003. 25p. (Monografia de Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, UFMS).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sub-bacia hidrográfica do rio Ivinhema: aspectos físicos, sócio políticos e bioecológicos**. Dourados, MS, Embrapa/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1988.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo. EPU: Springer: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, F.V. **Avaliação da contaminação do solo por metais provenientes de indústrias recicladoras de chumbo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru, 2004.

FÖRSTNER, O.; WITTMANN, G.T.H. **Metal pollution in the aquatic environment**. Springer-Verlag, 1983.

FORTES, E. **Geomorfologia do baixo curso do rio Ivinhema, MS: uma abordagem morfogenética e morfoestrutural**. Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: [s.n.], 2003. 209 p.

GONÇALVES, E. P. R.; BOAVENTURA, R. A. R. ; MOUVET, C. **Sediments and aquatic mosses as pollution indicators for heavy metals in the Ave river basin (Portugal)**. The Science of the Total Environment, 114 (1992) p. 7-14.

GOYER, R.A. **Lead toxicity: current concerns**. Environmental Health Perspectives, (1993).

GREENBERG, A. E. et al. **Standard Methods for the Examination of water and Wastewater**. 20 th Edition. APHA, AWWA, WEF. Estados Unidos da América, 1998.

LEITE, M. A. **Análise do aporte da taxa de sedimentação e da conservação de metais na água, plâncton e sedimento do Reservatório de Salto Grande, Americana, SP**. São Carlos, 2002. 199 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MAHAN, B. M.; MYERS, J. R. **Química um curso universitário**. Ed. EdgarBlücher, 1987.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1998.

MATO GROSSO DO SUL. Decreto Estadual nº 1.067, de 5 de julho de 1990, dispõe sobre o conselho Estadual de Controle Ambiente (CECA), **Deliberação CECA nº 003, de 20 de junho de 1997**, sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul, as quais estão enquadradas e classificadas na Classe 2.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Centro de Controle Ambiental. **Manual de normas e procedimentos do Laboratório de Análises Físico-Químicas**. Campo Grande, MS, 1994.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade ambiental. Divisão Centro de Controle ambiental. **Microbacia Hidrográfica do rio Dourados: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas**. Campo Grande, MS, 2000.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Planejamento, Ciência e Tecnologia. **Referencial Hidrográfico de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, MS: SEPLAN-MS, 1994.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN. **Atlas multireferencial: Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 1990. 27 p.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. **Dados sobre os municípios**. Seplanct, Banco de dados do Estado – BDE/MS. Disponível em: <http://www.ms.gov.br>. Acesso em: 09 set. 2005.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Instituto de Meio Ambiente Pantanal. Gerência de Recursos Hídricos. **Bacia do Rio Ivinhema – Diagnóstico Hidroambiental e Socioeconômico 2004-2005**. Campo Grande – MS, 2006.

OLIVEIRA, D. M. **Avaliação de metais na microbacia do Rio Dourados em águas e sedimentos**. Campo Grande, 2003. 28p. (Monografia de Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, UFMS).

OLIVEIRA, H.; URCHER, M. A.; FIETZ, C. F. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

PEREIRA, S. R. F. **Metais pesados nas sub-bacias hidrográficas de Poconé e Alta Floresta**. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 1995.

PORTO, M.A.; BRANCO, S.M.; DE LUCA, S.J. Caracterização da Qualidade da Água. Em: **Hidrologia Ambiental**, Porto, R. L. L. (org.) Porto Alegre: ABRH, 1991.

RAND, G.M.; PETROCELLI, S.R. **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and application**. London, Hemisphere Publishing Corporation, 1985.

RODRIGUES, M.L.K. **Diagnóstico da poluição por elementos traço no sedimento da bacia hidrográfica do rio Caí, RS**. Porto alegre, 1997.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1981.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia**, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SODRÉ, F. F.; LENZI, E.; COSTA, A. C. S. Utilização de modelos físico-químicos de Adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. **Química Nova**, v.24, n.3, p.324-330, 2001.

SOUZA FILHO, E.E.; STEVAUX, J.C. **O componente físico da Planície Alagável do Alto Rio Paraná**. O componente físico da planície alagável do alto rio Paraná: Geomorfologia e hidrologia. Universidade Estadual de Maringá, Nupelia/Peld. Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura. Curso de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Atividades de pesquisa. Componente físico. Relatório 2001. Disponível em: <http://www.peld.uem.br>. Acesso em: 04 de julho de 2005.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 2.ed. Minas Gerais: UFMG: DESA, 1996.

STUMM, W. **Chemistry of the solid-water interface: processes at the mineral-water and particle-water interface in natural systems**. Ed. Hohn Wiley & Sons, 1992.

THUVANDER, A. **Cadmium exposure of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson: effects on immune functions**. J. Fish Biol, (1989).

WERSHAW, R. L. **Model for humus in soils and sediments**. **Environ. Sci. Techn.**, v.27, 1993.

WINTER, M. **WebElements, The Periodic Table on the WWW Arsenic, Cadmium, Copper, Chromium, Lead, Merecury, Nickel.** 2002. Disponível em: <http://www.webelements.com>. Acesso em: 19/11/2002.

