

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS**

**AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DOS CORPOS HÍDRICOS
URBANOS NA CIDADE DE CAMPO GRANDE-MS, UTILIZANDO
ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

Celina Aparecida Dias

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.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Maria Lúcia Ribeiro.

U.F.M.S.

**CAMPO GRANDE – MS
7 DE DEZEMBRO DE 2005**

Ficha catalográfica preparada pela
COORDENADORIA DA BIBLIOTECA CENTRAL/UFMS

Dias, Celina Aparecida
Avaliação das Águas Superficiais dos corpos hídricos
urbanos na cidade de Campo Grande-MS, utilizando
Índice de Qualidade das Águas / Celina Aparecida
Dias. – Campo Grande-MS, 2005.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, 2005.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Lúcia Ribeiro

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: _____

Título: _____

Dissertação defendida e aprovada em 7 de dezembro de 2005, pela comissão julgadora:

(Assinatura) APROVADA

(Nome/Instituição) Dr^a Maria Lúcia Ribeiro - UFMS

(Assinatura) APROVADA

(Nome/Instituição) Dr Hary Bollman – PUC/Paraná

(Assinatura) APROVADA

(Nome/Instituição) Dr Gilson A. Arima - UCDB

_____/_____/_____

Coordenador

DEDICATÓRIA

“O Senhor reina; está vestido de Majestade. O Senhor se revestiu e cingiu de poder; o mundo também está firmado, e não poderá vacilar.

O teu trono está firme desde então; tu és desde a eternidade.

Os rios levantam, ó Deus, os rios levantam o seu ruído, os rios levantam as suas ondas.

Mas o Senhor nas alturas é mais poderoso do que o ruído das grandes águas e do que as grandes ondas do mar.

Mas mui fiéis são os teus testemunhos; a santidade convém à tua casa, Senhor, para sempre.”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à querida amiga e fiel companheira Dirce Martins de Oliveira, que incansavelmente esteve ao meu lado como laboratorista, coletora, motorista, incentivadora em momentos difíceis e sempre com o sorriso dando luz ao imaginário. Essa sim, cobrou, cobrou e cobrou a linearidade dos dados e perfeição, ajudou na elaboração, na correção, discussão e revisão.

Uns dos objetivos deste trabalho é ressaltar um grupo de profissionais dedicados, motivados e preocupados por uma crença de estarem fazendo o bem para o meio ambiente e saúde pública, que atuam no laboratório de Físico-Químico da Empresa Sanágua, cujas estruturas e confiabilidade de resultados seguem padrões mundialmente conhecidos, onde a discussão dos índices propostos, a busca de informações, apoio e colaboração foram fatores determinantes na conclusão desta dissertação. Convivemos desde 2003, o ensino/aprendizagem do grupo teve um salto de qualidade. Aos Administradores Fabiano Storti e Luciene Nogueira Queder pela oportunidade do patrocínio direto das análises laboratoriais.

À Capes e ao CNPq, e minhas considerações e respeito à colaboração eficiente de colegas do Laboratório de Absorção Atômica da UFMS, cujas análises de metais foram realizadas.

Minhas considerações à Gerência de Bromatologia e Química, Sônia Câmara e à Diretora Maria Cândia, do Lacen da Fundação Estadual de Saúde. Não poderia deixar de agradecer a ajuda da amiga Dayse Todescato pelos *Paint Brush* dos mapas.

Evidentemente, uma dedicação relevante e agradecimentos sinceros para a orientadora Dr^a Maria Lúcia Ribeiro, que não poupou esforços para o bom desempenho e andamento desta pesquisa desde o primeiro instante da apresentação do plano de trabalho. Os argumentos e questionamentos oportunos, ensinando, orientando em todas as etapas.

Finalmente, ao meu irmão Gilson, meus pais que acreditam na minha capacidade profissional e a Deus e Nossa Senhora Aparecida, pois a fé e a boa vontade são a base para o crescimento e fortalecimento do bem comum.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE SIGLAS.....	iii
RESUMO.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 OBJETIVOS.....	03
2.1 Objetivos Gerais.....	03
2.2 Objetivos Específicos.....	03
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
3.1 Índices de Qualidade da Água.....	04
3.2 Legislação Estadual e Federal.....	18
3.3 A Poluição das Águas Superficiais.....	19
4 METODOLOGIA.....	22
4.1 Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas.....	22
4.2 Identificação dos pontos de amostragem.....	23
4.3 Localização dos pontos de amostragem.....	24
4.4 Etapas das coletas e análises laboratoriais.....	25
4.5 Métodos analíticos.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	72
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

ANEXOS

ANEXO A - Resultados Analíticos dos 29 Pontos de Coleta

ANEXO B - Fotos dos laboratórios da Empresa Sanágua e do
Laboratório de Qualidade da Água da UFMS

ANEXO C - Comparação dos IQA's

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1:	Curvas de variação, adaptado pela Cetesb.....	08
Figura 3.2:	Gráfico dos limites inferiores e superiores para o cálculo do Isto.....	10
Figura 4.2:	Mapa dos corpos de água da cidade de Campo Grande-MS e identificação dos pontos de amostragem.....	23
Figura 5.1:	IQA _{Horton} 1ª campanha, outono de 2004.....	28
Figura 5.2:	IQA _{Horton} 2ª campanha, inverno de 2004.....	28
Figura 5.3:	IQA _{Horton} 3ª campanha, primavera de 2004.....	28
Figura 5.4:	IQA _{Horton} 4ª campanha, verão de 2004.....	28
Figura 5.5:	Nascente do Imbirussu.....	29
Figura 5.6:	Jardim Pantanal, Imbirussu.....	29
Figura 5.7:	Núcleo Industrial, Imbirussu.....	29
Figura 5.8:	Próximo à nascente, Lagoa.....	30
Figura 5.9:	Jardim Buriti, Lagoa.....	30
Figura 5.10:	Na BR em direção ao Imbirussu, Lagoa.....	30
Figura 5.11:	Próximo a foz, Segredo.....	31
Figura 5.12:	Foz, Sóter.....	32
Figura 5.13:	Jusante do Sóter, Prosa.....	32
Figura 5.14:	Foz, Prosa.....	32
Figura 5.15:	Na Reserva da UFMS, Cabaça.....	33
Figura 5.16:	Próximo à nascente, Bandeira.....	34
Figura 5.17:	Na entrada do Lago do Amor, Bandeira.....	34
Figura 5.18:	Foz, Bandeira.....	34
Figura 5.19:	Próximo à nascente, Bálsamo.....	35
Figura 5.20:	Montante do Lageado, Bálsamo.....	35
Figura 5.21:	Jusante do Lageado, Bálsamo.....	35
Figura 5.22:	Foz, Bálsamo.....	35
Figura 5.23:	Montante da captação de água, Lageado.....	36
Figura 5.24:	Jusante da captação de água, Lageado.....	36
Figura 5.25:	Foz, Lageado.....	36
Figura 5.26:	Próximo à nascente, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.27:	Jusante do Segredo, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.28:	Jusante do Prosa, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.29:	Jusante do Bandeira, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.30:	Jusante do Bálsamo, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.31:	Saída do perímetro urbano, Anhanduizinho.....	37
Figura 5.32:	Montante da captação de água, Guariroba.....	38
Figura 5.33:	Jusante da captação de água, Guariroba.....	38
Figura 5.34:	IQA _{Prati} 1ª campanha, outono de 2004.....	40

Figura 5.35:	IQA _{Prati} 2 ^a campanha, inverno de 2004	40
Figura 5.36:	IQA _{Prati} 3 ^a campanha, primavera de 2004	40
Figura 5.37:	IQA _{Prati} 4 ^a campanha, verão de 2004.....	40
Figura 5.38:	IQA _{Cetesb} 1 ^a campanha, inverno de 2004.....	46
Figura 5.39:	IQA _{Cetesb} 2 ^a campanha, inverno de 2004.....	46
Figura 5.40:	IQA _{Cetesb} 3 ^a campanha, primavera de 2004.....	46
Figura 5.41:	IQA _{Cetesb} 4 ^a campanha, verão de 2004.....	46
Figura 4.42:	Jardim Buriti, Lagoa.....	49
Figura 5.43:	Jardim Buriti, Lagoa.....	49
Figura 5.44:	IQA _{IAP} 1 ^a campanha, verão de 2004.....	55
Figura 5.45:	IQA _{IAP} 2 ^a campanha, verão de 2004.....	55
Figura 5.46:	IQA _{IAP} 3 ^a campanha, verão de 2004.....	55
Figura 5.47:	IQA _{IAP} 4 ^a campanha, verão de 2004.....	55
Figura 5.48:	IQA _{IVA} 1 ^a campanha, outono de 2004.....	62
Figura 5.49:	IQA _{IVA} 2 ^a campanha, inverno de 2004.....	62
Figura 5.50:	IQA _{IVA} 3 ^a campanha, primavera de 2004.....	62
Figura 5.51:	IQA _{IVA} 4 ^a campanha, verão de 2004.....	62
Figura 5.52:	IQA _{IET} 1 ^a campanha, outono de 2004.....	68
Figura 5.53:	IQA _{IET} 2 ^a campanha, inverno de 2004.....	68
Figura 5.54:	IQA _{IET} 3 ^a campanha, primavera de 2004.....	68
Figura 5.55:	IQA _{IET} 4 ^a campanha, verão de 2004.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Parâmetros físico, físico-químicos e bacteriológicos e pesos para o IQA_{Horton}	05
Tabela 3.2:	Parâmetros e notas de qualidade para o IQA_{Horton}	05
Tabela 3.3;	Sub-equações para o IQA_{Prati}	06
Tabela 3.4:	Classificação para a qualidade das águas para o IQA_{Prati}	07
Tabela 3.5:	Pesos para IQA_{Cetesb} e as cores da variação da qualidade.....	08
Tabela 3.6:	Limites inferiores e superiores para o cálculo do Isto.....	11
Tabela 3.7:	Escala de qualidade da água para o IPMCA.....	13
Tabela 3.8:	Grupos de substâncias tóxicas e parâmetros essenciais.....	14
Tabela 3.9:	Classificação para o IQA_{IVA} , na ausência de IQA_{IET}	15
Tabela 3.10:	Níveis de trofia, para o IQA_{IVA}	16
Tabela 3.11:	Classificação quanto ao grau de Trofia, por Carlson Modificado.....	17
Tabela 4.1:	Parâmetros de qualidade utilizados nos índices.....	22
Tabela 4.2:	Localização dos pontos de amostragem e distâncias entre os pontos em relação a foz.....	24
Tabela 4.3:	Métodos analíticos dos parâmetros.....	26
Tabela 5.1:	Resultados do IQA_{Horton} , nas quatro campanhas de coleta.....	27
Tabela 5.2:	Resultados do IQA_{Prati} , nas quatro campanhas de coleta.....	39
Tabela 5.3:	Resultados do IQA_{Cetesb} , nas quatro campanhas de coleta.....	45
Tabela 5.4:	Resultados do IQA_{IAP} , nas quatro campanhas de coleta.....	54
Tabela 5.5:	Resultados do IQA_{IVA} , nas quatro campanhas de coleta.....	64
Tabela 5.6:	Resultados do IQA_{IET} , nas quatro campanhas de coleta.....	67

LISTA DE SIGLAS

Al	Alumínio
Alc.	Alcalinidade
Ba	Bário
Pb	Chumbo
Cd	Cádmio
C.F.	Coliformes Fecais
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
Lót.	Lótico
Hg	Mercúrio
Mn	Manganês
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
PNI	Parque das Nações Indígenas
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Zn	Zinco

RESUMO

DIAS, C. A (2005). Avaliação das águas superficiais dos corpos hídricos urbanos na cidade de Campo Grande-MS, utilizando Índices de Qualidade das Águas. Campo Grande-MS, 2005. 130p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade das águas superficiais, nos principais córregos urbanos da cidade de Campo Grande-MS, utilizando-se os índices de IQA_{Horton} e IQA_{Prati} , IQA_{Cetesb} , IQA_{IAP} , IQA_{IVA} e o IQA_{IET} , adaptados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, do Estado de São Paulo (Cetesb/SP). Os pontos amostrais totalizaram 29 locais de coletas, em quatro etapas, uma em cada estação do ano, completando um ciclo hidrológico de abril de 2004 a janeiro de 2005. O IQA_{IAP} é o índice que reúne o maior número de parâmetros ambientais e indica que a qualidade das águas superficiais necessita de um planejamento urbano, e de ações com medidas para minimizar a agressão poluidora nas águas, nos trechos críticos de jusante dos córregos afluentes ao Córrego Anhanduizinho, bem como o Córrego Imbirussu no Jardim Pantanal e a jusante do Núcleo Industrial, o Córrego Lagoa a jusante do Córrego Buriti, o Córrego Sóter, o Córrego Cabaça, o Córrego Bálamo a partir da montante da foz do Córrego Lageado, bem como o índice de preservação de vida aquática para a sobrevivência, proteção e preservação do meio ambiente nos trechos de saída do perímetro urbano. Os resultados traduzem a necessidade de informações sobre o meio ambiente, e crescente preocupação da sociedade, que são fundamentais em processos de tomadas de decisão pelo poder público para garantir uma qualidade de vida para a população, bem como a preservação e proteção do meio ambiente para as gerações atuais e futuras.

Palavras-Chave: Qualidade da água; Índices; Campo Grande-MS

ABSTRACT

DIAS, C. A (2005). Evaluation of surface water quality in the main streams in Campo Grande City, MS, by applying water quality indexes. Campo Grande-MS, 2005. 130p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

The aim of this study is evaluate the surface water in the main urban Streamlets of the Campo Grande City – MS, applying IQA_{Horton} and IQA_{Prati} , IQA_{Cetesb} , IQA_{IAP} , IQA_{IVA} and the IQA_{IET} indexes, adapted by Cetesb. The sample points summed 29 places, in four stages, one in each season, completing a hydrological cycle from April 2004 to January 2005. IQA_{IAP} is the index that gathers the major number of environment parameters and the surface water quality indicates the need of urban planning and actions to minimize the pollution in the waters on the following critical distance: downstream of all the streamlet Anhanduizinho affluent streamlets, just as Imbirussu streamlet in the Pantanal garden and downstream of the Industrial District, the streamlet Lagoon downstream of the Buriti Streamlet, the Sóter streamlet, the Cabaça streamlet, the Bálsamo streamlet from the upstream of the mouth of Lageado streamlet, just as aquatic life preservation index to survivor, protection and environmental preservation in the urban perimeter output. The results show the necessity of information about the environment and the society growth concern that are fundamental in the process of public power decision making to assure a life quality to the population, just as the preservation and protection of the environmental to the present and future generations.

Key-Words: Water quality; Indexes; Campo Grande-MS

1 INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação do solo, e os recursos terrestres e hídricos, estão exigindo cada vez mais um planejamento adequado, sob o ponto de vista multidisciplinar para o desenvolvimento de uma bacia hidrográfica e da população nela inserida. O meio ambiente sofre impactos com os possíveis despejos domésticos e industriais, de cargas de pesticidas de uso agrícola e controle de pragas, e de depósito de resíduos sólidos, nos centros urbanos.

A implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, requer um número maior de informações dos rios brasileiros, buscando minimizar os impactos da ação antrópica, e suas conseqüências para as gerações futuras. Com a instituição da Lei Estadual nº 2.406, de 28 de janeiro de 2002, que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos, vem fortalecer as pesquisas como a aplicação de índices para a avaliação da qualidade das águas superficiais nos corpos d'água de todo o Estado de Mato Grosso do Sul, priorizando aqueles que servem para o abastecimento público.

O presente trabalho utiliza a aplicação de índices de qualidade de águas superficiais de Horton, Prati, Índice de Qualidade da Água pela *National Sanitation Foundation* e Índice de Qualidade da Água Bruta, para fins de Abastecimento Público, adaptado pela Cetesb; o Índice de Proteção da Vida Aquática e o Índice de Eutrofização, que permitem a análise dos resultados identificando trechos críticos. A avaliação da qualidade das águas dos Córregos poderá subsidiar na classificação e enquadramento dos corpos d'água, conforme padrões da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 357/05 e do Decreto Estadual nº 1.067/90 que dispõem da Deliberação do Conselho Estadual de Controle Ambiental/MS (Ceca) nº 003/97, nos principais córregos na região urbana na cidade de Campo Grande-MS.

A qualidade da água superficial pode ser representada por meio de diversos parâmetros que revelam as suas principais características físicas, químicas e biológicas de origem natural ou antropogênica. Com isso, 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 intenção 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. É importante ressaltar que as coletas tiveram, em seu planejamento, a estratégia de

comportamento nas diferentes estações do ano, ou seja, coletas sazonais, e a medição de vazão para uma estimativa do volume de água em cada trecho estudado.

Campo Grande nasceu às margens e confluência dos Córregos Prosa e Segredo, foi fundada em 1872, por José Antônio Pereira, que orientou as demarcações de terras e influenciou a sistematização da ocupação do povoado, visando a harmonização de interesses daqueles que pretendiam fixar moradias no vilarejo. Com a percepção da fertilidade das terras, a boa drenagem pelos Córregos, os migrantes foram atraídos e, com isso, tornou-se inevitável a implantação do povoado de Campo Grande.

Com uma altitude entre 532 metros, Campo Grande-MS está delimitada pelas latitudes 20°13'N e longitudes 53°36'E e 54°54'45''O do meridional de Greenwich, geomorena, 2000. Em 1977, o Presidente Ernesto Geisel promulga a Lei Complementar n° 31, que cria o Estado de Mato Grosso do Sul e Campo Grande é elevada à condição de capital.

Com uma área de 8.096,05 Km², Campo Grande possui mais de dezesseis córregos que banham a cidade, sendo que a maioria deságua no principal corpo receptor, o Anhanduizinho. Com o crescente número de população nos último dez anos de existência estima-se 734.164 habitantes (IBGE, 2004), torna-se cada vez mais preocupante a qualidade das águas superficiais que recebem a carga de deflúvio superficial urbano, industrial e dos mananciais que são utilizados para captação e distribuição ao abastecimento público.