ANEXO I

Resultados das análises dos onze pontos de coletas

TABELA 1 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Água Boa – nascente, ponto 1, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	24	22	21		19	23	27	30		17	29	14
		357												
		CLASSE 2	14:35	09:00	08:45		09:15	08:27	10:55	08:40		13:40	09:30	08:20
Temp. água	°C		27	20	23		25	19	18	23		22	26	24
pH		6,0 a 9,2	6,98	5,8	5,81		6,18	5,98	6,23	5,8		5,55	6,82	5,84
OD	mg.L ⁻¹	5	6,01	4	*		4,5	4,6	5,2	4,4		4	2,1	4,7
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	1	1	N.D		1	N.D	1	1		1	1	2
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	500	500	110		40	< 2	1400	20		9000	1700	300
N. Total	mg.L ⁻¹		0,56	0,63	0,93		0,66	0,93	3,76	0,28		0,94	0,91	0,73
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,065	N.D	N.D		0,040	0,094	0,057	N.D		0,103	0,026	0,014
Res. Total	mg.L ⁻¹		76	58	70		75	55	96	71		97	120	161
Turbidez	UNT	100	2,86	3,40	1,50		13,50	*	*	1,29		32,20	3,94	3,12
	IQA		75	62	69		73	76	62	73		48	54	67
Chuvas			S	N	N		N	N	N	N		S	N	N
Temp. ar	°C		32	27	25		29	19	21	28		24	29	26
Cond. Espec.	µS/cm		43,00	83,10	*		*	*	*	*		*	*	*
DQO	mg.L ⁻¹		1	N.D	5		3	1	4	1		16	4	4
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		N.D	N.D	0,02		N.D	N.D	0,01	N.D		0,02	0,02	0,01
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		*	*	*		0,01	*	0,08	0,06		0,03	0,08	0,01
N. Nitrato	mg.L ⁻¹		0,44	0,61	0,52		0,59	0,84	3,55	0,21		0,42	0,62	0,59
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	N.D	N.D	N.D		N.D	N.D	N.D	N.D		0,01	N.D	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹		0,12	0,02	0,41		0,07	0,09	0,21	0,07		0,51	0,29	0,14
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		73	35	60		52	53	88	61		74	88	105
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		26	23	10		23	2	8	10		23	32	56
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	21,8	41,5	*		*	*	*	*		*	*	*
Transparência	cm		70	50	30		45	30	30	40		45	40	40
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Alúminio	mg.L ⁻¹		*	0,260	0,456		0,281	1,433	0,354	0,252		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,010	0,012	0,009		0,004	N.D	0,025	0,010		0,028	0,003	0,003
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,030	0,113	0,088		0,059	0,039	0,053	0,103		0,101	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,010	N.D	N.D		N.D	N.D	N.D	N.D		N.D	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,018	0,016	0,014		0,045	0,065	N.D	0,001		0,038	0,030	0,025
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	1,474	2,030	1,302		1,424	0,554	0,997	0,961		3,273	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	0,016	0,104	0,060		0,057	0,023	0,024	0,023		0,152	0,055	0,008
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,010	0,010	0,060		0,050	0,024	0,050	0,020		N.D	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,080	0,126	0,049		0,028	0,023	0,109	0,018		0,013	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 2 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Água Boa - montante do abatedouro de aves, **ponto 2**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	24	22	21		19	23	27	30		17	29	14
		357												
		CLASSE 2	14:35	09:00	08:45		09:15	08:27	10:55	08:40		13:40	09:30	08:20
Temp. água	°C		25	29	23		22	19	15	23			28	25
pH		6,0 a 9,2	7,26	6,74	6,74		6,76	6,86	6,84	6,7			6,68	6,51
OD	mg.L ⁻¹	5	5	4,6	*		3,5	4,3	5,6	4			1,9	5,5
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	9	6	7		6	7	8	9			9	13
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	30000	3000	5000		2200	9000	9000	17000			30000	300.000
N. Total	mg.L ⁻¹		3,36	7,88	8,36		27,49	26,49	8,79	19,21			16,73	5,43
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,661	0,458	0,476		0,138	5,512	3,088	0,591			0,391	0,667
Res. Total	mg.L ⁻¹		114	134	180		275	239	301	288			277	191
Turbidez	UNT	100	205,00	10,40	9,10		124,00	*	*	17,60			52,30	67,50
	IQA		36	51	47		36	31	34	38			31	35
Chuvas			S	N	N		N	N	N	N			N	N
Temp. ar	°C		28	22	24		27	19	15	31			28	25
Cond. Espec.	µS/cm		171,20	209,00	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		74	6	8		24	20	11	14			51	22
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,03	0,33	0,3		0,32	0,18	0,94	0,39			0,18	0,18
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		0,35	1,8	1		20,79	3,81	4,98	9,58			2,6	0,73
N. Nitrato	mg.L ⁻¹		1,09	4,89	2,39		3,01	2,77	5,15	1,76			3,75	1,23
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,08	0,22	0,36		0,29	0,27	0,38	0,43			0,26	0,46
N. K. Total	mg.L ⁻¹		2,19	2,77	5,61		24,19	23,45	3,26	17,02			12,72	3,74
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		85	81	158		219	187	265	218			273	179
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		29	53	22		56	65	36	70			4	12
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	83,70	104,00	*		*	*	*	*			*	*
Transparência	cm		5	60	40		20	30	40	40			5	20
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Alumínio	mg.L ⁻¹		*	1,130	0,999		1,610	1,893	1,582	3,105		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,024	0,008	0,013		0,004	N.D	0,007	0,037		*	0,006	0,005