Os córregos urbanos de Campo Grande-MS podem estar recebendo uma carga de poluentes, onde uma série de compostos podem estar sendo diluídos por dispersão, difusão, transformações químicas e microbiológicas. Este estudo irá avaliar a qualidade das águas dos seguintes córregos: Córrego Imbirussu, Córrego Lagoa, Córrego Sóter, Córrego Prosa, Córrego Cabaça, Córrego Bandeira, Córrego Bálsamo, Córrego Lageado, Córrego Anhanduizinho e o Córrego Guariroba.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Avaliar a qualidade das águas nos córregos urbanos da cidade de Campo Grande-MS: Imbirussu, Lagoa, Segredo, Sóter, Prosa, Cabaça, Bandeira, Bálsamo, Lageado, Anhanduizinho e Guariroba, através de aplicação dos Índices de Qualidade das Águas de IQA_{Horton} , IQA_{Prati} , IQA_{Cetesb} , IQA_{IAP} , IQA_{IVA} e IQA_{IET} , nas diferentes estações do ano.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o estado atual da qualidade das águas através dos parâmetros físicos, físico-químicos e bacteriológicos;
- Obter informações sobre a qualidade das águas superficiais, por meio de Índices de Qualidade das Águas;
- Comparar os resultados dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com a Resolução Conama nº 357/05;
- Construir mapas descritores da qualidade das águas superficiais dos córregos estudados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Índices e Indicadores de Qualidade da Água

Para realizar a avaliação da qualidade das águas nos principais córregos da cidade de Campo Grande-MS, foram escolhidos os índices descritos, a seguir:

3.1.1 Índice de Qualidade da Água de Horton - IQA_{Horton}

Horton propôs pela primeira vez a formulação do índice de qualidade da água, em 1965, para uma melhor interpretação e esclarecimento ao público sobre águas para abastecimento público. Utiliza-se a equação 3.1 para calcular o IQA_{Horton} , Ott (1978):

$$IQA_{Horton} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \times I_i) \times M_1 \times M_2}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (\text{Equação 3.1})$$

Em que:

IQA_{Horton} = índice de qualidade da água de Horton;

n = número de parâmetros;

I_i = sub-índice do parâmetro I;

W_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro;

M_1 = 1,0 para temperatura menor que a crítica, em graus Celsius e 0,5 para temperatura maior ou igual à crítica, em graus Celsius (temperatura crítica = média das temperaturas anuais do trecho estudado);

M_2 = 1,0 para ausência de poluição óbvia e 0,5 se houver poluição.

A Tabela 3.1 apresenta os parâmetros utilizados para o cálculo no IQA_{Horton} , com os respectivos pesos e as cores, representando as faixas de qualidade que serão utilizadas nos mapas descritores.

Tabela 3.1 – Parâmetros físico, físico-químicos e bacteriológicos e pesos para o IQA_{Horton}

Parâmetros	Unidade	Peso	Variação da qualidade
Oxigênio Dissolvido (% de saturação)	mg de O ₂ . L ⁻¹	4	0 – 25 = PÉSSIMA
Tratamento de Esgoto (% de população servida)	%	4	
pH	-	4	26 – 50 = RUIM
Coliformes Fecais	NMP.(100mL) ⁻¹	2	
Condutibilidade	µS.cm ⁻¹	1	51 – 70 = REGULAR
Alcalinidade	mg de CaCO ₃ .L ⁻¹	1	
Cloreto	mg de Cl ⁻ . L ⁻¹	1	71 – 90 = BOA
Óleos e Graxas	mg. L ⁻¹	1	
Poluição óbvia	Sim ou Não	sem peso	91 – 100 = ÓTIMA
Temperatura da Água	°C	sem peso	

Fonte: Ott (1978).

Para cada parâmetro analisado, o resultado obtido do IQA_{Horton} é enquadrado com notas, de acordo com as análises realizadas.

A Tabela 3.2 apresenta os valores atribuídos ao IQA_{Horton}, de acordo com os parâmetros analisados.

Tabela 3.2 - Parâmetros e notas de qualidade para o IQA_{Horton}

Parâmetros	Unidade	nota 100	nota 80	nota 60	nota 40	Nota 30	nota 0
OD	% de saturação	>70	50 a 70	30 a 50		10 a 30	<10
C.F.	NMP.(100mL) ⁻¹	<1.000	1.000 a 5.000	5.000 a 10.000		10.000 a 20.000	>20.000
OG	mg.L ⁻¹	0 a 100	100 a 200	200 a 300		300 a 400	>400
pH	-	6 a 8	5 a 6 e 8 a 9		4 a 5 e 9 a 10		<4 e >10
Cond.	µS.cm ⁻¹	0 a 750	750 a 1.500		1.500 a 2.500		>2.500
Alc.	mg de CaCO ₃ .L ⁻¹	2 a 100	2 a 20 e 100 a 200		0 a 5 e >200		ácido
Cloretos	mg de Cl ⁻ .L ⁻¹	0 a 100	100 a 175		175 a 200		>250
TE	(%)	95 a 100	80 a 95	70 a 80	60 a 70	50 a 60	<50

Fonte: Ott (1978).

3.1.2 Índice de Qualidade de Água de Prati - IQA_{Prati}

Em 1971, Prati propôs um Índice de Qualidade da Água superficial, baseado em níveis de poluentes, por uma classificação de sistemas usados em diferentes países. Desenvolveram, então, sub-equações (I) para cada sub-índice (i) utilizado para o índice geral (Tabela 3.3) e limites variáveis correspondentes às classificações de condição EXCELENTE, ACEITÁVEL, LEVEMENTE POLUÍDO, POLUÍDO e EXTREMAMENTE POLUÍDO, apresentados na Tabela 3.4, Ott (1978).

Tabela 3.3 – Sub-equações para o IQA_{Prati}

Sub-índice (i)	Sub-Equações (I)
Oxigênio Dissolvido (mg de $O_2.L^{-1}$)	$I = 0,00168X^2 - 0,249X + 12,25$ ($0 \leq X < 50$) $I = - 0,08X + 8$ ($50 \leq X < 100$)
pH	$I = - 2X + 14$ (pH: $5 \leq X < 7$) $I = X^2 - 14X + 49$ (pH: $7 \leq X < 9$)
$DBO_{5,20^\circ C}$ (mg de $O_2.L^{-1}$)	$I = 0,666667 X$
DQO (mg de $O_2.L^{-1}$)	$I = 0,1 X$
Sólidos Suspensos (mg. L^{-1})	$I = 2^{[2,1 \log(0,1X - 1)]}$
NH_3 na forma de Nitrogênio(mg de $NH_3-N.L^{-1}$)	$I = 2^{[2,1 \log(10X)]}$
NO_3^- na forma de Nitrogênio(mg de $NO_3^-N.L^{-1}$)	$I = 2^{[2,1 \log(0,25X)]}$
Cloreto (mg de $Cl.L^{-1}$)	$I = 0,000228X^2 + 0,0314X$ ($0 \leq X < 50$) $I = 0,000132X^2 + 0,0074X + 0,6$ ($50 \leq X < 300$) $I = 3,75 (0,02X - 5,2)^{0,5}$ ($X \geq 300$)
Ferro Total (mg de $Fe.L^{-1}$)	$I = 2^{[2,1 \log(10X)]}$
Permanganato (mg de $O_2.L^{-1}$)	$I = 0,4 X$
Manganês Total (mg de $Mn.L^{-1}$)	$I = 2,5X + 3,9(X)^{0,5}$ ($0 \leq X < 0,5$) $I = 5,25X^2 + 2,75$ ($X \geq 0,5$)

Fonte: Ott (1978).

Com a utilização dos cálculos baseados nessas sub-equações, adotou-se um sistema de classificação dos seguintes países: Inglaterra, Alemanha, Rússia, Eslováquia, Nova Zelândia, Polônia e alguns Estados dos Estados Unidos da América. Aplicando-se a Equação 3.2, determina-se o índice de qualidade das águas, conforme Tabela 3.4, através dessas informações, apresenta o sistema de classificação com as variáveis utilizadas:

$$IQA_{Prati} = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} I_i \quad (\text{Equação 3.2})$$

Em que:

IQA_{Prati} = Índice de Prati;

I_i = Sub-equações do IQA_{Prati} ;

i = Sub-equações do do i -ésimo parâmetro do IQA_{Prati} .

Tabela 3.4 - Classificação para a qualidade das águas para o IQA_{Prati}

Condição	Excelente	Aceitável	Levemente Poluído	Poluído	Extremamente Poluído
Índice de Qualidade	1	2	4	8	> 8
Oxigênio Dissolvido (% saturação)	88 – 112	75 - 125	50 - 150	20 - 200	< 20 a > 200
pH	6,5 – 8,0	6,0 – 8,4	5,0 – 9,0	3,9 - 10,1	< 3,9 a > 10,1
DBO _{5,20}	1,5	3	6	12	12
DQO	10	20	40	80	> 80
Sólidos Suspensos	20	40	100	278	> 278
Nitrogênio Amoniacal	0,1	0,3	0,9	2,7	> 2,7
Nitrogênio Nitrato	4	12	36	108	> 108
Cloretos	50	150	300	620	> 620
Permanganatos	2,5	5,0	10,0	20,0	> 20,0
Ferro Total	0,1	0,3	0,9	2,7	> 2,7
Manganês Total	0,05	0,17	0,50	1,00	> 1,00

Fonte: Ott (1978).

3.1.3 - Índice de Qualidade de Água adaptado pela Cetesb – IQA_{Cetesb}

Em 1970, Brown, McClelland, Deininger e Tozer apresentaram um índice similar ao Índice de Horton, pela National Sanitation Foundation (NSF), Equação 3.3, formado pela opinião de diversos especialistas, onde foram contemplados nove parâmetros considerados essenciais para uma avaliação de nível de poluentes para uso de abastecimento público, tendo como resultado os sub-índices com seus pesos respectivos, utilizando-se de uma curva de variação (Figura 3.1), adaptado pela Cetesb, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

(Equação 3.3)

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

Em que:

IQA_{Cetesb} = índice de qualidade da água pela NSF, 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 Figura 3.1 mostra as curvas de variação adaptada pela Cetesb.

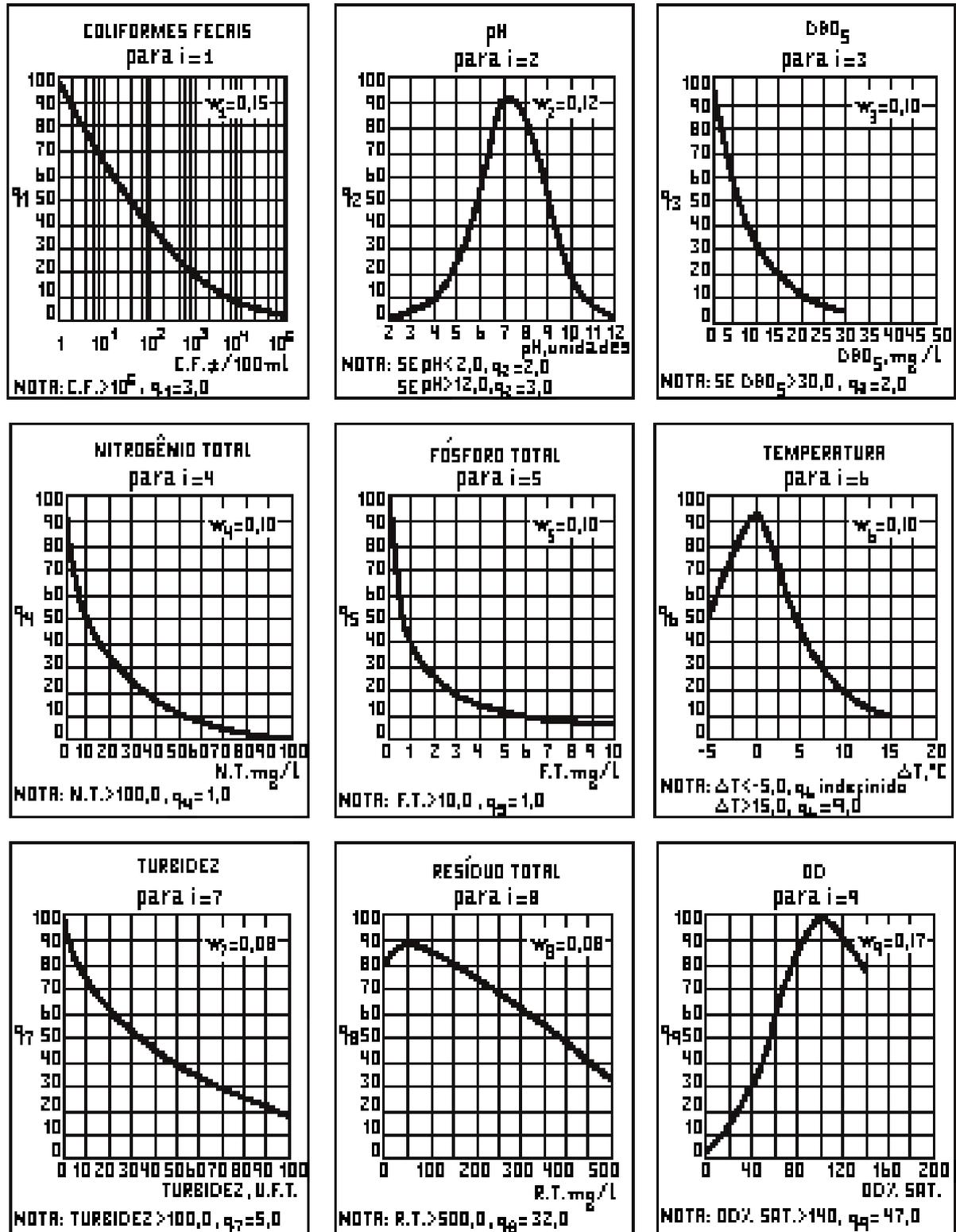


Figura 3.1: Curvas de variação, adaptado pela Cetesb.

A Tabela 3.5 apresenta os parâmetros e pesos para o IQA_{Cetesb} e as cores da variação da qualidade de PÉSSIMA, RUIM, REGULAR, BOA e ÓTIMA.

Tabela 3.5 - Pesos para IQA_{Cetesb} e as cores da variação da qualidade

Parâmetros	Unidade	Peso	Cores Da Variação
Oxigênio Dissolvido	mg de O_2 L^{-1}	0,17	<19 = PÉSSIMA
Coliformes Fecais	NMP.(100 mL) ⁻¹	0,15	
pH	-	0,12	19 < IQA ≤ 36 = RUIM
DBO _{5,20°C}	mg de O_2 L^{-1}	0,10	36 < IQA ≤ 51 = REGULAR
Nitrogênio Total	mg de N. L^{-1}	0,10	
Fósforo Total	mg de P. L^{-1}	0,10	51 < IQA ≤ 79 = BOA
Temperatura da Água	°C	0,10	
Turbidez	NTU	0,08	79 < IQA < 100 = ÓTIMA
Sólidos Totais	mg L^{-1}	0,08	

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

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

A operação da Rede de Monitoramento da Cetesb institui um programa de controle de poluição das águas, em função do crescimento populacional e industrial. Em 2002, foram feitas melhorias para enriquecimento do banco de dados, voltado para as principais captações superficiais de abastecimento público e fontes de poluição doméstica e industrial, com a aplicação do IQA_{IAP} , (Equação 3.4), que utiliza o IQA_{Cetesb} e o Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (Isto), Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003):

$$IAP = IQA \times Isto \quad (\text{Equação 3.4})$$

Desta forma, o índice é composto por três grupos principais de parâmetros:

- IQA_{Cetesb} : grupo dos parâmetros ambientais: 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;
- 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: Fenóis, Fe, Mn, Al, Cu e Zn.

O Isto é indicado pelos parâmetros que afetam a qualidade organoléptica, na determinação do IQA_{IAP} , a partir do IQA_{Cetesb} . 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 3.2:

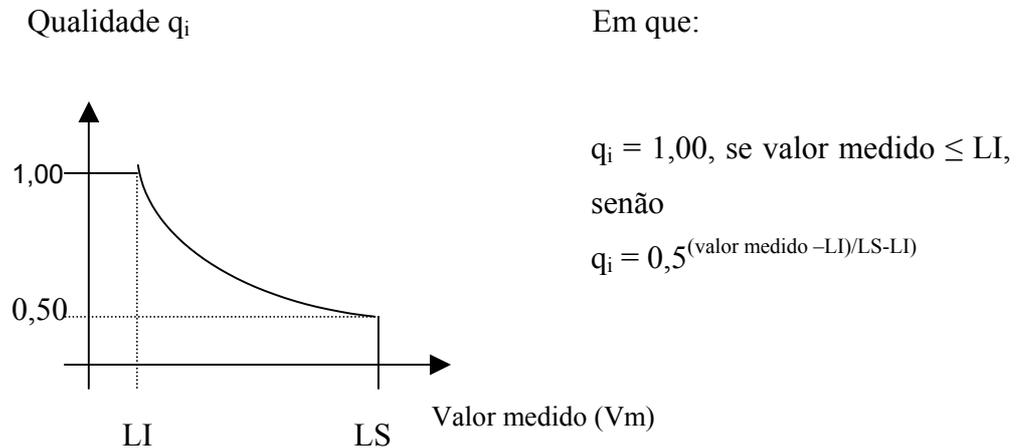


Figura 3.2 – Gráfico dos limites Inferiores e Superiores para o cálculo do Isto.
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

São atribuídas faixas de variação de qualidade (q_i), para o potencial de formação de trihalometanos, metais e fenóis, em que as seguintes condições de qualidade da água destinada ao abastecimento público são citadas:

- $q_i = 1$: águas para o consumo humano, atendem aos padrões de potabilidade da Portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde;
- $0,5 \leq q_i < 1$: águas adequadas para o tratamento convencional, atendem aos padrões de qualidade da Classe 3 da Resolução Conama nº 357/05;
- $q_i < 0,5$: águas que não devem ser submetidas apenas a tratamento convencional, não atendem aos padrões de qualidade da Classe 3 da Resolução Conama nº 357/05.

A seguir, a Tabela 3.6 apresenta os limites inferiores e superiores adotados para os parâmetros metais e fenóis para o cálculo do Isto, segundo a Equação 3.5:

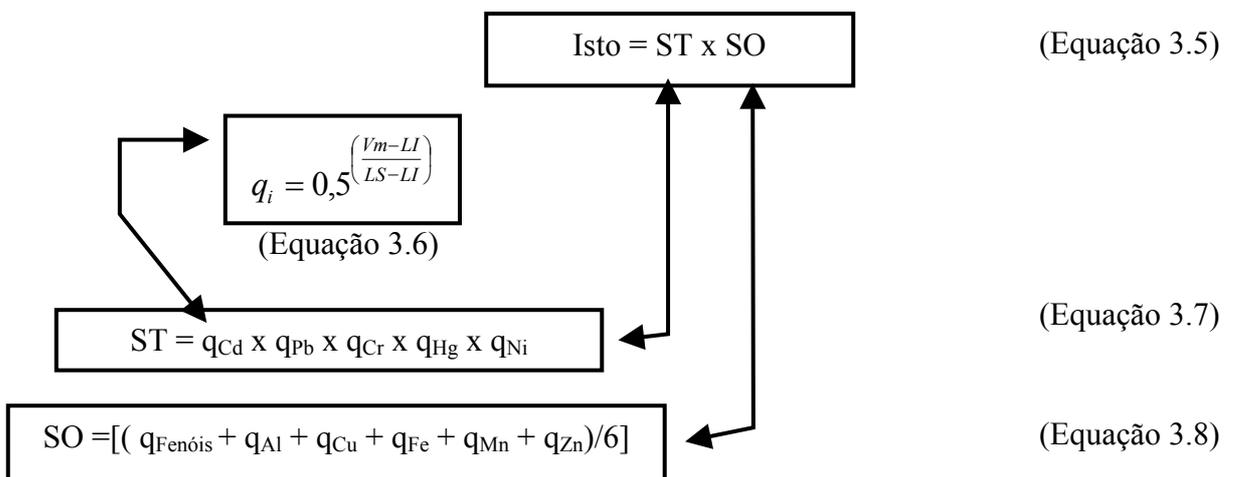
Tabela 3.6 - Limites inferiores e superiores para o cálculo do Isto

Grupo	Parâmetro	Unidade	Limite Inferior (LI)	Limite Superior(LS)
Substâncias Tóxicas (ST)	Cd	mg.L ⁻¹	0,005	0,01
	Pb	mg.L ⁻¹	0,05	0,10
	Cr	mg.L ⁻¹	0,05	0,50
	Ni	mg.L ⁻¹	0,05	0,07
	Hg	mg.L ⁻¹	0.001	0.002
Substâncias Organolépticas (SO)	Fenóis	mg.L ⁻¹	0,0001	0,3
	Zn	mg.L ⁻¹	5	7
	Fe	mg.L ⁻¹	0,3	5
	Mn	mg.L ⁻¹	0,1	0,5
	Al	mg.L ⁻¹	0,2	2
	Cu	mg.L ⁻¹	1	4

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

Os valores de limites inferiores têm como base os limites da Portaria nº 518/04, do Ministério da Saúde, para parâmetros regulamentados e padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS) para Zn.