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,101	0,106	0,098		0,054	0,097	0,050	0,110		*	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,030	N.D	N.D		0,020	0,110	N.D	N.D		*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,082	0,030	0,029		0,061	0,084	0,015	0,012		*	0,061	0,056
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	23,350	3,178	3,215		8,155	3,876	2,748	2,885		*	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	0,452	0,167	0,176		0,319	0,385	0,165	0,407		*	0,093	0,151
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,030	0,010	0,060		0,050	0,050	0,040	0,040		*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,158	0,072	0,078		0,072	0,035	0,053	0,026		*	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 3 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Água Boa - a jusante do abatedouro de aves, **ponto3**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES CONAMA	JAN 24	FEV 22	MAR 21	ABR	MAI 19	JUN 23	JUL 27	AGO 30	SET	OUT 17	NOV 29	DEZ 14
		357												
		CLASSE 2	14:35	09:00	08:45		09:15	08:27	10:55	08:40		13:40	09:30	08:20
Temp. água	°C		25	29	23		23	19	15	23		22	25	24
pH		6,0 a 9,2	7,42	6,89	6,84		7,16	7,25	7,16	6,75		6,42	5,9	6,84
OD	mg.L ⁻¹	5	4,9	4,4	*		3,4	4,6	3,0	3,2		4	3,6	5,3
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	7	6	6		5	10	15	13		10	13	6
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	13000	5000	8000		30000	50000	90000	30000		80000	50000	30.000
N. Total	mg.L ⁻¹		2,11	21,02	48,79		62,68	25,40	191,07	14,93		12,66	12,58	6,58
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,708	3,408	0,428		1,094	2,782	6,222	0,890		1,740	0,357	0,29
Res. Total	mg.L ⁻¹		130	171	175		305	247	1269	203		282	261	221
Turbidez	UNT	100	98,20	13,60	17,60		95,00	*	*	18,20		148,00	109,00	48,20
	IQA		42	38	38		26	28	15	32		25	28	44
Chuvas			S	N	N		N	N	N	N		S	N	N
Temp. ar	°C		29	22	24		29	19	17	31		22	26	25
Cond. Espec.	µS/cm		206,00	272,00	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		24	11	13		27	31	25	18		39	48	24
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,14	2,2	1		0,73	2,66	1,35	0,57		0,28	0,16	0,15
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		1,72	5,9	14		10,12	9,49	32,56	11,55		1,12	9,21	0,04
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,22	4,3	3,02		3,18	3,19	5,46	0,93		1,6	2,21	2,45
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,11	0,22	0,36		0,37	0,41	0,29	0,46		0,07	0,26	0,26
N. K. Total	mg.L ⁻¹		1,78	16,50	45,41		59,13	21,80	185,32	13,54		10,99	10,11	3,87
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		110	99	160		219	187	1079	105		235	250	145
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		20	72	15		56	60	190	98		47	11	76
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	108,00	136,00	*		*	*	*	*			*	*
Transparência	cm		30	60	40		20	40	40	20		5	10	20
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Alumínio	mg.L ⁻¹		*	1,308	0,867		2,600	1,705	2,213	3,329		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,017	0,014	0,015		N.D	N.D	0,011	0,012		0,03	0,007	0,006
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,092	0,161	0,142		0,037	0,04	0,086	0,120		0,115	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,03	N.D	N.D		0,01	0,01	0,004	N.D		N.D	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,062	0,028	0,051		0,077	0,075	0,017	0,011		0,080	0,084	0,085
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	11,930	2,769	3,096		5,534	3,359	2,371	3,021		23,245	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,1	0,277	0,204	0,183		0,280	0,230	0,206	0,338		0,393	0,388	0,171
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,020	0,050	0,080		0,060	0,030	0,050	0,050		0,030	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,122	0,082	0,080		0,054	0,070	0,031	0,032		N.D	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 4 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Água Boa - na foz, **ponto 4**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES CONAMA	JAN 19	FEV 21	MAR 21	ABR	MAI 18	JUN 27	JUL 20	AGO 16	SET 21	OUT 20	NOV 24	DEZ 6
		357												
		CLASSE 2	11:15	09:30	09:50		10:30	14:30	11:00	10:00	12:30	12:30	13:00	11:30
Temp. água	°C		26	24	23		22	20	14	18	20	22	22	22
pH		6,0 a 9,2	6,21	6,50	6,59		6,82	6,55	6,68	6,4	6,57	6,49	6,55	6,4
OD	mg.L ⁻¹	5	5,4	7,1	4,3		4,2	7,0	5,9	4,4	5,5	6,2	6,8	2,7
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	3	N.D	7		7	9	5	8	4	7	2	6
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	50000	500	230		130	300	5000	70	300	1600	800	160.000
N. Total	mg.L ⁻¹		0,73	5,57	2,35		7,24	13,65	4,48	2,54	7,01	2,62	2,59	4,81
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,288	0,312	0,441		0,309	0,438	0,322	0,367	1,244	0,532	1,099	0,187
Res. Total	mg.L ⁻¹		103	122	156		143	137	54	245	149	205	205	203
Turbidez	UNT	100	150,00	12,20	18,20		7,42	7,16	11,70	11,40	5,74	28,00	13,30	183,00
	IQA		40	66	55		56	56	52	55	53	54	56	29