Os valores de limites superiores são adotados pelos padrões da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 3 e para os parâmetros não regulares, são estabelecidos pelo *Drinking Water and Health*(1977) *apud* Secretaria do Meio Ambiente (2003):



Em que: Vm = Valor medido

Através do produtório dos subíndices, q_i , Equação 3.6, ST, Equação 3.7, são calculadas pelos metais Cd, Pb, Cr, Hg e Ni, e as SO, Equação 3.8, calculadas pelos parâmetros fenóis, Al, Cu, Fe, Mn e Zn.

Lorenzetti (2002) definiu o IQA_{IAP} como produto do IQA_{Cetesb} e da ponderação do teste de Ames, que avalia a mutagenicidade, com a incorporação de outros indicadores, a formação de trihalometanos, metais pesados e substâncias que alteram as propriedades organolépticas da água, o Isto (Equação 4.4). Esse índice foi aplicado em 29 pontos de amostragem nos principais Córregos de Campo Grande-MS, assim como o IQA_{IVA} é resultado de uma modificação do IPMCA, que possui a capacidade de identificar o enriquecimento do meio aquático por nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, que são responsáveis por efeitos de eutrofização. Está incluso nesse índice o IQA_{IET} de Carlson modificado por Toledo *et al.* (1983) e Toledo *apud* (1990) de Lorenzetti (2002), que torna o índice de preservação da vida aquática mais abrangente, pois informa não só a qualidade de água, em termos ecotoxicológicos, como também o grau de trofia.

3.1.5 Índice de Proteção da Vida Aquática - IQA_{IVA}

Também, a Cetesb aplica o IQA_{IVA} , Equação 3.9, que avalia a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora, por meio de um índice para avaliação da água para consumo humano e recreação de contato primário. Considera a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seus efeitos sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e parâmetros considerados essenciais para a biota (pH e OD), esses parâmetros estão agrupados no Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática - IPMCA, bem como o Índice de Estado Trófico - IET, em que os parâmetros de fósforo total e clorofila- α tornam-se essenciais para o cálculo final:

$$IQA_{IVA} = (IPMCA) \times 1,2 + IET \quad (\text{Equação 3.9})$$

Em que:

IQA_{IVA} = Índice de proteção da vida aquática;

IPMCA = Índice de parâmetros mínimos para a preservação da vida aquática;

IET = Índice de Estado Trófico (IET).

O IPMCA possui uma escala apresentada na Tabela 3.7 para qualidade da água.

Tabela 3.7 - Escala de qualidade da água para o IPMCA

IPMCA	Qualidade da Água
1	BOA
2	REGULAR
3 e 4	RUIM
> 6	PÉSSIMA

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

A Equação 3.10 é utilizada na determinação do IPMCA e considera os parâmetros essenciais e de substâncias tóxicas:

$$IPMCA = PE \times ST \quad (\text{Equação 3.10})$$

Em que:

IPMCA = Índice de parâmetros mínimos para a preservação da vida aquática;

PE = Sub-índice parâmetros essenciais;

ST = Substâncias Tóxicas.

A Tabela 3.8 apresentada as substâncias tóxicas e organolépticas com seus respectivos níveis:

Tabela 3.8 - Grupos de substâncias tóxicas e parâmetros essenciais

Grupos	Parâmetros	Níveis	Faixa De Variação	Ponderação
Parâmetros Essenciais (PE)	OD (mg.L ⁻¹)	A	≥5,0	1
		B	3,0 a 5,0	2
		C	< 3,0	3
	pH	A	6,0 – 9,0	1
		B	5,0 a < 6,0 e > 9,0 a 9,5	2
		C	< 5,0 e > 9,5	3
	Toxicidade	A	Não tóxico	1
		B	Efeito crônico	2
		C	Efeito agudo	3
Substâncias Tóxicas (ST)	Cd (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,001	1
		B	> 0,001 a 0,005	2
		C	> 0,005	3
	Cr (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,05	1
		B	> 0,05 a 1,00	2
		C	> 1,00	3
	Cu (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,02	1
		B	> 0,02 a 0,05	2
		C	> 0,05	3
	Pb (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,03	1
		B	>0,03 a 0,08	2
		C	> 0,08	3
	Hg (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,0002	1
		B	> 0,0002 a 0,001	2
		C	> 0,001	3
	Ni (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,025	1
		B	> 0,025 a 0,160	2
		C	> 0,160	3
	Fenóis (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,001	1
		B	> 0,001 a 0,050	2
		C	> 0,050	3
Surfactantes (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,5	1	
	B	> 0,5 a 1,0	2	
	C	> 1,0	3	
Zn (mg.L ⁻¹)	A	≤ 0,18	1	
	B	> 0,18 a 1,0	2	
	C	> 1,0	3	

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

Os parâmetros essenciais, assim como os de substâncias tóxicas, recebem os níveis A, B e C em função de: A = padrões de qualidade de água da Resolução Conama n° 357/05, para Classe 1 e 2; e níveis B e C = são limites das legislações francesas e americana, critérios adotados pelo *Code Permanent: Environnement et Nuisances* (1986) e *Usepa* (1991) apud Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

Na ausência do valor do IQA_{IET} , para efeitos de cálculos, ele deverá ser igual à unidade de IQA_{IVA} e se compara com os resultados obtidos com a escala, apresentados na Tabela 3.9:

Tabela 3.9 - Classificação para o IQA_{IVA} , na ausência de IET

IVA	Qualidade da Água
IVA = 2,2	ÓTIMA
IVA = 3,2	BOA
$3,4 < IVA \leq 4,4$	REGULAR
$4,6 < IVA \leq 6,8$	RUIM
IVA > 7,6	PÉSSIMA

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

3.1.6 Índice de Qualidade das Águas pelo Estado Trófico - IQA_{IET}

O IQA_{IET} indica o grau de trofia, considerando apenas os parâmetros de fósforo total e clorofila- α , e calculada segundo a Equação 3.11:

$$IQA_{IET} = \frac{IET(P) + IET(CL)}{2} \quad (\text{Equação 3.11})$$

Em que:

IQA_{IET} = Índice de Qualidade das Águas pelo Estado Trófico;

$IET(P)$ = Índice de Estado Trófico para fósforo total;

$IET(CL)$ = Índice de Estado Trófico para clorofila- α .

A Equação 3.12 mostra o cálculo para o IET, considerado para o parâmetro de fósforo total:

$$IET(P) = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{\ln\left(\frac{80,32}{P}\right)}{\ln 2} \right] \right\} \quad (\text{Equação 3.12})$$

Em que:

$IET(P)$ = Índice de Estado Trófico para o parâmetro fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

P = concentração de fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

A Equação 3.13 mostra o cálculo para IET, considerado para a clorofila- α

$$IET (CL) = 10 \left\{ 6 - \left[\left(\frac{2,04 - 0,695 \ln CL}{\ln 2} \right) \right] \right\} \quad (\text{Equação 3.13})$$

Em que:

CL = concentração da clorofila- α medida à superfície da água ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

ln = logaritmo natural.

Para a classificação desse índice, a Tabela 3.10 apresenta os estados de trofia:

Tabela 3.10 - Níveis de trofia, para o IQA_{IVA}

IQA_{IET}	Classificação	Especiação
$IQA_{IET} \leq 44$	OLIGOTRÓFICO	Corpos de água limpos, de baixa produtividade em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água.
$44 < IQA_{IET} \leq 54$	MESOTRÓFICO	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$54 < IQA_{IET} \leq 74$	EUTRÓFICO	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetada por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferência nos seus múltiplos usos.
$IQA_{IET} > 74$	HIPEREUTRÓFICO	Corpos de água afetados, significativamente, pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, podendo, inclusive, estarem associados a episódios de florações de algas e de mortandade de peixes e causar conseqüências indesejáveis sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

Neste estudo foi considerado somente a concentração de fósforo total para o cálculo do IQA_{IET} e, segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003), é conveniente a utilização de uma nova classificação quanto aos níveis tróficos que estão apresentados na Tabela 3.11:

Tabela 3.11 - Classificação quanto ao grau de Trofia, por Carlson Modificado

Estado Trófico	Critério	Secchi-S(m)	FT ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Clorofila ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
OLIGOTRÓFICO	$\text{IQA}_{\text{IET}} \leq 44$	$S \geq 1,6$	$P \leq 26,5$	$\text{CL} \leq 3,8$
MESOTRÓFICO	$44 < \text{IQA}_{\text{IET}} \leq 54$	$0,8 \leq s < 1,6$	$26,5 < P \leq 53,0$	$3,8 < \text{CL} \leq 10,3$
EUTRÓFICO	$54 < \text{IQA}_{\text{IET}} \leq 74$	$0,2 \leq S < 0,8$	$53,0 < P \leq 211,9$	$1,03 < \text{CL} \leq 76,1$
HIPEUTRÓFICO	$\text{IQA}_{\text{IET}} > 74$	$S \leq 0,2$	$P \geq 211,9$	$\text{CL} \geq 76,1$

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

A variabilidade sazonal dos processos ambientais pode influenciar quanto ao grau de trofia nos corpos de água, entretanto, pode haver variações nos períodos em que se desenvolve com maior predominância e em outras pode ser limitado, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2003).

Shinma (2004) estudou as águas superficiais da Bacia do Alto Paraguai utilizando os índices de $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$, IET e o IPMCA, observando que a maioria dos trechos pesquisados estavam classificados na Classe 1 e 2 da Resolução Conama 20/86, onde não havia ação antrópica e sugeriu continuidade nos estudos para averiguação dos contaminantes encontrados, os quais contribuíram para valores prejudiciais aos organismos aquáticos daquela região.

Pesquisas em recursos hídricos devem ser multiplicadas e incentivadas, para obtenção de dados e adoção de critérios para o planejamento de futuras implantações de atividades poluidoras, que se utilizam águas naturais para captação e diluição dos despejos nas águas na microbacia do Rio Dourados, em Mato Grosso do Sul. O trabalho realizado por Dias (2003), avaliando a qualidade das águas superficiais na microbacia do Rio Dourados, conclui que o $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$ para a avaliação da qualidade das águas é restrito, necessitando englobar outros parâmetros para melhor avaliar um recurso hídrico. Castello *et al.* (2003), utilizaram os seguintes parâmetros: $\text{DBO}_{5,20}$, OD, DQO, fósforo orgânico, fósforo total, NKT, NH_3 , NO_2^- , NO_3^- , medição de pH, SDT, C.F., coliformes totais, temperatura da água, temperatura do ar, para a rede de monitoramento da qualidade das águas do alto Tietê, e consideram também que a aplicação do $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$ utiliza poucos recursos para a avaliação, por isso o uso de outros parâmetros complementares possibilita uma idéia mais ampla e condições de análise.

Estudos sobre a presença de metais nas águas e sedimentos na microbacia do Rio Dourados-MS, aplicou o índice de Stoner, utilizando os parâmetros de Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni, NH_3 , NO_2^- , C.F., pH, cor e condutividade para águas com fins de abastecimento público e

irrigação, em que os resultados de valores negativos indicam que as águas são impróprias para o uso, segundo Oliveira (2003).

Estudos realizados por Noronha, Pereira, Mendonça (2003), para avaliar a qualidade da água na bacia do Rio Jacarandá, utilizaram o IQA_{Cetesb} como ferramenta na gestão de recursos hídricos e ressaltaram que a OMS sugere três formas de obtenção: monitoramento, vigilância e estudo especial. Em qualquer um dos métodos, os parâmetros físico-químicos ou biológicos, devem considerar os usos previstos para o corpo d'água e as fontes de poluição existentes, e, concluíram que esse índice é restrito, pois outros parâmetros não são utilizados no seu cálculo.

3.2 Legislação Estadual e Federal

O Código Florestal na forma de Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 estabelece a proteção dos recursos naturais na área federativa, em que contempla as nascentes e, portanto, as margens dos córregos. Nesse sentido, os recursos hídricos de Campo Grande-MS podem prover de proteção e preservação para os presentes e gerações futuras.

O Conama, por meio da Resolução nº 357/05, dispõe sobre a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, definindo condições de qualidade de água.

Com a efetiva implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Lei Federal nº 9.433/97, que regulamenta e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, torna-se relevante todas as informações para o planejamento de gestão ambiental. Destaca os instrumentos de gestão: os planos de Recursos Hídricos, a outorga do direito de uso e a cobrança pelo uso da água, dentre outros. Então, o monitoramento dos recursos hídricos é fundamental e o número limitado de pesquisas em pequenas bacias hidrográficas e a variabilidade de condições existentes nos diversos ambientes brasileiros, faz com que se torne urgente o apoio de pesquisas.

O Decreto Estadual de Mato Grosso Do Sul nº 1.067/90, dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado, as quais estão enquadradas e classificadas na Classe 2 da Resolução Conama nº 20/86, enquanto que a Lei Estadual de

Mato Grosso do Sul, nº 2.406/02, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, na qual fortalece a política de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, bem como os instrumentos para garantir a qualidade de vida para as gerações futuras.

A carta de drenagem de Campo Grande/MS (1997), feita pelo Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente, é constituída por dez microbacias: Bandeira (área de 19,5 km²); Prosa (área de 30,9 km²); Anhanduí (área de 29,9 km²); Lageado (área de 51,1 km²); Gameleira (área de 16,6 km²); Bálsamo (área de 13,4 km²); Imbirussu (área de 55,1 km²); Coqueiro (área de 35,3 km²); Segredo (área de 46,1 km²), e Lagoa (35,7).

3.3 A Poluição das Águas Superficiais

Segundo estudos realizados por Queder (2002), para a aplicação de cobrança das águas do Córrego Imbirussu, em Campo Grande-MS, é necessária a criação de uma estrutura gerencial com participação pública e informações quanto aos custos, criação de um plano diretor na microbacia do Córrego Imbirussu, de Comitê de Bacia da Sub-Bacia do Rio Pardo, da Agência de Águas e da Associação de Usuários da microbacia do Córrego Imbirussu.

Estudos realizados por Aureliano *et al.* (2003), propuseram a reestruturação do monitoramento da qualidade da água, em Pernambuco, em função dos “lixões”, como fontes de riscos potenciais de poluição hídrica através de contato com o chorume produzido e prática agrícola. Utilizaram os seguintes parâmetros ambientais: temperatura, pH, cloreto, OD, DBO_{5,20}, NH₃ e fósforo; o conjunto de metais: Cd, Pb, Cu, Cr, Zn, Mn e Ni; coliformes totais e fecais; Alc., sólidos suspensos, NO₂⁻, NO₃⁻, cor, turbidez, transparência, fenóis e Hg, também a avaliação de compostos orgânicos, para uma observação detalhada dos pontos críticos e a formulação de subsídios para as tomadas de decisões.

O ponto de vista de Kenneth e Leslie (1993), quanto ao uso de pesticidas empregados no ambiente urbano para preservar a estética dos jardins centrais da cidade, é importante também administrar programas de uso de inseticidas, repelentes, herbicidas, fungicidas, desinfetantes e raticidas, em função da saúde humana e minimização do incômodo por insetos, ratos, microrganismos e vertebrados; porém, esses usos são considerados não-agriculturáveis. Com isso, os córregos urbanos, também em Campo Grande-MS, podem receber direta ou indiretamente, deflúvio superficial urbano, cargas de pesticidas utilizados dentro e fora de

casa, causando problemas na comunidade aquática, cujas preocupações são as mesmas ao se tratar de córregos que são utilizados para contato primário, principalmente por crianças, na periferia da cidade.

Segundo Lester e Birkett (1999), a água é um bom solvente para sólidos iônicos e requer uma grande quantidade de energia para ocorrer uma mudança na temperatura em corpos d'água, por isso é importante na proteção da fauna e flora, em termos de oxigênio dissolvido para a vida aquática, animais e plantas, como também as bactérias aeróbias para degradação de matéria orgânica. O nível de dureza depende da estrutura geológica, que representa a concentração de cálcio e magnésio, podendo ocorrer também com outros metais, como: estrôncio, ferro e magnésio. A vida aquática também depende da quantidade de nutrientes, e altas concentrações dessas substâncias podem levar a problemas de eutrofização.

É de grande importância um programa de monitoramento da qualidade da água em bacias hidrográficas, bem como determinações de fontes e cargas poluidoras, na qual a adequação dos pontos selecionados são analisados a partir do conhecimento prévio da ocupação e qualidade da água nos rios da bacia, utilizando parâmetros físico-químicos, como: turbidez, sólidos suspensos, cor, odor, sabor, temperatura, DQO, DBO_{5,20}, fósforo total, série nitrogenada, OD e indicadores biológicos que se referem aos organismos aquáticos, microrganismos presentes nos corpos hídricos, que são os coliformes e a clorofila- α , segundo Mesquita e Koibe (2003).

Motta (1997) descreve a necessidade de manejo adequado da qualidade das águas para garantir a qualidade e quantidades desejáveis aos seus diversos usos. Com o crescimento do consumo de água, pelo aumento no número da população e desenvolvimento industrial, a retirada das águas de mananciais e produção de resíduos líquidos e sólidos, a consequência é a alteração na qualidade dos recursos hídricos.

Segundo Porto (1991), o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos é um instrumento que permite a avaliação dos corpos de água, e tomadas de decisões quanto ao aproveitamento dos usos múltiplos da água possibilitam a minimização de impactos ambientais, e há um alerta em relação à quantidade da água disponível em que a qualidade pode revelar doenças de veiculação hídrica. Um planejamento detalhado dos corpos de água considera o acesso ao local de coleta, a quantidade de amostra satisfatória para as análises

laboratoriais, homogeneidade e observação da validade. Quanto aos objetivos do programa de monitoramento, frisa-se que é uma caracterização espacial e temporal, cujas variantes dependem dos propósitos da utilização dos dados gerados, como a identificação de áreas críticas, proteção dos diversos usuários do recurso hídrico e determinação de variações da qualidade da água em períodos específicos, bem como detectar tendências e propor ações preventivas.