Chuvas			N	N	N		N	N	N	N		S	S	N
Temp. ar	°C		30	29	26		29	25	16	26	24	22	21	23
Cond. Espec.	µS/cm		106,70	178,90	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		17	4	7		7	9	10	10	6	14	8	30
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,18	0,19	0,31		0,26	0,43	0,37	0,43	0,18	0,21	0,34	0,17
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		0,03	0,33	N.D		0,26	5,36	0,78	0,13	0,01	0,39	1,3	0,12
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,08	4,44	2,03		5,19	3,21	3,08	2,11	2,93	1,47	0,95	3,94
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,01	0,03	0,32		0,19	0,30	0,23	0,25	0,23	0,08	0,30	0,08
N. K. Total	mg.L ⁻¹		0,64	1,10	N.D		1,86	10,14	1,17	0,18	3,85	1,07	1,34	0,79
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		98	62	83		128	105	43	160	100	185	186	179
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		5	60	73		15	32	11	85	49	20	19	24
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	53,40	89,40	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Transparência	cm		10	60	80		70	40	90	50	45	40	25	5
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Alumínio	mg.L ⁻¹		*	*	1,174		*	1,478	1,752	*		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,010	0,012	0,009		0,004	N.D	0,025	0,010		0,028	0,003	0,003
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,030	0,113	0,088		0,059	0,039	0,053	0,103		0,101	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,010	N.D	N.D		N.D	N.D	N.D	N.D		N.D	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,018	0,016	0,014		0,045	0,065	N.D	0,001		0,038	0,030	0,025
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	1,474	2,030	1,302		1,424	0,554	0,997	0,961		3,273	*	*
Manganes	mg.L ⁻¹	0,100	0,016	0,104	0,060		0,057	0,023	0,024	0,023		0,152	0,055	0,008
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,010	0,010	0,060		0,050	0,024	0,050	0,020		N.D	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,080	0,126	0,049		0,028	0,023	0,109	0,018		0,013	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 5 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do rio Dourados - a montante da foz do córrego Água Boa, **ponto 5**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	19	21	21		18	27	20	16	21	20	24	6
		357												
		CLASSE 2	10:45	09:00	09:30		09:40	15:20	09:50	09:34	10:30	09:15	12:10	10:30
Temp. água	°C		24	23	22		22	20	14	17	20	22	21	25
pH		6,0 a 9,2	6,57	6,68	6,69		7,00	6,91	6,92	6,88	6,71	6,20	6,51	6,05
OD	mg.L ⁻¹	5	6	8,4	7,3		7,9	8,6	8,6	8,2	8,6	8,8	7,7	4,8
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	1	N.D	N.D		1	1	1	1	N.D	1	1	2
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	5.000	130	800		20	70	40	40	300	500	110	9.000
N. Total	mg.L ⁻¹		0,74	0,61	11,13		0,32	0,65	0,56	0,27	0,49	0,94	0,43	1,64
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,15	0,076	0,072		0,051	0,065	0,101	0,057	0,068	0,262	0,083	0,265
Res. Total	mg.L ⁻¹		127	45	59		94	62	51	41	90	122	221	205
Turbidez	UNT	100	60,80	23,50	24,00		14,00	21,60	20,10	12,20	7,73	122,00	46,40	85,80
	IQA		58	77	66		85	69	80	82	77	55	72	47
Chuvas			N	N	N		N.D	N	S	N	N	N	S	N
Temp. ar	°C		30	27	26		24	25	14	27	26	22	23	24
Cond. Espec.	µS/cm		41,00	49,20	*		*	*	*	*	*	*	*	*
DQO	mg.L ⁻¹		17	4	4		4	2	3	9	3	25	14	22
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,07	0,03	0,01		0,02	0,05	N.D	0,03	0,03	0,15	0,06	0,14
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		0,02	0,08	N.D		N.D	0,08	0,02	N.D	0,04	0,1	N.D	N.D
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,16	0,13	0,14		0,16	0,16	0,4	0,08	0,05	0,26	0,16	1,14
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,01	N.D	N.D		N.D	0,01	N.D	ND	0,01	0,01	0,01	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹		0,57	0,48	10,99		0,16	0,48	0,16	0,19	0,43	0,67	0,26	0,5
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		115	27	39		65	42	26	21	50	109	161	166
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		12	18	20		29	20	25	20	40	13	60	39
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	20,6	24,5	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Transparência	cm		20	60	35		60	30	100	90	90	10	30	5
Cor	mg Pt/L	75	10	5	5		*	*	5	*	5	*	5	10
Aluminio	mg.L ⁻¹		*	*	1,867		*	1,805	2,372	*	*	*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	*	*	0,011			N.D	0,01	*	0,013	0,030	0,010	0,003
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	*	*	0,093		*	0,053	0,005	*	0,066	0,107	0,267	0,1
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	*	*	0,020		*	N.D	N.D	*	N.D	N.D	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		*	*	0,022		*	0,023	0,017	*	0,023	0,072	0,040	0,102
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	*	*	4,199		*	4,440	3,179	*	2,393	*	*	*
Manganes	mg.L ⁻¹	0,100	*	*	0,045		*	0,033	0,033	*	0,028	0,281	0,323	0,026
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	*	*	0,070		*	0,05	0,040	*	N.D	0,02	N.D	N.D
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	*	*	0,074		*	0,001	0,096	*	N.D	N.D	0,089	0,029