No relatório da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras de SP (2003), consta sobre a origem de várias fontes poluidoras como o deflúvio superficial urbano e o deflúvio superficial agrícola, dependendo do tipo de uso e ocupação do solo. Cada fonte poluidora possui característica própria: os esgotos domésticos apresentam contaminantes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias; o poluente industrial contribui com uma variabilidade maior, dependendo da matéria-prima e dos processos industriais utilizados.

O aporte da quantidade de alguns compostos considerados poluentes em um corpo d'água, seja pela dispersão, difusão, transformações químicas e microbiológicas, podem reagir diminuindo sua concentração. Redes de monitoramento da qualidade da água podem ter os objetivos de avaliação da qualidade da água para os usos preponderantes (abastecimento público, recreação, irrigação), acompanhar a evolução da qualidade do manancial ao longo do tempo, uso do solo da bacia e de medidas de controle e avaliação do ambiente, considerando os sedimentos e material biológico, sendo essas observações parte dos objetivos deste trabalho, Tucci (2001).

Estudos desde 1941 mostram que alguns metais como o Hg, Cd, Zn e Pb, utilizados industrialmente, são considerados causadores de convulsões, enfermidades comuns e causadores de distúrbios nervosos e problemas cardíacos, Waite (1984).

4 METODOLOGIA

Indicadores de qualidade da água resumem o grande número de dados físicos, físico-químicos e bacteriológicos, possibilitando uma interpretação e reconhecimento das tendências da qualidade da água, ao longo do tempo e do espaço.

4.1 Parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas

O presente trabalho utiliza os índices de IQA_{Horton} , IQA_{Prati} , IQA_{Cetesb} , IQA_{IAP} , IQA_{IVA} e IQA_{IET} , para avaliar a qualidade das águas superficiais dos principais córregos de Campo Grande-MS. A Tabela 4.1 apresenta os parâmetros de qualidade utilizados em cada índice:

Tabela 4.1 - Parâmetros de qualidade utilizados nos índices

Parâmetros	Unidade	IQA_{Horton}	IQA_{PRATI}	IQA_{Cetesb}	IQA_{IAP}	IQA_{IVA}	IQA_{IET}
Alcalinidade Total	mg de $CaCO_3.L^{-1}$	X					
Al Total	mg de $Al.L^{-1}$				X		
Cd Total	mg de $Cd.L^{-1}$				X	X	
Pb Total	mg de $Pb.L^{-1}$				X	X	
Cloreto	mg de $Cl.L^{-1}$	X	X				
Cu Total	mg de $Cu.L^{-1}$				X	X	
C.F.	NMP.(100mL) ⁻¹	X		X	X		
Condutividade	$\mu S.cm^{-1}$	X					
Cromo Total	mg de $Cr.L^{-1}$				X	X	
$DBO_{5,20^{\circ}C}$	mg de $O_2.L^{-1}$		X	X	X		
DQO	mg de $O_2.L^{-1}$		X				
Fenóis	mg de $C_6H_5OH.L^{-1}$				X	X	
Fe Total	mg de $Fe.L^{-1}$		X		X		
Fósforo Total	mg de P.L ⁻¹			X	X		X
Mn Total	mg de $Mn.L^{-1}$		X		X		
Hg	mg de $Hg.L^{-1}$				X	X	
Ni Total	mg de $Ni.L^{-1}$				X	X	
NH_3	mg de $NH_3-N.L^{-1}$		X	X	X		
NKT	mg de N.L ⁻¹			X	X		
NO_3^-	mg de $NO_3^-N.L^{-1}$		X	X	X		
NO_2^-	mg de $NO_2^-N.L^{-1}$			X	X		
Nitrogênio Total	mg de N.L ⁻¹			X	X		
Oxigênio Dissolvido	mg de $O_2.L^{-1}$	X	X	X	X	X	
Óleos eGraxas	mg.L ⁻¹	X	X				
Permanganato	Mg de $O_2.L^{-1}$		X				
pH	-	X	X	X	X	X	
Poluição Óbvia	sim e não	X					
Sólidos Suspensos	mg.L ⁻¹		X				
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹			X	X		
Surfactantes	mg de $SO_4.L^{-1}$		X			X	
Temperatura da Água	°C	X		X	X		
Tratamento de Esgoto	%	X					
Turbidez	NTU			X	X		
Zn Total	mg de $Zn.L^{-1}$				X	X	

Fonte: Tabela elaborada pela autora.

4.2 Identificação dos pontos de amostragem

A Figura 4.1 mostra os 29 pontos de amostragem nos corpos de água no perímetro urbano da cidade de Campo Grande-MS, onde os pontos 28 e 29 estão localizados a montante e a jusante do Córrego Guararioba, na captação de águas da empresa responsável pela captação e distribuição de água.

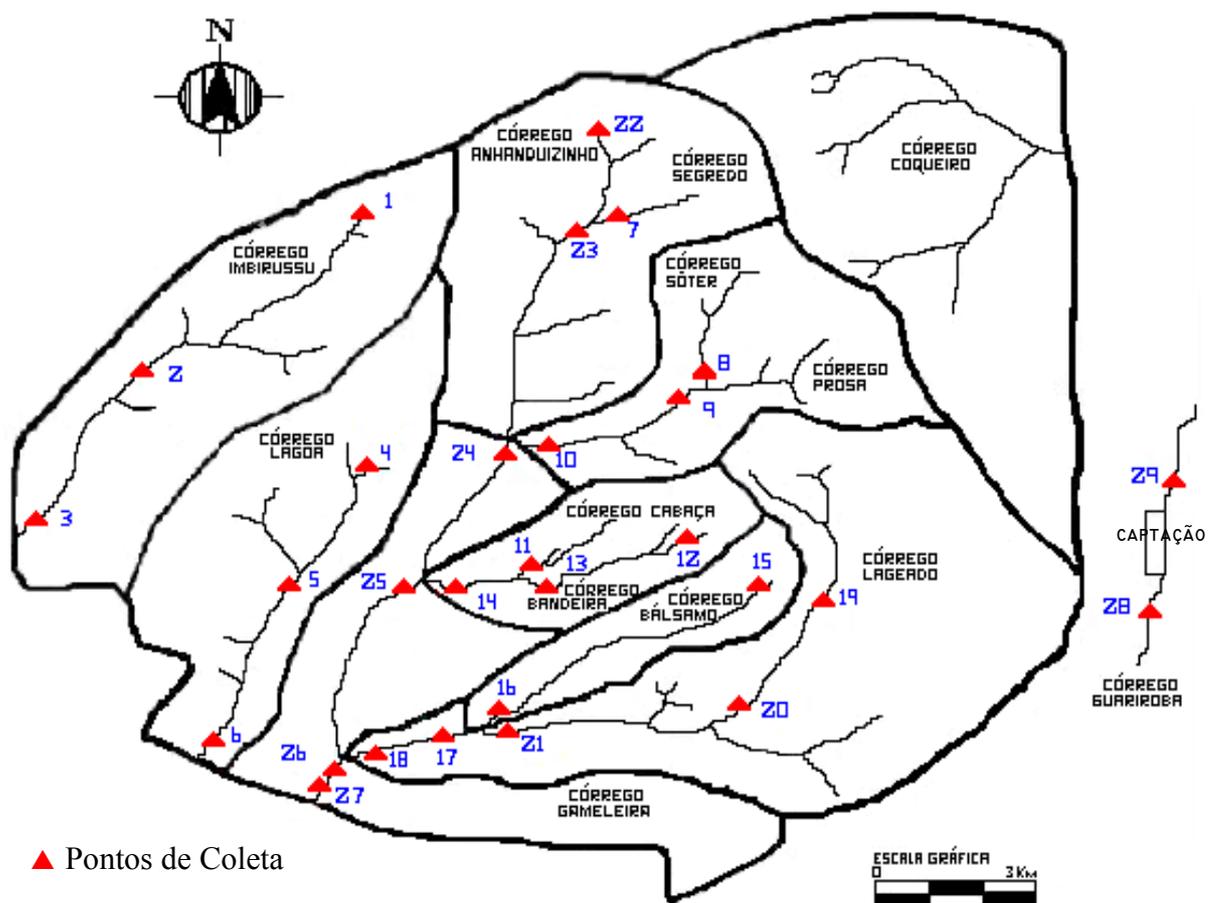


Figura 4.2 - Mapa dos corpos de água da cidade de Campo Grande-MS e identificação dos pontos de amostragem.

Fonte: adaptado, Queder (2003).

Existe uma cultura local que diz que o Córrego Segredo encontra-se com o Córrego Prosa nas imediações do Horto Florestal (Ponto 24 da Figura 4.2), região central da cidade, que desse Ponto em diante é conhecido como Córrego Anhanduizinho, porém, o Córrego Segredo deságua nas águas do Córrego Anhanduizinho nas imediações das pontes da Avenida Mascarenhas de Moraes (Ponto 23), região oeste da cidade. A nascente do Córrego

Anhanduizinho encontra-se na lagoa da Avenida Tamandaré, próximo à Universidade Católica Dom Bosco – UCBD.

4.3 Localização dos pontos de amostragem

A localização dos pontos de amostragem está representada na Tabela 4.2 georeferenciadas pelo Geomorena 2000 de imagem satélite, referenciada em relação a foz, a altitude, a latitude e a longitude, buscando os locais de melhor acesso e mais próximo, do possível ponto crítico, como: lançamento de esgoto doméstico ou industrial, os pontos de entrada e saída do perímetro urbano de Campo Grande-MS. Os Pontos amostrados foram georeferenciados pelo equipamento de Posicionamento Global por Satélite (GPS), Modelo: Brunton MNS.

Tabela 4.2 - Localização dos pontos de amostragem e distâncias entre os pontos em relação a foz

Ponto	Localização Dos Pontos De Amostragem	Altitude (m)	Latitude e Longitude	Distância (m)
1	Nascente do Córrego Imbirussu, no Jardim Beija-Flor	567	20°25'20 e 54°39'25	13.000
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	521	20°26'49 e 54°41'06	7.730
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	502	20°30'18 e 54°44'6	0
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	537	20°28'16 e 54°39'29	9.550
5	Córrego Lagoa, a jusante da foz do Córrego Buriti	506	20°30'09 e 54°40'05	5.420
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR 163	491	20°32'42 e 54°41'07	0
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	555	20°25'30 e 54°36'50	0
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	555	20°27'14 e 54°34'53	0
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	551	20°27'21 e 54°35'01	5.020
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	522	20°28'17 e 54°37'28	0
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	542	20°29'56 e 54°36'46	0
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	559	20°29'52 e 54°35'48	7.220
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	535	20°30'15 e 54°36'48	3.070
14	Foz do Córrego Bandeira, na Av. Ernesto Geisel	507	20°30'43 e 54°38'24	0
15	Próximo à nascente do Córrego Bálsamo	570	20°30'29 e 54°34'18	13.870
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	497	20°32'22 e 54°37'47	3.900
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	496	20°32'22 e 54°37'46	3.440
18	Foz do Córrego Bálsamo	495	20°32'42 e 54°39'08	0
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	589	20°29'03 e 54°33'22	13.420
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	536	20°31'44 e 54°33'58	7.360
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	496	20°32'22 e 54°37'46	0
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	583	20°24'57 e 54°37'12	14.280
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	539	20°26'27 e 54°37'14	11.210
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	521	20°28'20 e 54°37'30	9.810
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	506	20°30'16 e 54°38'26	5.880
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	491	20°33'06 e 54°39'36	1.200
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte da BR 163	477	20°33'46 e 54°40'11	0
28	A montante da captação de água	506	20°33'24 e 54°23'48	1.500
29	A jusante da captação de água	462	20°29'27 e 54°19'44	0

Fonte: Geomorena (2000).

4.4 Etapas das coletas e análises laboratoriais

A primeira campanha foi realizada nos meses de abril e maio, no outono. A segunda, em julho, agosto e setembro, no inverno. A terceira, na primavera, em um período de estiagem, novembro e dezembro de 2004 e a quarta, no verão, com período de cheias, em janeiro de 2005. Foram realizadas medidas de vazão para uma estimativa de volume de água em cada trecho estudado. As coletas, preservação de amostras e análises seguiram os procedimentos do *APHA, AWWA, WPCF* (1998).

As amostras dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram analisadas no Laboratório de Físico-Química na Empresa Sanágua.

As análises de metais foram realizadas no Laboratório de Absorção Atômica do Laboratório de Qualidade de Água da UFMS, utilizando o equipamento espectrômetro de Absorção Atômica Multi Seqüencial, modelo Varian 220 FS.

4.5 Métodos analíticos

Na tabela 4.3 são apresentados os métodos analíticos em águas, segundo *APHA, AWWA, WPCF* (1998):

Tabela 4.3 – Métodos analíticos dos parâmetros

Parâmetros	Método	APHA, AWWA, WPCF 20° Ed.
Alcalinidade Total	Titulométrico	4500-CO ₃ - C
Alumínio total	EAA, chama de óxido nitroso / acetileno	3030
Bário total	EAA, chama de óxido nitroso / acetileno	3030
Cádmio total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Chumbo total	EAA, chama de óxido nitroso / acetileno	3030
Clorofila- <i>a</i>	Colorimétrico	10200 - H
Cloretos	Titulométrico	4500 - Cl ⁻ - B
Cobre total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Coliformes Fecais	Multiple-Tube	9223
Condutividade	Eletrométrico	4500 - H ⁺ - B
DBO	Titulométrico	5210 - B
DQO	Titulométrico	5220 - B
Cr total	EAA, chama de óxido nitroso / acetileno	3030
Ferro total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Fenóis	Titulométrico	5530 - D
Fósforo Total	Colorimetria	4500-P - E
Manganês total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Mercurio total	EAA, com geração de vapor 'a frio	3112
Níquel total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Nitrogênio Amoniacal	Colorimetria Método Fenato	4500-NH ₃ - F
Nitrogênio Kldhal Total	Colorimetria Método Fenato	4500-N _{org} - C
Nitrogênio Nitrato	Colorimetria com Coluna de Cádmio	4500-NO ₃ ⁻ - E
Nitrogênio Nitrito	Colorimetria NED	4500-NO ₂ ⁻ - B
Oxigênio Dissolvido	Titulométrico por azida modificada	4500-O - B
Óleos e Graxas	Gravimétrico	5520 - D
Permanganatos	Titulométrico	4500 - KMNO ₄ - B
pH	Eletrométrico	4500-H ⁺ - B
Sólidos Suspensos	Gravimétrico	2540 - D
Sólidos Totais	Gravimetria	2540 - B
Surfactantes	Colorimétrico	5540 - C
Temperatura da Água	Termômetro °C	-
Turbidez	Turbidimétrico	2130
Zinco total	EAA, chama ar / acetileno	3030
Vazão (*)	Volumetia	-

Fonte: APHA, AWWA, WPCF (1998); *Porto; Zahed Filho Silva (1999).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliar a qualidade das águas nos córregos urbanos na cidade de Campo Grande-MS, serão discutidos, a seguir, os resultados por Índice de Qualidade das Águas aplicados neste estudo. Os resultados dos parâmetros de todas as coletas estão contidos no Anexo A.

5.1 Resultados para a aplicação do IQA_{Horton}

A Tabela 5.1 apresenta os resultados da aplicação do IQA_{Horton} , para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 a 2005:

Tabela 5.1 - Resultados do IQA_{Horton} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1ª campanha	2ª campanha	3ª campanha	4ª campanha	
1	Nascente do Córrego Imbirussu, no Jardim Beija-Flor	62	67	62	31	
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	33	67	16	16	
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	28	28	28	14	
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	33	62	31	31	
5	Córrego Lagoa, a jusante da foz do Córrego Buriti	14	33	29	62	
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR, em direção ao Imbirussu	31	63	29	58	
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	62	58	33	31	
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	33	67	58	33	
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	17	33	67	16	
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	17	31	16	17	
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	30	31	14	14	
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	38	73	33	37	
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	66	33	16	15	
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	33	67	33	31	
15	Próximo a nascente do Córrego Bálsamo	66	76	38	33	
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	67	67	33	33	
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	66	67	33	22	
18	Foz do Córrego Bálsamo	33	67	33	31	
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	76	76	39	36	
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	76	73	34	38	
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	72	70	35	35	
22	Próximo a nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	38	45	56	37	
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	29	33	33	33	
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	14	31	17	17	
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	58	58	29	29	
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	33	67	33	67	
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira na estrada Capão Seco	62	67	33	62	
28	A montante da captação de água	74	77	77	37	
29	A jusante da captação de água	72	74	37	37	
Cor de Qualidade		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Varição da Qualidade		91-100	71-90	51-70	26-50	0-25
Parâmetros: OD (% de saturação); %Tratamento de Esgoto servido; pH; C.F.; Cond.; Alc.; Cloreto; OG ; Poluição Óbvia; Temperatura da Água.						

Fonte: Tabela elaborada pela autora.

As Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4 mostram os mapas descritores para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{Horton}:

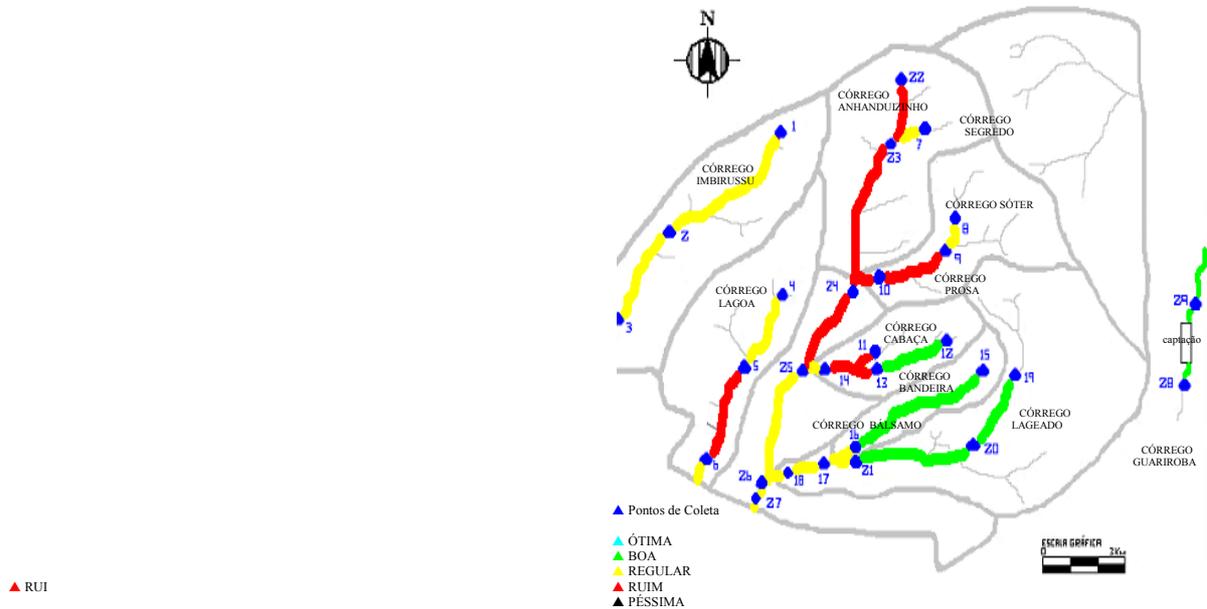


Figura 5.1: IQA_{Horton} 1ª campanha, outono de 2004.

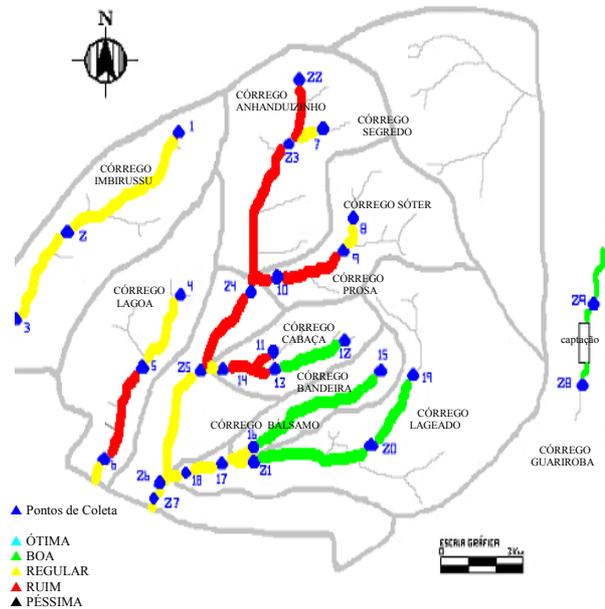


Figura 5.2: IQA_{Horton} 2ª campanha, inverno de 2004.

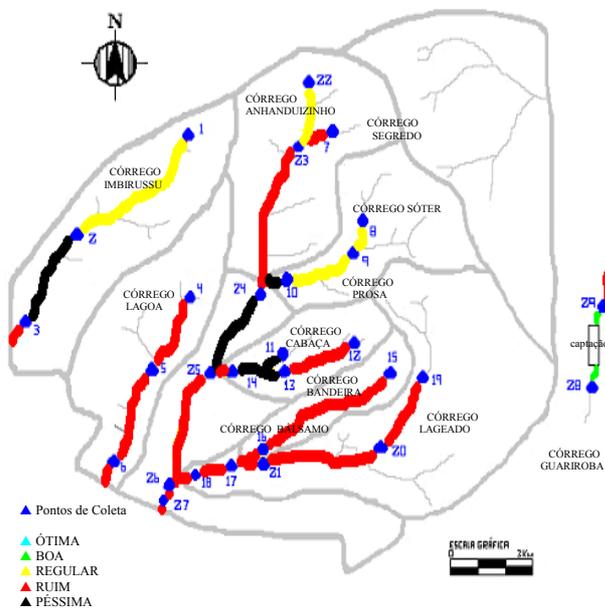


Figura 5.3: IQA_{Horton} 3ª campanha, primavera de 2004.

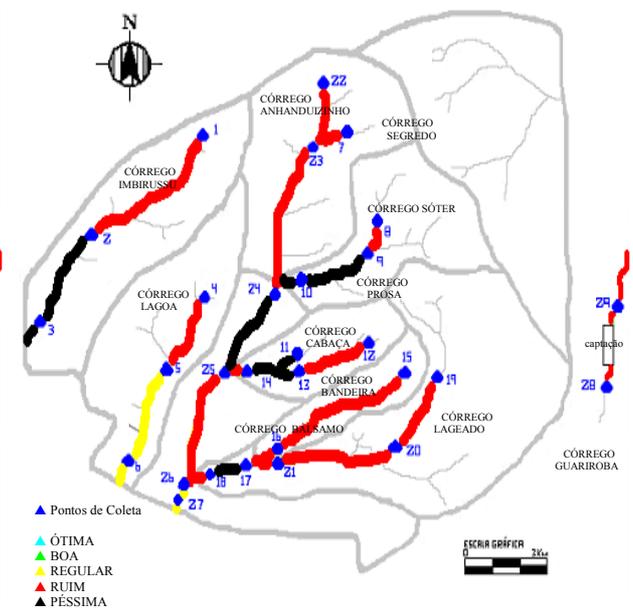


Figura 5.4: IQA_{Horton} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Lagoa

A qualidade de REGULAR a RUIM ocorreu onde os C.F. de $3.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ tem um OD de $5,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e a temperatura da água maior que a temperatura crítica, Figuras 5.8, 5.9 e 5.10. O Ponto 5, Figura 5.8, em abril/04 (outono), foi de qualidade RUIM em função do menor teor de OD de $3,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, nos limites da Classe 4 e com os coliformes fecais de $1.300.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, onde a temperatura da água foi maior que a temperatura crítica. Constatou-se que no Ponto 5, a variante de temperatura da água em relação à temperatura crítica, foi o fator que alterou de REGULAR para RUIM, para um C.F. de $17.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e o OD de $3,2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

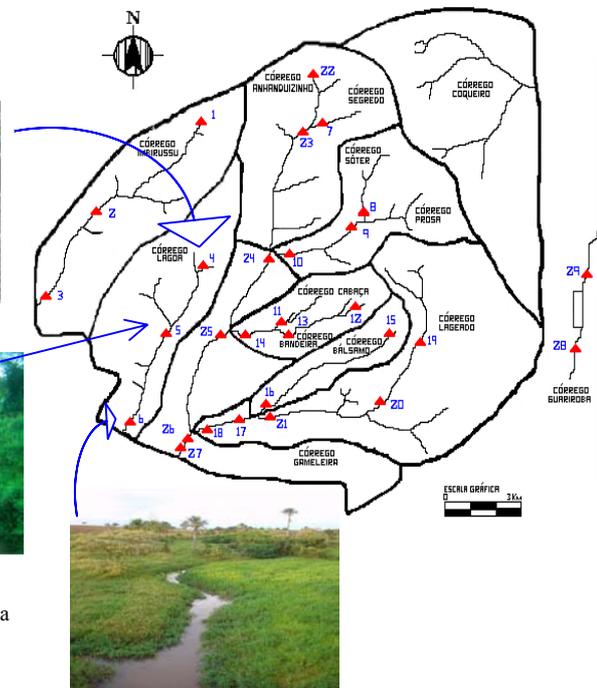
Figura 5.8: Próximo à nascente, Lagoa



Figura 5.9: Jardim Buriti, Lagoa



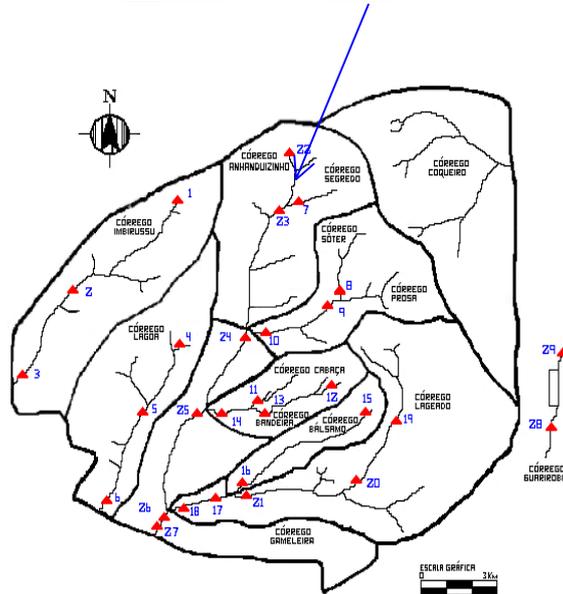
Figura 5.10: Na BR em direção ao Imbirussu, Lagoa



Córrego Segredo

No Ponto 7, Figura 5.11, a qualidade variou de REGULAR para RUIM, pelos altos níveis de C.F. (acima dos limites da Classe 4 da Resolução Conama nº 357/05, e maiores que $100.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, cuja nota foi zero para o cálculo final do índice, baixos teores de OD de até $3,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, nos limites da Classe 3 da Resolução Conama nº 357/05. Nas coletas de novembro/04 (primavera) e janeiro/05 (verão), as temperaturas da água foram maiores que a temperatura crítica.

Figura 5.11: Próximo a foz, Segredo



Córrego Sóter

Variou de REGULAR para RUIM, Ponto 8, Figura 5.12, em função das concentrações de C.F. de $800.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, de nota zero para o cálculo final, embora o OD mostrou-se em condições de padrões segundo a Resolução Conama nº357/05 de até $7,0$ e $6,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, com exceção na terceira campanha. Nas coletas de abril/04 (outono) e janeiro/05 (verão) as temperaturas das águas foram maiores que a temperatura crítica. A precipitação atmosférica que antecedeu à coleta em abril/04 e janeiro/05 pode ter sido um fator para alterar a qualidade devido ao deflúvio superficial.

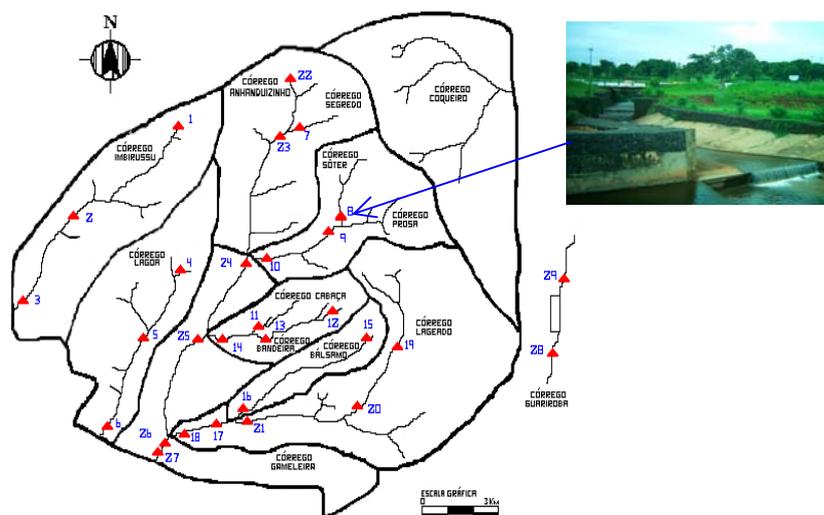


Figura 5.12: Foz, Sóter



Córrego Prosa

Os Pontos 9 e 10, Figuras 5.13 e 5.14 respectivamente, foram amostrados no Córrego Prosa, cujos C.F. tiveram nota zero para o cálculo final, chegando a $50.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ em janeiro/05 (verão), com uma variação da qualidade de REGULAR, RUIM e PÉSSIMA, onde o OD tiveram condições padrões segundo a Resolução Conama nº 357/05 em dois eventos nos Pontos 9 e 10 (de 7,0 e 6,0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente, de OD). Os pontos com qualidade PÉSSIMA foram onde as temperaturas das águas encontraram-se maiores que a temperatura crítica.

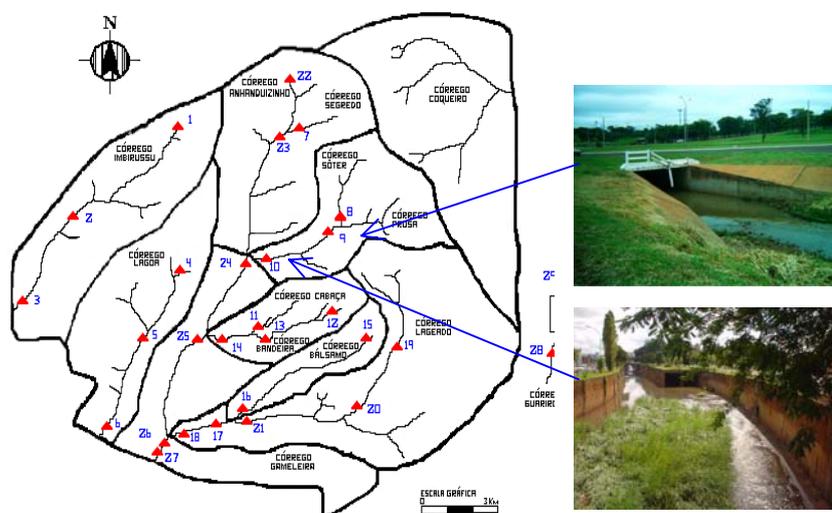


Figura 5.13: Jusante do Sóter, Prosa



Figura 5.14: Foz, Prosa



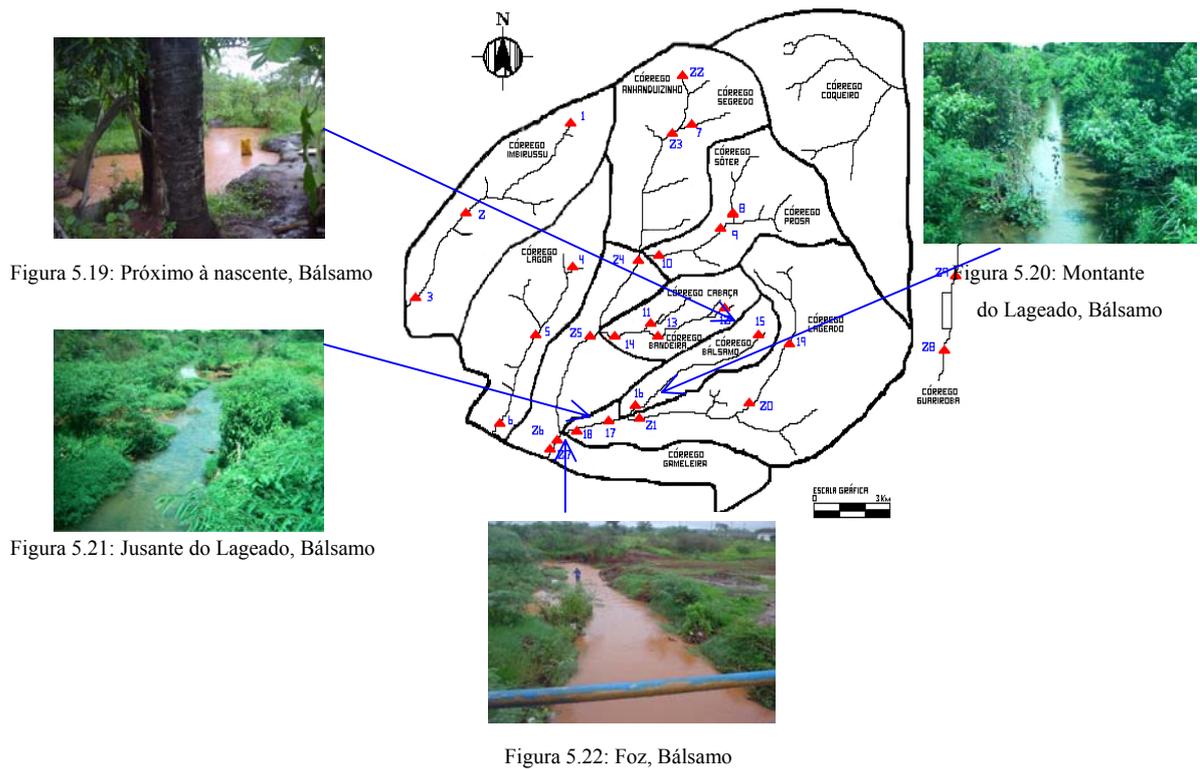


Figura 5.19: Próximo à nascente, Balsamo

Figura 5.21: Jusante do Lageado, Balsamo

Figura 5.22: Foz, Balsamo

Córrego Lageado

Variou de BOA para RUIM no Ponto19, Figura 5.23, porque as temperaturas das águas, em dezembro/04 (verão) e janeiro/05 (verão), foram maiores que a temperatura crítica. Os Pontos onde a qualidade apareceu BOA, Pontos 19 e 20, Figuras 5.23 e 5.24 respectivamente, os C.F. receberam nota oitenta e as temperaturas das águas foram menores que a crítica, observando que o OD encontrou-se nas condições padrões estabelecidas na Legislação Conama nº 357/05, para a Classe 2, não inferior a $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ com exceção ao Ponto 21, Figura 5.25, em janeiro/05 (verão). No entanto, a qualidade RUIM, na foz, os C.F. tiveram nota oitenta e as temperaturas foram maiores que a crítica. Para esse índice a presença da precipitação atmosférica pode ser um fator que contribui para a qualidade RUIM, no mês de janeiro/05 (verão), em todos os trechos analisados.

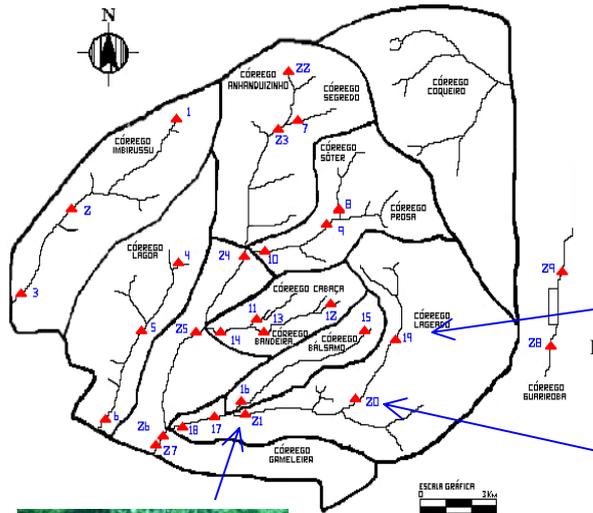


Figura 5.23: Jusante da captação de água, Lageado



Figura 5.24: Montante da captação de água, Lageado



Figura 5.25: Foz, Lageado

Córrego Anhanduizinho

O IQA_{Horton} , próximo à nascente, Figura 5.26, teve uma qualidade REGULAR para RUIM, sendo que a qualidade REGULAR, em novembro/04 (primavera), teve nota zero para coliformes fecais, portanto, recebeu nota cem para os cálculos do índice; porém, a temperatura da água foi maior que a crítica. Nos demais trechos, Figuras 5.27, 5.28, 5.29, 5.30 e 5.31, os coliformes tiveram nota zero e a qualidade variou de REGULAR para RUIM, principalmente à jusante da foz do Córrego Prosa, Figura 5.28 com qualidade PÉSSIMA, com recuperação para REGULAR e variação de RUIM, até a saída do perímetro urbano, Figura 5.31, em função da reoxigenação, cujos valores de OD incidem nos cálculos finais, onde as temperaturas das águas foram maiores que a temperatura crítica.