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 6 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do rio Dourados - a jusante da foz do córrego Água Boa, **ponto 6**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES CONAMA 357 CLASSE 2	JAN 19 11:35	FEV 21 10:00	MAR 21 10:15	ABR	MAI 18 10:05	JUN 27 14:50	JUL 20 10:40	AGO 16 10:20	SET 21 12:00	OUT 20 10:05	NOV 24 12:50	DEZ 6 11:05
Temp. água	°C		26	23	21		23	19	14	17	20	22	20	25
pH		6,0 a 9,2	6,48	6,67	6,78		7,25	6,87	6,89	6,9	6,8	6,28	6,48	6,01
OD	mg.L ⁻¹	5	4,1	8,3	7,1		7,3	8,4	8,2	8,0	8,5	7,4	7,4	4,7
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	1	N.D	1		N.D	2	2	N.D	N.D	2	6	3
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	16.000	130	220		20	170	1.100	40	170	300	40	2.800
N. Total	mg.L ⁻¹		0,8	0,67	0,47		0,75	0,77	0,52	0,39	0,68	1,04	0,34	0,32
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,216	0,185	0,042		0,089	0,046	0,157	0,073	0,054	0,364	0,142	0,175
Res. Total	mg.L ⁻¹		139	58	78		52	57	64	82	98	94	196	196
Turbidez	UNT	100	67,30	24,70	24,00		12,10	20,70	20,70	12,30	7,64	121,00	36,90	92,80
	IQA		47	75	75		84	76	68	82	79	54	70	50
Chuvas			N	N	N		N.D	N	N	N	N	N	S	N
Temp. ar	°C		30	29	27		27	25	16	26	27	22	22	24
Cond. Espec.	µS/cm		43,60	51,90	*		*	*	*	*	*	*	*	*
DQO	mg.L ⁻¹		17	29	7		2	5	4	1	1	26	11	22
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,08	0,05	0,05		0,02	0,04	0,03	0,03	0,05	0,17	0,07	0,13
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		0,06	0,08	0,04		0,08	0,16	0,1	N.D	0,07	0,13	0,05	0,01
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	10	0,21	0,21	0,25		0,33	0,26	0,47	0,20	0,25	0,26	0,13	0,25
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,02	0,01	0,01		0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹		0,57	0,45	0,21		0,41	0,49	0,44	0,18	0,42	0,77	0,2	0,07
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		132	46	46		35	47	52	46	59	59	185	108
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		7	12	32		17	10	12	36	39	35	11	88
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	21,8	25,9	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Transparência	cm		20	40	45		70	30	90	100	95	10	25	5
Cor	mg Pt/L	75	10	5	5		*	*	5	*	5	5	5	10
Alumínio	mg.L ⁻¹		*	*	2,074		*	1,794	1,777	*	*	*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	*	*	0,012		*	N.D	0,010	*	0,017	0,009	0,008	0,003
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	*	*	0,118		*	0,067	0,011	*	0,055	0,023	0,266	0,127
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	*	*	N.D		*	N.D	N.D	*	N.D	*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		*	*	0,030		*	0,050	0,010	*	0,014	0,107	0,055	0,079
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	*	*	4,703		*	3,821	2,651	*	2,924	*	*	*
Manganes	mg.L ⁻¹	0,100	*	*	0,051		*	0,032	0,026	*	0,028	0,390	0,141	0,013
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	*	*	0,060		*	0,040	0,030	*	0,010	*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	*	*	0,08		*	0,059	0,075	*	N.D	0,073	0,121	0,014