Figura 5.27: Jusante do Segredo, Anhanduizinho



Figura 5.28: Jusante do Prosa, Anhanduizinho



Figura 5.29: Jusante do Bandeira, Anhanduizinho



Figura 5.26: Próximo à nascente, Anhanduizinho

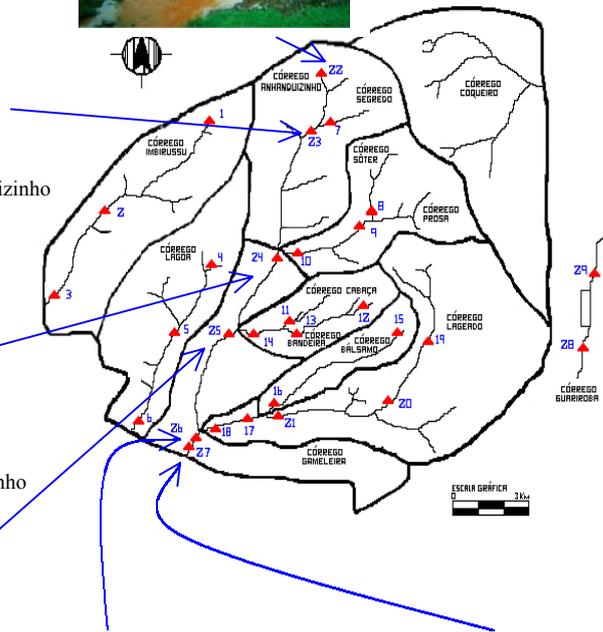


Figura 5.30: Jusante do Balsamo, Anhanduizinho



Figura 5.31: Saída do perímetro urbano Anhanduizinho

Córrego Guarairoba

Variou de BOA para RUIM, cuja qualidade RUIM apareceu apenas uma vez na última campanha (verão) de coleta no Ponto 28, Figura 5.32, e duas vezes para o Ponto 29, Figura 5.33, porque os C.F. de $2.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ receberam nota oitenta e as temperaturas das águas foram maiores que a crítica.

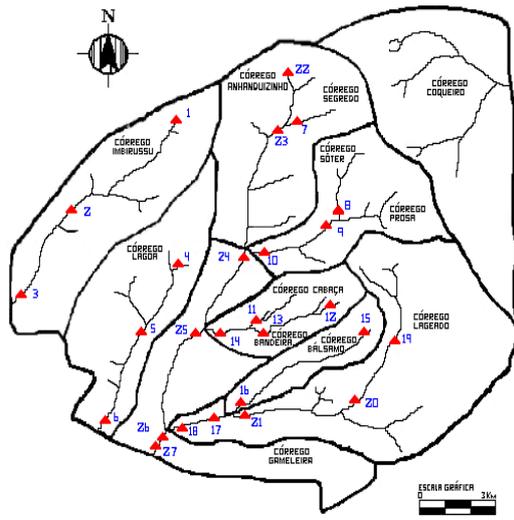


Figura 5.33: Jusante da captação de água, Guariroba



Figura 5.32: Montante da captação de água, Guariroba

5.2 Resultados para a aplicação do IQA_{Prati}

A Tabela 5.2 apresenta a performance de qualidade para o IQA_{Prati} para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 e 2005:

Tabela 5.2 - Resultados do IQA_{Prati} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	
		campanha	campanha	campanha	campanha	
1	Nascente do Córrego Imbirussu, no Jardim Beija-Flor	1	1	1	1	
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	2	2	2	2	
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	4	2	4	4	
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	2	2	2	2	
5	Córrego Lagoa, à jusante da foz do Córrego Buriti	2	1	2	2	
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR em direção ao Imbirussu	1	2	2	2	
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	2	1	1	4	
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	2	1	2	1	
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	2	1	2	4	
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	2	2	2	2	
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	4	2	4	2	
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	2	1	2	2	
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	1	2	2	1	
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	2	1	2	2	
15	Próximo a nascente do Córrego Bálsamo	8	1	4	2	
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	4	2	2	2	
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	4	1	4	2	
18	Foz do Córrego Bálsamo	8	2	8	4	
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	1	1	1	2	
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	2	1	2	2	
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	2	1	2	2	
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	2	1	2	4	
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	1	1	1	1	
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	2	2	2	2	
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	2	2	2	2	
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	5	2	4	4	
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira estrada de Capão Seco	6	2	8	4	
28	A montante da captação de água	1	1	1	1	
29	A jusante da captação de água	1	1	2	1	
Cor de Qualidade		EXCELENTE	ACEITÁVEL	LEVEMENTE POLUÍDO	POLUÍDO	EXTREMAMENTE POLUÍDO
Varição da Qualidade		1	2	4	8	>8
Parâmetros: OD (% de saturação); pH; DBO _{5,20} ; DQO; Sólidos Suspensos; NH ₃ ; NO ₃ ⁻ ; Cloretos; Fe Total; Permanganatos; Mn Total.						

Fonte: Tabela elaborada pela autora.

As Figuras 5.34, 5.35, 5.36 e 5.37 mostram os mapas descritores em destaque para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{Prati}:

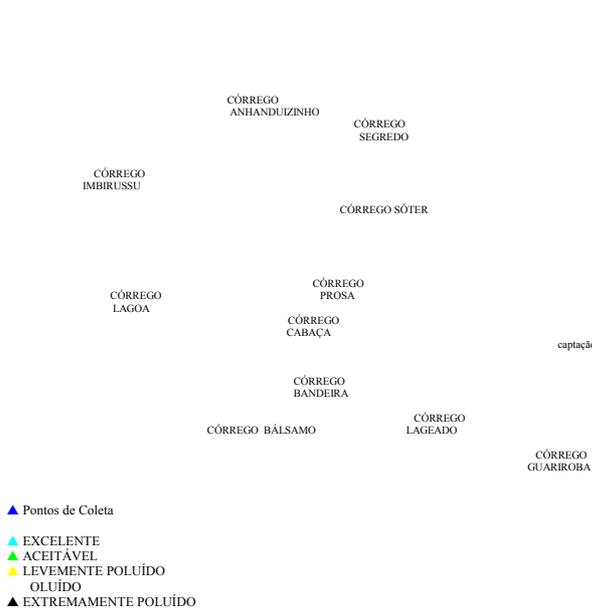


Figura 5.34: IQA_{Prati} 1ª campanha, outono de 2004.

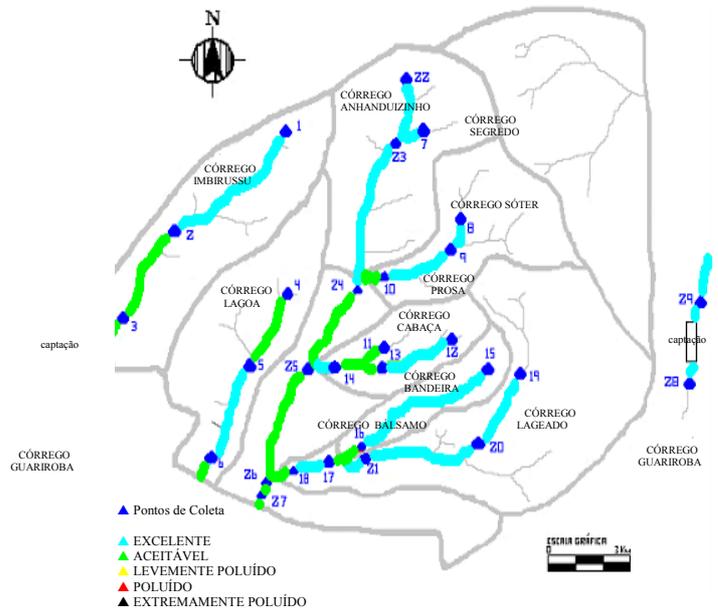


Figura 5.35: IQA_{Prati} 2ª campanha, inverno de 2004.

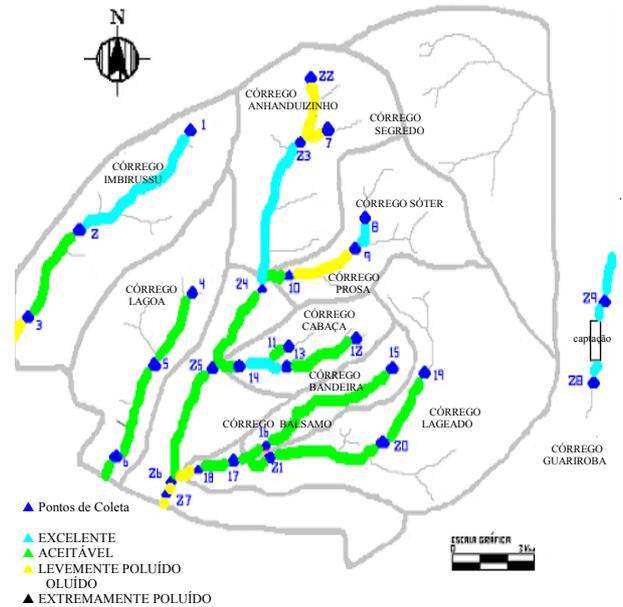


Figura 5.36: IQA_{Prati} 3ª campanha, primavera de 2004.

Figura 5.37: IQA_{Prati} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Imbirussu

Descreveu uma condição EXCELENTE para todas as campanhas do Ponto 1, Figura 5.5. No Ponto 2, Figura 5.6, foi de ACEITÁVEL, em todas as campanhas, em função dos valores do metal Mn, acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 3, de no mínimo $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$. No Ponto 3, Figura 5.7, a qualidade foi de ACEITÁVEL a LEVEMENTE POLUÍDA, o metal Mn apresentou-se acima da Resolução Conama nº 357/05, da Classe 3, com exceção em julho/04 (inverno) e janeiro/05 (verão), e o OD apresentou-se abaixo do limite para a Classe 4 (de no mínimo $2,4 \text{ mg.L}^{-1}$) em todos os resultados.

Córrego Lagoa

Teve variação de EXCELENTE a ACEITÁVEL, os valores do Mn apresentaram-se acima da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 1 (de no mínimo $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$), em dois resultados do Ponto 4, Figura 5.8, em todas as campanhas do Ponto 5, Figura 5.9, onde dois resultados de OD são de $3,2$ e $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$, para a Classe 4, e nas duas últimas coletas no Ponto 6, Figura 5.10, mesmo com um OD nos limites da Classe 4 (não inferior a $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$). O Fe total é um parâmetro que contribui nos cálculos finais e não possui limites estabelecidos pela Legislação Conama nº 357/05.

Córrego Segredo

Variou de EXCELENTE, ACEITÁVEL e LEVEMENTE POLUÍDA, Ponto 7, Figura 5.11, cujos valores de OD apresentaram-se nos limites da Classe 3, da Resolução CONAMA nº 357/05 (não inferior a $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$), para três resultados e um, para a Classe 4 (superior a $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$). A qualidade de LEVEMENTE POLUÍDO foi em função da $\text{DBO}_{5,20}$ de $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e DQO de 23 mg.L^{-1} .

Córrego Sóter

Variou de EXCELENTE a ACEITÁVEL, Ponto 8, Figura 5.12, embora o Nitrato não se apresentou acima da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 1 de no mínimo $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$, mas os resultados influenciaram na qualidade ACEITÁVEL, em abril/04 (outono), juntamente com a $\text{DBO}_{5,20}$ de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e DQO de 17 mg.L^{-1} , enquanto que em novembro/04 a $\text{DBO}_{5,20}$ foi de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e DQO de 26 mg.L^{-1} . Embora o parâmetro Fe total não apresente limites na Resolução Conama nº 357/05, os resultados contribuíram para o cálculo final do índice.

Córrego Prosa

Variou de EXCELENTE a ACEITÁVEL, Pontos 9 e 10, Figuras 5.13 e 5.14 respectivamente, com a $\text{DBO}_{5,20}$ de no máximo $18,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e presença de Fe total de $4,78 \text{ mg.L}^{-1}$ (mesmo sem limites estabelecidos pela Legislação Conama nº 357/05) e Nitratos de $3,72 \text{ mg.L}^{-1}$ no Ponto 9, pois contribuíram para o cálculo final desse índice.

Córrego Cabaça

Variou de ACEITÁVEL para LEVEMENTE POLUÍDA, Ponto 11, Figura 5.15, embora os valores de Cloretos apresentaram-se nos limite da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 1 (de no mínimo 250 mg.L^{-1}), contribuíram para uma elevação no valor do índice. A $\text{DBO}_{5,20}$, apresentou-se no limite da Classe 2 de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, em novembro/04 e janeiro/05, e Classe 3 de $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$, em abril/04, concomitante valores baixos de OD para as Classes 3 e 4, porém os valores do metal Mn revelaram-se abaixo dos limites da Classe 3, inferior a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$, com exceção de dezembro/04, para a Classe 1.

Córrego Bandeira

Variou de EXCELENTE a ACEITÁVEL, no Ponto 12, Figura 5.16, onde os resultados para Mn apresentaram-se acima da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 3, de no mínimo

0,5 mg.L⁻¹, com exceção na segunda coleta de 0,03 mg.L⁻¹. O trecho na entrada do Lago do Amor, Ponto 13, Figura 5.17, a qualidade variou de EXCELENTE a ACEITÁVEL, em função dos Nitratos, embora apresentaram-se abaixo da Resolução Conama nº 357/05 contribuíram para a elevação do índice. Na foz do Córrego Bandeira, em janeiro/05, Ponto 14, Figura 5.18, o metal Mn apresentou-se acima da Resolução Conama nº 357/05, em um resultado nos limites da Classe 3, favorecendo a qualidade ACEITÁVEL.

Córrego Bálsamo

Variou de EXCELENTE, ACEITÁVEL, LEVEMENTE POLUÍDA e POLUÍDA, os valores de Cloretos, sem estar em desconformidade com a Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 1, de no mínimo 250 mg.L⁻¹; contribuíram para esse índice, no entanto, o Fe total com resultados de 5,75 mg.L⁻¹ (sem limite estabelecido pela Legislação Conama nº 357/05), também influenciou no cálculo final. O Mn apresentou um aumento gradativo nos Pontos seguintes até à foz do Córrego, sendo que no Ponto 15, Figura 5.19, os valores apresentaram-se compatíveis com a Legislação Conama nº 357/05, para a Classe 1; os Pontos 16 e 17, Figuras 5.20 e 5.21, estão conformes para a Classe 3 (de 0,5 mg.L⁻¹), e a foz, Ponto 18, Figura 5.22, ultrapassa todos os limites da Classe 4, chegando a resultados de 2,41 mg.L⁻¹.

Córrego Lageado

Teve qualidade EXCELENTE no Ponto 19, Figura 5.23, embora o Mn apresentou-se acima da Resolução Conama nº 357/05, em duas campanhas de coleta. Um evento em dezembro/04, para a Classe 3, e em janeiro/05, para a Classe 4, de 0,70 mg.L⁻¹. No Ponto 20, Figura 5.24, a DBO_{5,20} teve valor acima do limite da Legislação Conama nº 357/05, em abril/04, para a Classe 3 (de 8,0 mg.L⁻¹), e dezembro/04 para a Classe 4 (de 5,0 mg.L⁻¹), enquanto que o Mn apresentou-se em desconformidade para a Classe 2 (de 0,15 mg.L⁻¹) apenas em janeiro/05, teve qualidade ACEITÁVEL. O Ponto 21, Figura 5.25, teve um maior índice de concentração de Mn, na Classe 3, em três campanhas de coleta com resultado de 0,49 mg.L⁻¹, com exceção em setembro/04. O Fe contribuiu para os cálculos finais (sem limite estabelecido pela Legislação Conama nº 357/05), cujos resultados chegam a 5,69 mg.L⁻¹.

Córrego Anhanduizinho

Com qualidade EXCELENTE em uma amostragem do Ponto 22, Figura 5.26, e em todas as coletas no Ponto 23, Figura 5.27. A variante de qualidade LEVEMENTE POLUÍDA no Ponto 22, foi em função de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de $\text{DBO}_{5,20}$ com 44 mg.L^{-1} de DQO, com $3,77 \text{ mg.L}^{-1}$ de Fe Total e $1,10 \text{ mg.L}^{-1}$ de Nitrogênio Amoniacal. Nos Pontos 24 e 25, Figuras 5.28 e 5.29 respectivamente, a condição ACEITÁVEL teve como fatores a carga de $\text{DBO}_{5,20}$ com $8,0 \text{ mg.L}^{-1}$, com DQO de $39,0 \text{ mg.L}^{-1}$, de $5,14 \text{ mg.L}^{-1}$ de Nitrogênio Amoniacal e $6,80 \text{ mg.L}^{-1}$ de Nitratos e OD com três resultados abaixo da Classe 3 da resolução Conama nº 357/05 (não inferiores a $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$). A condição POLUÍDA nos Pontos 26 e 27, Figuras 5.30 e 5.31 respectivamente, foram resultados dos valores de carga orgânica de $\text{DBO}_{5,20}$ de $13,0$ e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O parâmetro Mn total teve valores acentuados a partir da foz do Córrego Bálsamo.

Córrego Guariroba

A qualidade foi EXCELENTE, para o $\text{IQA}_{\text{Prati}}$ a montante da captação da empresa de abastecimento público, Ponto 28, Figura 5.32, já a jusante, Ponto 29, Figura 5.33, a qualidade variou de EXCELENTE a ACEITÁVEL em função da presença de Fe total, embora sem limite da Resolução Conama nº 357/05, mas contribuiu para o cálculo final do índice com o resultado de $6,97 \text{ mg.L}^{-1}$.

5.3. Resultados para a aplicação do IQA_{Cetesb}

A Tabela 5.3 apresenta a performance de qualidade para o IQA_{Cetesb} para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 a 2005:

Tabela 5.3 - Resultados do IQA_{Cetesb} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1ª	2ª	3ª	4ª	
		campanha	campanha	campanha	campanha	
1	Nascente do Córrego Imbirussu. no Jardim Beija-Flor	49	56	47	32	
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	47	50	44	41	
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	36	35	31	34	
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	49	43	46	50	
5	Córrego Lagoa, a jusante da foz do Córrego Buriti	37	46	41	50	
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR em direção ao Imbirussu	46	50	51	39	
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	44	41	50	40	
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	48	50	39	47	
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	49	47	44	37	
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	45	39	39	46	
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	40	42	38	37	
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	67	59	53	57	
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	51	51	43	47	
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	51	50	49	48	
15	Próximo à nascente do Córrego Bálsamo	42	50	51	46	
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	37	48	44	48	
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	41	48	37	41	
18	Foz do Córrego Bálsamo	37	41	37	37	
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	68	67	68	61	
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	64	60	56	59	
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	60	61	60	59	
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	53	65	77	47	
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	43	41	49	51	
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	38	37	46	48	
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	39	37	39	37	
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	40	49	45	42	
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira na estrada Capão Seco	40	39	37	40	
28	A montante da captação de água	68	70	65	67	
29	A jusante da captação de água	58	65	67	64	
Cor de Qualidade		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Variação da Qualidade		79<X≤100	51<X≤79	36<X≤51	19<X≤36	≥19

Parâmetros: OD (% de saturação); C.F.; pH; DBO5,20; Nitrogênio Total; Fósforo Total; Temperatura da Água; Turbidez; Sólidos Totais.