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 7 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do rio Dourados - Na foz, **ponto 7**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA		23			18		21	17	21	19	22	8
		357		13:40			11:50		11:45	11:50	13:20	10:10	13:05	09:50
Temp. água	°C			26			22		15	21	19	20	25	26
pH		6,0 a 9,2		6,73			6,86		6,91	7,2	6,77	6,32	6,26	6,04
OD	mg.L ⁻¹	5		5,8			8,9		7,9	7,9	7,8	8,6	7,8	3,9
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5		1			N.D		1	1	2	2	1	4
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000		800			40		70	300	20	11.000	210	1.100
N. Total	mg.L ⁻¹			0,65			0,52		0,65	0,47	0,77	1,24	0,49	1,18
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025		0,098			0,041		0,093	0,064	0,080	0,207	0,176	0,369
Res. Total	mg.L ⁻¹			80			53		141	144	102	96	137	148
Turbidez	UNT	100		22,60			32,00		12,50	8,66	12,50	51,30	83,10	73,60
	IQA			69			82		78	76	81	55	67	48
Chuvas				N			N		N	N	N	S	N	N
Temp. ar	°C			32			25		18	28	29	24	29	28
Cond. Espec.	µS/cm			*			*		*	*	*	*	*	*
DQO	mg.L ⁻¹			5			7		2	2	6	26	27	26
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹			0,03			0,04		0,06	0,03	0,02	0,14	0,16	0,18
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹			0,04			0,07		0,02	N.D	0,02	0,09	0,09	0,03
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10		0,30			0,35		0,29	0,28	0,18	0,25	0,15	0,025
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1		0,01			0,01		N.D	0,01	0,01	0,02	N.D	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹			0,34			0,16		0,36	0,18	0,58	0,97	0,34	0,93
Res. Fixo	mg.L ⁻¹			66			44		101	12,6	60	76	71	87
Res. Volátil	mg.L ⁻¹			14			9		40	18	42	20	66	41
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500		*			*		*	*	*	*	*	*
Transparência	cm			50			55		60	80	40	35	20	35
Cor	mg Pt/L	75		5			5		5	5	*	5	5	5
Aluminio	mg.L ⁻¹		*	*			1,176	*	1,873	1,006	*	*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	*	*	*		N.D	*	0,023	0,010	0,016	0,022	0,011	0,007
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	*	*	*		0,038	*	0,048	0,086	0,045	0,083	0,331	0,35
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	*	*	*		N.D	*	N.D	N.D	N.D	N.D	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		*	*	*		0,102	*	0,007	0,007	0,015	0,051	0,074	0,08
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	*	*	*		4,561	*	3,218	1,88	3,062	2,325	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	*	*	*		0,069	*	0,030	0,012	0,043	0,153	0,101	0,013
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	*	*	*		0,050	*	0,030	0,040	N.D	0,01	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	*	*	*		0,071	*	0,148	0,103	N.D	0,018	0,084	0,065

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 8 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Baile - a montante Frigorífico, **ponto 8**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	31	28	29		24	29	19	18		26	23	7
		357												
		CLASSE 2	12:00	10:50	*		13:20	11:35	11:30	10:35		10:30	09:45	12:30
Temp. água	°C		24	26	*		16	20	15	20		23	24	23
pH		6,0 a 9,2	6,02	5,86	5,99		5,73	5,89	5,96	5,89		5,54	5,71	5,01
OD	mg.L ⁻¹	5	6,2	3,8	*		8,9	*	8,0	7		6,4	7,8	6
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	1	1	1		1	1	1	1		1	1	1
Colif.ormes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	800	1700	300		1400	30000	1300	3000		23000	130	16.000
N. Total	mg.L ⁻¹		0,34	0,12	0,14		0,16	0,49	0,03	1,23		2,07	0,58	0,28
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,074	0,063	0,087		0,035	0,172	0,208	2,420		0,216	0,472	0,548
Res. Total	mg.L ⁻¹		36	193	153		94	82	55	163		128	166	110
Turbidez	UNT	100	16,90	11,70	*		12,80	187,00	8,70	10,00		57,10	15,40	40,50
	IQA		67	57	70		66	43	65	49		47	66	44
Chuvas			N	N	*		S	N	N	N		N	N	N
Temp. ar	°C		32	30	*		24	23	13	23		25	26	25
Cond. Espec.	µS/cm		*	*	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		9	4	5		4	26	3	7		15	3	17
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,03	0,01	0,02		0,02	0,05	N.D	0,04		0,12	0,07	0,09
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		0,04	N.D	0,04		N.D	N.D	0,02	0,02		1,02	0,12	0,09
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,04	N.D	N.D		0,15	0,03	N.D	0,03		0,04	0,04	0,12
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,01	0,01	N.D		0,01	N.D	N.D	0,01		N.D	N.D	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹		0,29	0,11	0,14		N.D	0,46	0,03	1,19		2,03	0,54	0,16
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		53	149	113		67	71	35	136		81	155	69
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		26	44	40		27	11	20	27		47	11	41
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*
Transparência	cm		40	35	*		50	5	70	20		20	60	20
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Aluminio	mg.L ⁻¹		*	1,719	0,698		1,401	2,750	1,007	0,835		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,013	0,023	0,012		N.D	0,019	0,004	0,006		0,007	0,012	0,004
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,055	0,231	0,078		0,025	0,106	N.D	0,066		*	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,010	0,010	N.D		0,010	N.D	N.D	N.D		*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,007	0,024	0,013		0,072	0,034	0,018	0,030		0,040	0,020	0,043
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	3,140	4,231	2,098		1,902	3,418	1,458	3,728		*	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	0,064	0,081	0,041		0,051	0,099	0,034	0,061		0,142	N.D	N.D
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,030	0,030	0,050		0,030	0,030	0,040	0,040		*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,079	0,168	0,095		0,092	0,100	0,077	0,033		*	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 9 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Baile - a jusante Frigorífico, **ponto 9**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	31	28	29		24	29	19	18		26	23	7
		357												
		CLASSE 2	12:45	11:20	*		14:00	12:00	11:15	11:30		11:00	10:20	11:50
Temp. água	°C		24	26	*		16	20	15	20		23	24	23
pH		6,0 a 9,2	5,92	5,95	6,12		6,04	6,28	6,42	6,36		5,7	5,74	5,3
OD	mg.L ⁻¹	5	4	4	*		8,8	*	7,6	6,4		6,4	7,9	5,8
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	1	2	2		2	2	2	2		2	1	1
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	800	5000	700		3000	30000	800	5000		1300	220	800
N. Total	mg.L ⁻¹		6,43	0,87	1,15		8,55	9,20	4,07	18,42		1,58	0,81	1,02
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,181	0,147	3,541		0,778	0,35	0,518	1,181		0,175	0,602	0,803
Res. Total	mg.L ⁻¹		61	64	69		162	111	53	162		105	177	210
Turbidez	UNT	100	17,00	12,30	*		13,20	178,00	8,87	2,67		55,70	20,50	39,10
	IQA		55	53	50		53	39	61	47		58	63	51
Chuvas			N	N	*		S	N	N	N		N	N	N
Temp. ar	°C		32	30	*		24	23	15	22		26	27	26
Cond. Espec.	µS/cm		*	*	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		6	6	8		8	22	4	10		16	1	20
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,13	0,1	0,23		0,16	0,17	0,12	0,25		0,16	0,05	0,16
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		2,64	N.D	0,8		1,85	3,42	1,46	1,56		1,22	0,04	0,41
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,1	0,07	0,03		0,23	0,04	N.D	0,05		0,03	0,04	0,05
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,06	0,02	0,04		0,02	0,02	0,02	0,03		0,01	0,01	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹		6,27	0,78	1,08		8,3	9,14	4,05	18,34		1,54	0,76	0,97
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		33	39	63		89	58	39	136		60	146	170
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		28	25	6		73	53	14	27		45	31	40
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*
Transparência	cm		40	35	*		50	5	55	40		20	30	30
Cor	mg Pt/L	75	*	5	5		*	*	*	*		*	*	*
Alumínio	mg.L ⁻¹		*	1,581	0,705		1,237	2,971	0,794	1,510		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,080	0,024	0,014		N.D	0,018	0,025	0,007		0,003	0,011	0,005
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	0,012	0,250	0,111		0,023	0,091	0,118	0,060		*	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,020	N.D	N.D		0,010	1,010	N.D	N.D		*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,004	0,011	0,012		0,067	0,028	0,030	0,019		0,068	0,027	0,082
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	4,315	4,304	2,091		2,500	2,568	1,114	3,164		*	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	0,054	0,094	0,183		0,103	0,084	0,040	0,066		0,147	N.D	N.D
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,020	0,040	0,070		0,040	0,030	0,050	0,040		*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,083	0,109	0,078		0,135	0,092	0,116	0,024		*	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 10 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do córrego Baile - a jusante Curtume, ponto 10, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		CONAMA	31	28	29		24	29	19	18		26	23	7
		357												
		CLASSE 2	13:15	10:00	*		14:07	10:25	10:20	12:10		12:10	10:55	10:40
Temp. água	°C		25	26	*		18	20	15	20		24	24	23
pH		6,0 a 9,2	5,84	6,75	6,15		6,32	6,30	6,68	6,86		5,63	6,16	5,67
OD	mg.L ⁻¹	5	2,8	6,2	*		7,5	*	8,8	7,2		6,4	7,5	6,1
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5	2	10	2		3	3	2	2		2	2	2
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	1700	3000	140000		5000	90000	1100	3000		2300	1700	1.100
N. Total	mg.L ⁻¹		3,19	19,24	3,23		21,99	41,62	26,06	26,91		0,91	0,84	9,55
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025	0,178	0,167	5,640		1,061	0,744	0,210	5,161		0,192	0,044	0,222
Res. Total	mg.L ⁻¹		33	80	69		89	359	61	292		90	106	185
Turbidez	UNT	100	18,80	26,30	*		28,40	299,00	11,20	2,57		52,20	15,60	38,70
	IQA		49	51	36		46	30	59	43		55	67	55
Chuvas			N	N	*		S	N	N	N		N	N	N
Temp. ar	°C		33	28	*		22	26	15	21		26	31	27
Cond. Espec.	µS/cm		*	*	*		*	*	*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹		9	36	9		12	34	6	14		16	13	18
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹		0,11	0,03	0,28		0,19	0,72	0,04	3,19		0,13	0,03	0,22
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹		2,89	12,50	1,36		4,80	6,80	1,45	2,40		0,38	0,09	4,4
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10	0,22	0,00	0,13		0,29	0,20	0,03	0,28		0,37	0,03	0,04
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1	0,05	0,03	0,07		0,03	0,02	0,02	0,03		0,01	0,02	0,01
N. K. Total	mg.L ⁻¹		2,92	19,21	3,03		21,67	41,40	26,01	26,60		0,53	0,79	9,50
Res. Fixo	mg.L ⁻¹		18	56	49		52	269	38	242		51	66	168
Res. Volátil	mg.L ⁻¹		15	24	20		37	90	23	50		39	40	17
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*
Transparência	cm		30	40	*		50	5	50	20		25	50	30
Cor	mg Pt/L	75	5	5	*		5	*	*	*		*	*	*
Aluminio	mg.L ⁻¹		2,176	3,135	0,765		1,154	1,332	1,100	1,191		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001	0,150	0,125	0,010		0,081	0,142	0,135	0,109		0,111	0,112	0,086
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01	N.D	0,572	0,065		0,447	0,706	0,772	0,578		*	*	*
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05	0,300	2,800	N.D		2,500	2,800	2,400	4,180		*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹		0,159	0,087	0,024		0,114	0,084	*	0,093		0,136	0,200	0,101
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3	2,147	1,946	2,191		1,753	0,931	0,982	1,096		*	*	*
Manganês	mg.L ⁻¹	0,100	0,102	0,145	0,060		0,248	0,121	0,102	0,010		0,188	0,039	N.D
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025	0,390	0,300	0,060		0,310	0,390	0,370	0,280		*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18	0,392	0,484	0,227		45,200	0,306	0,338	0,260		*	*	*