Fonte: Tabela elaborada pela autora

As Figuras 5.38, 5.39, 5.40 e 5.41 mostram os mapas descritores em destaque para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{Cetesb}:

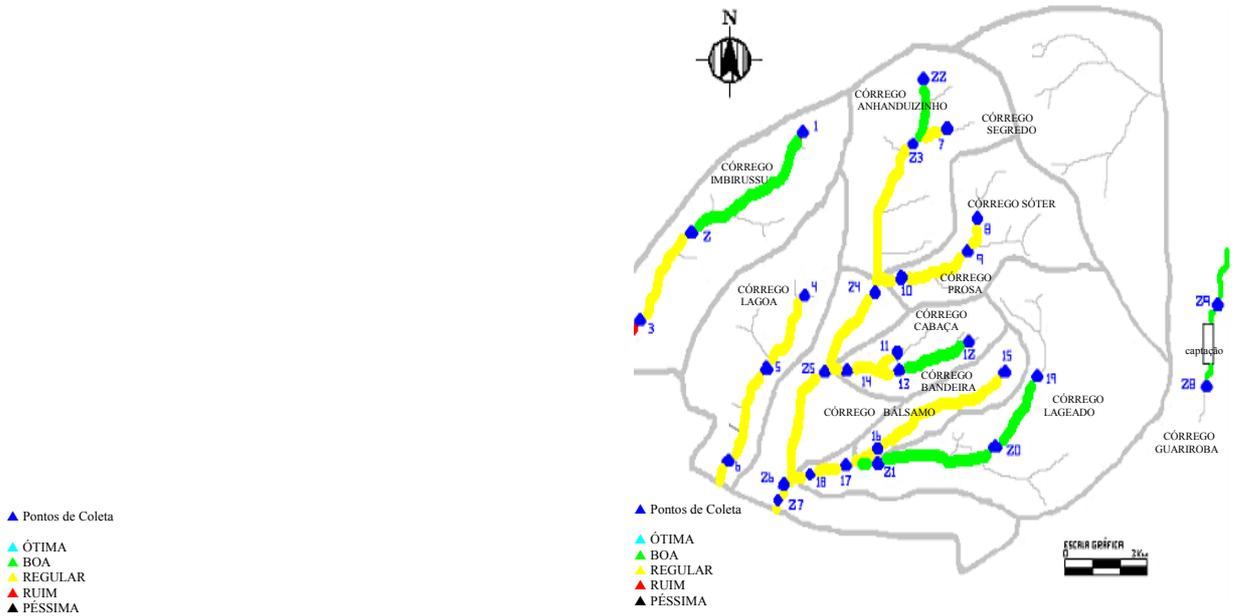


Figura 5.38: IQA_{Cetesb} 1ª campanha, outono de 2004.

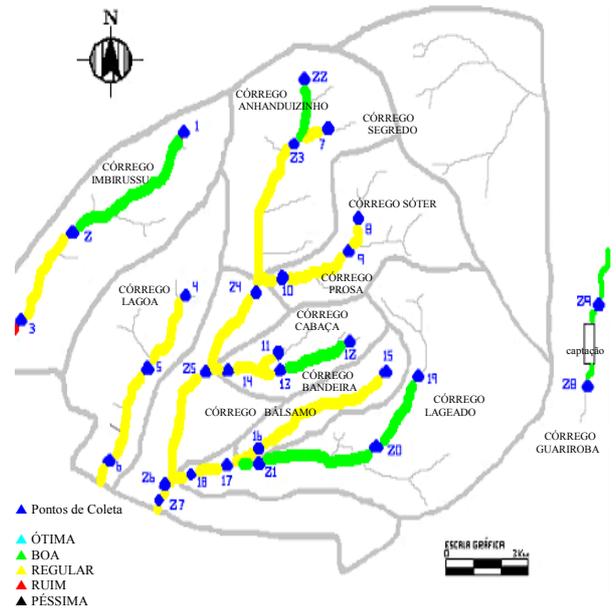


Figura 5.39: IQA_{Cetesb} 2ª campanha, inverno de 2004.

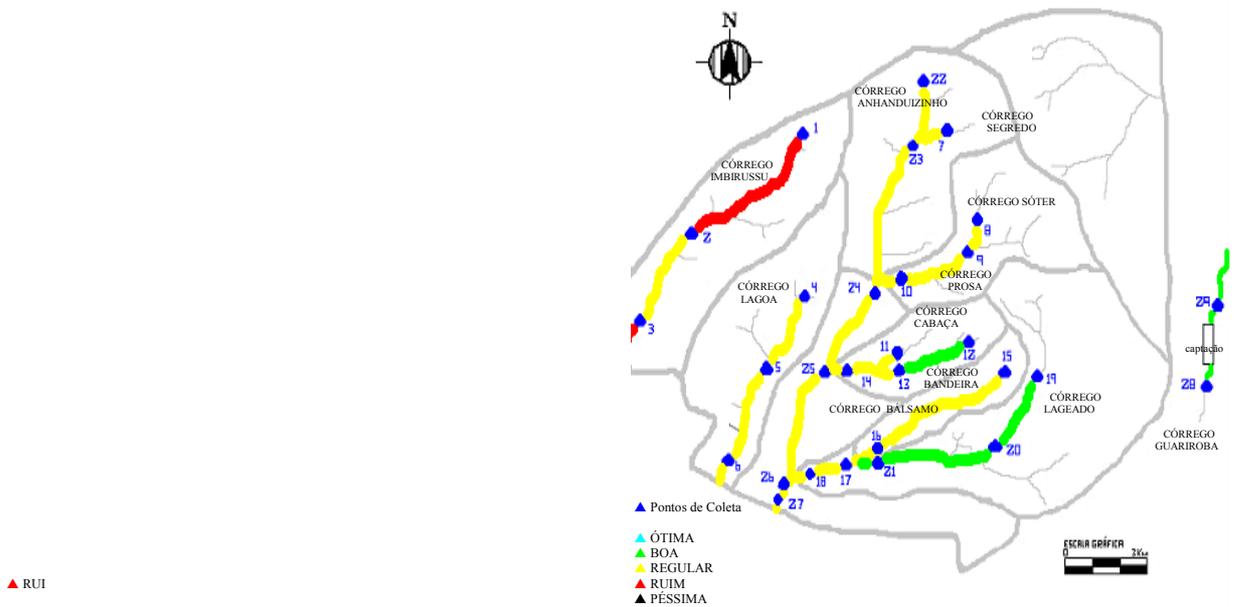


Figura 5.40: IQA_{Cetesb} 3ª campanha, primavera de 2004.

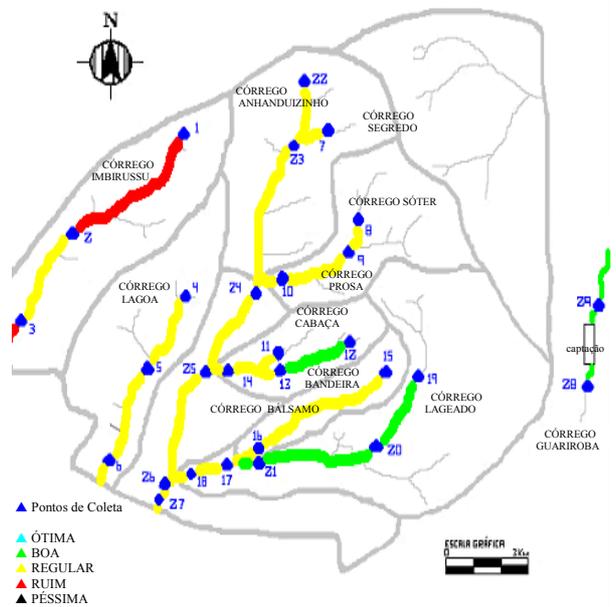


Figura 5.41: IQA_{Cetesb} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Imbirussu

O Ponto 1, Figura 5.5, na nascente do Córrego Imbirussu, as margens apresentaram-se preservadas; esgoto doméstico foi observado com lançamento “*in natura*” e o lixo jogado nas margens e nas águas, por existir ali, uma moradia. O reflexo é o resultado da variação da qualidade de BOA, REGULAR e RUIM, os altos valores de C.F. de 2.400.000 NMP.(100mL)⁻¹ com 0,674 mg.L⁻¹ de fósforo total, foram os principais indicadores, apresentou piora na qualidade em dois resultados abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05, estando na Classe 3 e 4, assim como a turbidez com resultados acima da Legislação Conama nº 357/05 para a Classe 4, na amostragem de janeiro/05 (verão), com 169 NTU. A qualidade BOA apareceu em julho/04 (inverno), embora os C.F. ultrapassem os limites de 4.000 NMP.(100mL)⁻¹ para a Classe 4, com um maior valor de OD de 6,0 mg.L⁻¹. A qualidade RUIM foi encontrada na última coleta e observou-se que a precipitação com ocorrência de quatro horas antes e durante a coleta, pode ter possibilitado a lavagem superficial do solo e carreamento para as águas do trecho em estudo. O Ponto 2, Figura 5.6, no Jardim Pantanal, nas proximidades do aeroporto, a margem esquerda do Córrego apresentou-se preservada, porém a margem direita apresentou-se desmatada e existem moradias, onde se torna visível a poluição com o lançamento de esgoto doméstico e lixo nas margens e nas águas, o odor característico de matéria orgânica em decomposição, cujos valores de C.F. de 2.400.000 NMP.(100mL)⁻¹ e fósforo total de 0,460 mg.L⁻¹, com todos os resultados acima da Legislação Conama nº 357/05, para a Classe 4, e turbidez com três resultados nos limites da Classe 1 (de 40 NTU), foram os indicadores principais para a qualidade REGULAR e, considerando a ocorrência de precipitação e lavagem superficial do solo com carreamento para as águas. O Ponto 3, Figura 5.7, a jusante do núcleo industrial, onde há possíveis despejos industriais, as margens apresentaram-se preservadas, a qualidade é RUIM, em função dos altos valores de C.F. de 800.000 NMP.(100mL)⁻¹ e fósforo total de 1,254 mg.L⁻¹, com os resultados acima da Classe 4 da Legislação Conama nº 357/05 e baixos valores de OD para os limites da Classe 3 (4,0 mg.L⁻¹), todos para avaliação sob o ponto de vista do índice de IQA_{Cetesb.}, onde a ocorrência de precipitação atmosférica anterior à coleta e durante, cerca de quatro horas, não há observação de alterações nas características das amostras analisadas do trecho estudado.

Córrego Lagoa

O Ponto 4, Figura 5.8, próximo a nascente, cujas margens apresentaram-se preservadas, a jusante da Vila Militar de condomínio fechado, fundo de uma chácara de propriedade particular com moradias construídas de madeiras e alvenarias, não há caracterização de lançamento de esgoto doméstico e sem presença de lixo às margens do córrego, porém, logo na entrada do curso de água na chácara, que vem da Vila Militar, as águas vertem de uma pequena cachoeira, favorecendo uma autodepuração, com uma intensidade de odor característico de esgoto e o reflexo foi o resultado REGULAR, os altos valores de C.F. de até $3.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e fósforo total de $0,361 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ acima da Legislação Conama nº 357/05 para a Classe 4, turbidez com três resultados nos limites da Classe 2 (100 NTU) da Resolução Conama nº 357/05 que apontaram para essa qualidade, embora o OD de $5,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ mostrou-se em condições de padrões segundo a Resolução Conama nº 357/05, mesmo com a ocorrência de precipitação, cerca de quatro horas antecedente a coleta, não houve observação de degradação da qualidade das águas em estudo. O Ponto 5, Figuras 5.41 e 5.42, a jusante da foz do Córrego Buriti, tem um histórico de urbanização da área no período em estudo, onde, nos meses de abril (outono), julho (inverno) e novembro/04 (primavera), o local apresentou-se com as margens desmatadas e com maquinários para pavimentação, cujos valores de C.F. de $2.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, fósforo total de $0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, foram os indicadores principais para a qualidade REGULAR, embora um resultado de fósforo total $0,10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ respeitou os limites da Classe 1, também se observou alterações para sólidos totais, em relação à extensão do Córrego, e, o Ponto 6, Figura 5.10, as margens encontraram-se preservadas, a qualidade é REGULAR em função dos altos valores de C.F. de $170.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e fósforo total de $0,250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 (exceto um resultado para a Classe 3) e baixos teores de OD nos limites da Classe 3 (de $4,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$).

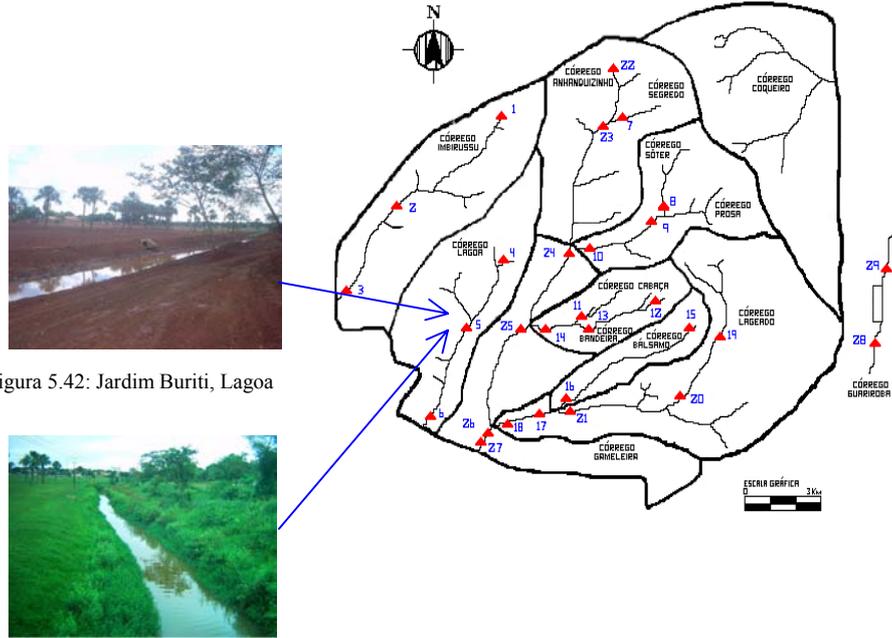


Figura 5.42: Jardim Buriti, Lagoa

Figura 5.43: Jardim Buriti, Lagoa, após revitalização

Córrego Segredo

O Ponto 7, Figura 5.11, próximo à foz do Córrego Segredo, as margens apresentaram-se preservadas, não houve caracterização de lançamento de esgoto doméstico e sem presença de lixo, os resultados apontaram para a qualidade REGULAR para o IQA_{Cetesb} , em função dos altos valores de C.F. de $2.200.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, fósforo total de $0,924 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e baixos níveis de OD (de $3,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) e dois resultados para turbidez nos limites da Classe 2 (de 100 NTU) da Legislação Conama nº 357/05. Na última etapa de coleta, a presença de precipitação atmosférica antes e durante a coleta, cerca de cinco horas, pode ter favorecido a lavagem superficial do solo.

Córrego Sóter

O Ponto 8, Figura 5.12, na foz do Córrego Sóter, as águas escorriam por um leito impermeável, a qualidade das águas foi de REGULAR para o IQA_{Cetesb} , em função dos valores de C.F. de $3.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e fósforo total acima dos limites da Classe 4 da Resolução Conama nº 357/05 (valores maiores que $0,15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), bem como a turbidez com três resultados para a Classe 2 (de 100 NTU).

Córrego Prosa

Nos Pontos 9 e 10, Figuras 5.13 e 5.14 respectivamente, as águas escoavam por um leito impermeável, sem mata ciliar, e o aspecto das águas era de despejo de esgoto doméstico, sem presença de lixo às margens do córrego e os resultados apontaram para a qualidade REGULAR, em função dos altos valores de C.F. de $50.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, e fósforo total de $0,625 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4, com uma carga de $\text{DBO}_{5,20}$ de $18,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ na última coleta do Ponto 9, com baixos níveis de OD de $4,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, em agosto/04 (inverno) e janeiro/05 (verão), e no Ponto 10, em julho (inverno) e novembro/04 (primavera), nos limites da Classe 3 e, um resultado de turbidez para a Classe 2 (de 100 NTU), em julho/04 (inverno). A precipitação atmosférica, em abril (outono) e agosto/04, não atingiu uma quantidade de volume de água para provocar um deflúvio superficial no Ponto 9, também em abril, julho e novembro/04, para o Ponto 10, no entanto, a coleta em janeiro/05 houve uma ocorrência de precipitação atmosférica por um período de quatro horas antes e durante os trabalhos de amostragem, esse fator pode ter sido favorável à lavagem superficial do solo e carreando nas águas do trecho do córrego analisado.

Córrego Cabaça

O Ponto 11, Figura 5.15, a margem esquerda se apresentou preservada, porém a margem direita possuiu uma nítida visão de lixo distribuído pela vegetação existente, as águas com características de recebimento de esgoto doméstico, o aspecto de cor cinza e com forte odor de amônia e a qualidade foi de REGULAR para o $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$, onde os altos níveis de C.F. de $17.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e fósforo total de $0,551 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4, $\text{DBO}_{5,20}$, nos limites da Classe 3 (de $10,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) em três resultados e acima da Classe 4 (maiores que $10,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) em dois resultados, e baixos níveis de OD de $3,6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, apontaram para essa qualidade. Em janeiro/05 (verão), não havia precipitação atmosférica durante a coleta, mas há o histórico de cerca de quatro horas de antecedência de precipitação no local, o que pode ter favorecido a lavagem superficial do solo e com o carreamento para o leito das águas.

Córrego Bandeira

No Ponto 12, Figura 5.16, não houve caracterização de lançamento de esgoto doméstico, mas com presença de lixo às margens do córrego, onde existia uma mata ciliar, a qualidade é BOA, porém, os C.F. apresentaram-se nos limites da Classe 3 (de $4.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$) em um resultado e com três dados obtidos acima dos limites da Classe 4 {maiores que $4.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ }, bem como o fósforo total com todos os resultados acima da Classe 4 (maiores que $0,15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) da Resolução Conama nº 357/05, e que o OD mostrou-se em condições de padrões. O Ponto 13, Figura, 5.17, tinha suas margens preservadas e recebia despejo tratado de uma empresa de refrigerantes, e as águas do Córrego escoavam sob o leito impermeável, até chegarem na área da UFMS, a qualidade foi de REGULAR, em função das concentrações de C.F. de $1.800.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ acima dos limites da Classe 4, enquanto que o fósforo total com dois resultados de acordo com os limites da Classe 3 (de $0,15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) e dois resultados acima da Classe 4 (maiores que $0,15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) da Legislação Conama nº 357/05, e também dois resultados para turbidez nos limites da Classe 2 (de 100 NTU). É importante ressaltar que esse córrego alimenta o Lago do Amor, e que este se apresenta com o cenário de cobertura de macrófitas que podem ser geridas por nutrientes ricos em fósforo e nitrogênio. E, o Ponto 14, Figura 5.18, na foz, as margens estavam preservadas e naturais e a qualidade foi de REGULAR, pelos altos níveis de C.F. de $6.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e fósforo total de $0,186 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ acima da Classe 4. Em janeiro/05 (verão), não havia precipitação atmosférica durante a coleta, mas há o histórico de cerca de quatro horas de antecedência de precipitação no local, o que pode ter favorecido a lavagem superficial do solo e com o carreamento para o leito das águas.