* Dado não disponível

N.D não detectado

TABELA 11 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas do rio Ivinhema na foz, **ponto 11**, 2005.

PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES CONAMA 357 CLASSE 2	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
							30		25	22		24	28	12
							10:00		11:00	11:30		11:15	10:40	12:30
Temp. água	°C						20		16	22		25	26	26
pH		6,0 a 9,2					6,43		6,66	6,61		8,87	6,1	6,06
OD	mg.L ⁻¹	5					4,9		8,1	7,6		6,2	7,7	5,1
DBO (5,20)	mg.L ⁻¹	5					1		1	1		10	1	N.D
Coliformes														
Termotolerantes	NMP/100 mL	1000					26		30	40		70	40	< 2
N. Total	mg.L ⁻¹						0,35		0,63	0,43		0,50	0,78	1,17
Fosf. Total	mg.L ⁻¹	0,025					N.D		0,107	0,024		0,121	0,108	0,122
Res. Total	mg.L ⁻¹						114		125	107		99	178	202
Turbidez	UNT	100					20,20		9,67	7,90		34,50	30,70	40,00
	IQA						73		81	83		63	76	75
Chuvas							N		N	N		N	N	N
Temp. ar	°C						26		12	29		31	27	28
Cond. Espec.	µS/cm						*		*	*			*	*
DQO	mg.L ⁻¹						9		1	7		30	16	22
Fosfato Orto	mg.L ⁻¹						0,05		0,07	N.D		0,08	0,1	0,09
N. Amoniacal	mg.L ⁻¹						0,01		0,08	0,06		0,03	0,08	0,01
N. Nitrato	mg.L ⁻¹	10					0,07		0,17	0,09		0,14	0,2	0,44
N. Nitrito	mg.L ⁻¹	1					0,01		N.D	0,08		N.D	N.D	N.D
N. K. Total	mg.L ⁻¹						0,27		0,46	0,26		0,36	0,58	0,73
Res. Fixo	mg.L ⁻¹						91		95	94		56	148	153
Res. Volátil	mg.L ⁻¹						23		30	13		43	30	49
Sól. D. Totais	mg.L ⁻¹	500					*		*	*		*	*	*
Transparência	cm						60		55	100		40	30	50
Cor	mg Pt/L	75					5		5	*		*	*	*
Alúminio	mg.L ⁻¹						1,876		2,21	1,706		*	*	*
Cádmio	mg.L ⁻¹	0,001					0,001		0,007	0,007		0,006	0,010	0,005
Chumbo	mg.L ⁻¹	0,01					0,080		0,050	0,069		0,060	0,333	0,444
Cromo	mg.L ⁻¹	0,05					0,010		N.D	N.D		*	*	*
Cobre	mg.L ⁻¹						0,107		0,015	0,004		0,033	0,067	0,055
Ferro	mg.L ⁻¹	0,3					4,873		2,748	2,305		*	*	*
Manganes	mg.L ⁻¹	0,100					0,099		0,165	0,033		0,198	0,041	N.D
Níquel	mg.L ⁻¹	0,025					0,040		0,040	0,030		*	*	*
Zinco	mg.L ⁻¹	0,18					0,091		0,053	0,020		0,023	N.D	0,041

* Dado não disponível

N.D não detectado