Córrego Bálsamo

O Ponto 15, 5.19, próximo à nascente do Córrego Bálsamo, as margens apresentaram-se preservadas e existe um “piscinão” feito pelos moradores, onde as águas serviam para lazer, portanto, contato primário para quem faz uso para recreação, os valores para C.F. de $11.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ estão acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 (de $4.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$) com exceção de um resultado, enquanto que o fósforo total nos limites da Legislação da Classe 4 (de $0,15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), apenas em janeiro/05, coincidindo com um menor valor de OD de $4.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, porém a turbidez apresenta-se acima da Legislação para a Classe 4

(de 100 NTU), exceto em um resultado, e o nitrogênio amoniacal de $5,39 \text{ mg.L}^{-1}$, resultado acima do limite estabelecido, considerando o pH do ponto menor que 7,5. Com isso os indicadores apontam para uma qualidade REGULAR para o $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$. O Ponto 16, Figura 5.20, apresenta uma $\text{DBO}_{5,20}$ de $8,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e nitrogênio amoniacal de $5,26 \text{ mg.L}^{-1}$ ($\text{pH} < 7,5$) e um resultado nos limites da Classe 3 da Legislação Conama nº 357/05, com os C.F. acima dos padrões da Classe 4 (acima de $4.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$) e a turbidez com alteração para a Classe 2 em um resultado de 50 NTU em dezembro/04. O Ponto 17, Figura 5.21, a jusante da foz do Córrego Lageado, os C.F. de $1.700.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ e dois resultados de fósforo total estão acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 (maior que $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$), a $\text{DBO}_{5,20}$ com carga de $6,0 \text{ mg.L}^{-1}$ para a Classe 3 em um resultado e a turbidez de 65 NTU com um resultado para a Classe 2, e um valor de 115 NTU (acima dos limites da Classe 4), em janeiro/05 (verão), encontrou-se o menor nível de OD de $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$. O Ponto 18, Figura 5.22, na foz, os C.F. de $1.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, o fósforo total de $0,478 \text{ mg.L}^{-1}$ (com exceção de um resultado de $0,113 \text{ mg.L}^{-1}$) e a turbidez de 200 NTU apresentaram-se acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4, bem como a $\text{DBO}_{5,20}$ com carga para dois resultados da Classe 3 ($10,0 \text{ mg.L}^{-1}$). Observa-se que durante as coletas na primeira campanha, em todos os trechos foram realizadas com presença de precipitação intermitente, sem a ocorrência de deflúvio superficial.

Córrego Lageado

Todos os Pontos tiveram qualidade BOA, para a avaliação do $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$, mesmo com os resultados de C.F. de $10.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ nos limites da Classe 3 da Resolução Conama nº 357/05, com exceção em quatro resultados acima da Classe 4, nos Ponto 20 e 21, Figuras 5.23 e 5.24 respectivamente. O fósforo total apresentou-se acima dos limites para a Classe 4 (maior que $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$) apenas em dois resultados, um evento em cada Ponto 20 e 21, a $\text{DBO}_{5,20}$ no limite da Classe 3 ($10,0 \text{ mg.L}^{-1}$) em abril/04 (outono), no Ponto 20 e para a Classe 2 ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) em dezembro/04 (verão), no Ponto 20 e em janeiro/05 (verão) no Ponto 19, Figura 5.25.

Córrego Anhanduizinho

O ponto 22, Figura 5.26, próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, a caminho da UCDB, tinha suas margens desmatadas, durante as coletas das três primeiras campanhas, o córrego apresentou a qualidade BOA, mesmo com os níveis de C.F. de $9.000.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$, e um resultado de fósforo total de $0,220 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, acima da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4, com baixo OD, em novembro/04 (primavera), com $4,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. A qualidade para os demais trechos, Pontos 23, 24, 25, 26 e 27, Figuras 5.27, 5.28, 5.29, 5.30 e 5.31, do córrego foi de REGULAR, pois ele recebia o deflúvio superficial urbano com o somatório dos afluentes, observando-se o aumento gradativo dos coliformes fecais, dos sólidos totais, fósforo total, DBO e nitrogênio amoniacal, para um $\text{pH} < 7,5$, na avaliação do $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$. A turbidez tem eventos isolados de 84 NTU, para agosto/04 (inverno), nos limites da Classe 2 (100 NTU) no Ponto 23, em maio/04 (outono) e em janeiro/05 (verão) no Ponto 26, e maio e dezembro/04 (verão) e janeiro/05, no Ponto 27, na saída do perímetro urbano.

Córrego Guariroba

O Ponto 28, Figura 5.32, do Córrego Guariroba a montante da captação da empresa de abastecimento de águas, as margens encontravam-se preservadas e a qualidade apontou para BOA, embora tenham sido encontrados $2.000 \text{ NMP} \cdot (100\text{mL})^{-1}$ de C.F. em maio/04 (outono) e janeiro/05 (verão), que apresentou-se nos limites da Classe 3 da Legislação Conama nº 357/05. Porém, a concentração de fósforo total se revelou acima da Resolução Conama nº 357/05, apenas em um resultado de $0,161 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ do córrego. O trecho 29, Figura 5.33, a jusante do Córrego Guariroba, cujas margens também se apresentaram preservadas, a qualidade apontou para BOA, mesmo com o nível de coliformes fecais apresentando-se em desconformidade com a Resolução Conama nº 357/05, para os limites da Classe 3 (de 4.000 NTU) em três coletas, e acima da Classe 4 (maior que 4.000 NTU) para uma coleta.

5.4 Resultados para a aplicação do IQA_{IAP}

A Tabela 5.4 apresenta a performance de qualidade para o IQA_{IAP} para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 e 2005:

Tabela 5.4 - Resultados do IQA_{IAP} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1ª	2ª	3ª	4ª	
		campanha	campanha	campanha	campanha	
1	Nascente do Córrego Imbirussu. no Jardim Beija-Flor	46	50	43	30	
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	36		35	30	
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial		35	31	34	
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	42		39	40	
5	Córrego Lagoa, a jusante da foz do Córrego Buriti	29	35	34	36	
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR em direção ao Imbirussu	40	42	41	35	
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	34	33	39	31	
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	34	35	29	35	
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	38	37	36	30	
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	37	32	32	38	
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	32	34	25		
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	54	49		46	
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	42		37	40	
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	42	40	37	40	
15	Próximo à nascente do Córrego Bálsamo	37	45	45	42	
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	30	36	32	36	
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	29	34	27		
18	Foz do Córrego Bálsamo	13	17	19	15	
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes		64	64	57	
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	56	52	47	49	
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	50	51	51	48	
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à	38	45	56	37	
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	38	36	42	44	
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	34	32	40	42	
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	33	31	33	32	
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	22	21	25	24	
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira na estrada Capão	22	21	20	21	
28	À montante da captação de água	60	65	59	60	
29	A jusante da captação de água	44	51	51	49	
Cor de Qualidade		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Varição da Qualidade		79<X≤100	51<X≤79	36<X≤51	19<X≤36	≥19
Parâmetros: OD (% de saturação); C.F.; pH; DBO _{5,20} ; Nitrogênio Total; Fósforo Total; Temperatura da Água; Turbidez; Sólidos Totais. + Cd; Pb; Cr; Ni; Hg; Fenóis; Zn; Fe; Mn; Al; Cu						

As Figuras 5.44, 5.45, 5.46 e 5.47 mostram os mapas descritores em destaque para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{IAP}:

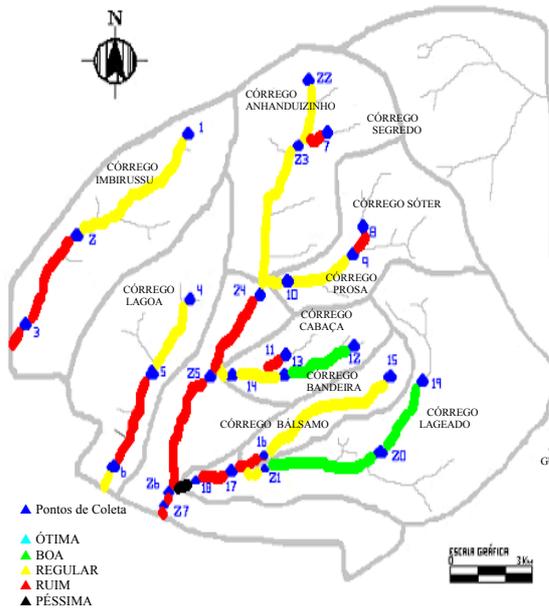


Figura 5.44: IQA_{IAP} 1ª campanha, outono de 2004.

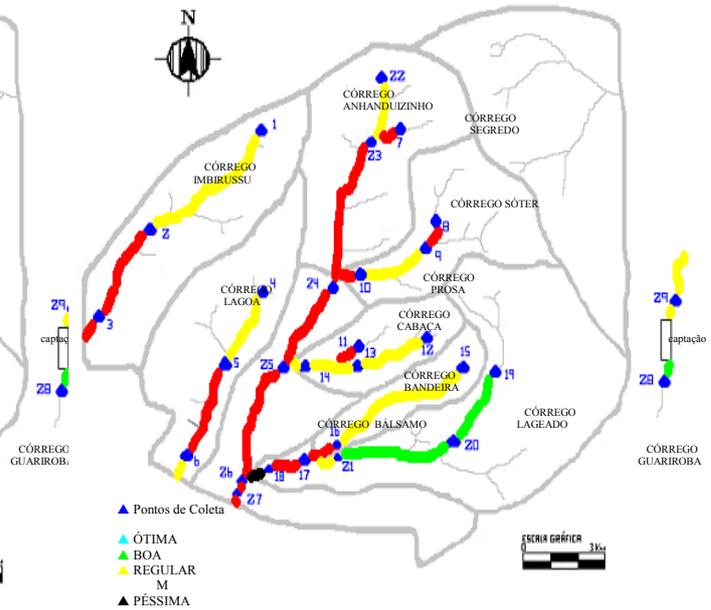


Figura 5.45: IQA_{IAP} 2ª campanha, inverno de 2004.

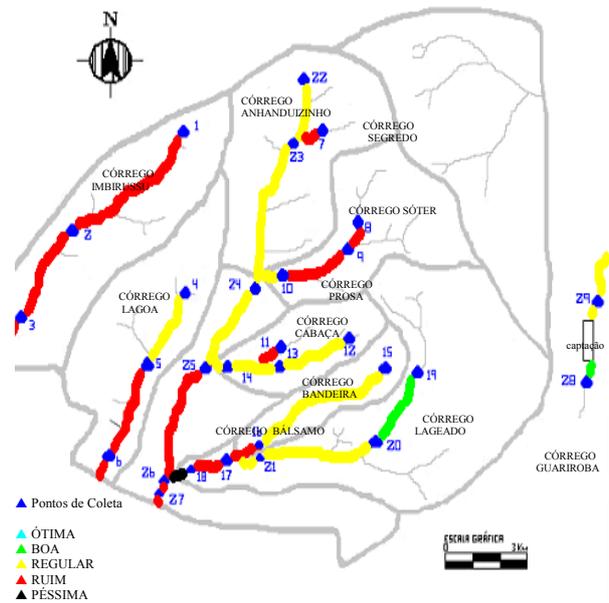


Figura 5.46: IQA_{IAP} 3ª campanha, primavera de 2004.

Figura 5.47: IQA_{IAP} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Imbirussu

Os parâmetros de substâncias tóxicas e organolépticas (fenóis, Al, Cu, Fe, Mn e Zn), para o Ponto 1, Figura 5.5, apenas os fenóis de 0,05 mg.L⁻¹ apresentou-se acima da Resolução Conama n° 357/05, para Classe 3. O Ni apresentou-se em desconformidade em todos os resultados para a Classe 4 (acima de 0,025 mg.L⁻¹), por isso o IQA_{IAP} apresentou a variação da qualidade de REGULAR para RUIM, cuja ocorrência de precipitação atmosférica pode ter favorecido à lavagem superficial do solo. Nos Pontos 2 e 3, Figuras 5.6 e 5.7 respectivamente, a qualidade foi de RUIM em todos os resultados, em função dos valores de Zn, nos limites da Classe 3 (5 mg.L⁻¹) da Resolução Conama n° 357/05. O Al total 9,28 mg.L⁻¹, Cu total de 0,14 mg.L⁻¹ e o Fe total de 7,90 mg.L⁻¹ não possuem limites pela Legislação Conama n° 357/05, porém valores de concentrações maiores que os limites inferiores aos estabelecidos para o cálculo do Isto, esses alteraram o resultado do cálculo final do índice.

Córrego Lagoa

Teve qualidade REGULAR em todas as campanhas no Ponto 4, Figura 5.8, onde os fenóis tiveram valores acima da Resolução Conama n° 357/05 para a Classe 3 (0,01 mg.L⁻¹), juntamente com o Zn total (5,0 mg.L⁻¹), o Mn teve dois resultados para Classe 2 (0,1 mg.L⁻¹) e o Ni com dois resultados acima dos limites da Classe 4 (maior que 0,025 mg.L⁻¹). O Ponto 5, Figura 5.9, teve qualidade RUIM porque os fenóis possuíram concentrações que alteraram os cálculos finais, embora estivessem nos limites da Classe 4 (1,0 mg.L⁻¹), assim como os resultados para Mn total para a Classe 3 (5 mg.L⁻¹), dois resultados para o Ni acima da Classe 4 e todos os valores de Zn total nos limites da Classe 3 (5 mg.L⁻¹). O Ponto 6, Figura 5.10, volta à qualidade REGULAR pela presença de fenóis nos limites da Classe 4 e o Mn total com dois resultados para a Classe 3.

Córrego Segredo

No Ponto 7, Figura 5.11, os metais Cd com 0,005 mg.L⁻¹, nos limites da Classe 3 e o Ni com 0,037 mg.L⁻¹, acima dos limites da Classe 4, fenóis nos limites da Classe 3 (0,01 mg.L⁻¹), Pb com dois resultados na Classe 3 (0,033 mg.L⁻¹) e três resultados para a Classe 4 (acima de

0,033 mg.L⁻¹), Hg com um resultado de 0,0013 mg.L⁻¹ para a Classe 3 e dois resultados acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 (maior que 0,002 mg.L⁻¹), traduziram o índice de abastecimento público, IQA_{IAP}, em qualidade RUIM e uma vez REGULAR.

Córrego Sóter

A presença do metal Cd nos limites da Classe 3 (0,01 mg.L⁻¹), dois resultados para Pb na Classe 1 (0,01 mg.L⁻¹) e dois para a Classe 3 (0,033 mg.L⁻¹), Hg nos limites da Classe 3 (0,002 mg.L⁻¹) e dois resultados para Ni na Classe 4 (0,025 mg.L⁻¹), assim como os fenóis nos limites da Classe 4 (1,0 mg.L⁻¹) da Legislação Conama nº 357/05, a qualidade para o IQA_{IAP} apontou para a qualidade RUIM, somando-se as características do IQA_{Cetesb}, para o Ponto 8, Figura 5.12.

Córrego Prosa

Apresentou variação de REGULAR para RUIM, em quatro campanhas de coletas, na terceira e quarta do Ponto 9, Figura 5.13, a segunda e terceira do Ponto 10, Figura 5.14, obteve qualidade RUIM em função da presença de Cd com dois resultados nos limites da Classe 1 (0,001 mg.L⁻¹) e dois resultados para a Classe 3 (0,01 mg.L⁻¹), no Ponto 9, e três resultados nos limites da Classe 1, e um resultado para a Classe 3 no Ponto 10, o Pb com todos os resultados do Ponto 9 nos limites da Classe 3 (0,033 mg.L⁻¹) e no Ponto 10 com três resultados para a Classe 3 e um acima dos limites da Classe 4 (maior que 0,033 mg.L⁻¹) da Resolução Conama nº 357/05, o Mn com dois resultados na Classe 3 (0,5 mg.L⁻¹) no Ponto 10, o Hg com três resultados para a Classe 1 (0,0002 mg.L⁻¹) e um para a Classe 3 (0,002 mg.L⁻¹) no Ponto 9, também dois resultados para a Classe 1 e dois para a Classe 3 no ponto 10 e o Ni com três resultados para a Classe 1 (0,025 mg.L⁻¹) e um acima dos limites da Classe 4 (maior que 0,025 mg.L⁻¹) para o Ponto 9, bem como os fenóis com todos os resultados da Classe 3 (0,01 mg.L⁻¹) para o Ponto 10.

Córrego Cabaça

Teve qualidade RUIM, Ponto 11, Figura 5.15, pois os metais apresentaram altos valores, com a presença de fenóis e considerando-se as características do IQA_{Cetesb} , sendo que o Cd tem um resultado de $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$ no limite da Classe 1 e três para a Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$), o Pb com todos os resultados acima da Resolução Conama nº 357/05 da Classe 4 (maior que $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$), o Mn com um resultado de $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ para a Classe 2 e três para a Classe 3 ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$), o Hg com todos os resultados acima dos limites da Classe 3 ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$), o Ni com um resultado para Classe 1 ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) e três acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) e os fenóis com todos os resultados nos limites da Legislação da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$).

Córrego Bandeira

Mostrou-se com qualidade BOA apenas na primeira coleta do Ponto 12, Figura 5.16, e REGULAR para os demais Pontos 13 e 14, Figuras 5.17 e 5.18 respectivamente, considerando as concentrações de metais que foram utilizados no cálculo final e os valores do IQA_{Cetesb} , sendo a presença do metal Cd em três resultados para os limites da Classe 1 ($0,001 \text{ mg.L}^{-1}$) e um resultado para a Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$), no Ponto 12.

Córrego Bálsamo

Com uma variação ao longo do Córrego Bálsamo, de ACEITÁVEL para a nascente, RUIM para a montante e jusante do Córrego Lageado e PÉSSIMO para a foz. O IQA_{Cetesb} faz parte do cálculo do IQA_{IAP} , com a avaliação dos metais Cd com dois resultados nos limites da Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 15, Figura 5.19, e um resultado no Ponto 16, Figura 5.20, e todos os resultados nos Pontos 17 e 18, Figuras 5.21 e 5.22 respectivamente, o Pb com três resultados para a Classe 3 ($0,033 \text{ mg.L}^{-1}$) e um acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 (maior que $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 17, bem como todos os resultados acima dos limites da Classe 4 no Ponto 18, o Mn com todos os resultados nos limites da Classe 4 (até $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 16 e 17, assim como todos os resultados acima dos limites da Classe 4 no Ponto 18, o Hg acima dos limites para a Classe 4 (maior que $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 16, nos

limites da Classe 3 ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$) para os Pontos 17 e 18, o Ni com dois resultados acima da Classe 4 (maior que $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 15, todos os resultados acima da Classe 4 no Ponto 16 e 18, três resultados acima da Classe 4 no Ponto 17, o Zn com um resultado para a Classe 3 ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 15 e dois resultados nos Pontos 16 e 18 para a Classe 3 ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$), os fenóis com três resultados nos limites da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 15, todos os resultados nos limites da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) nos Pontos 16 e 18 e três resultados para a Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 17.

Córrego Lageado

Condição BOA para o Ponto 19, Figura 5.23, e variou de BOA e REGULAR no Ponto 20, Figura 5.24, em função de Al de $1,43 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo o Cd com os resultados nos limites da Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) nos Pontos 20 e 21 (Figuras 5.24 e 5.25), o Cr com um resultado acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 20, o Mn com um resultado para a Classe 3 ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) e um resultado acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 19, um resultado nos limites da Classe 3 no Ponto 20 e três resultados para a Classe 3 no Ponto 21, todos os resultados para Hg nos limites da Classe 3 ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 21, o Ni com um resultado acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) em todo o trecho analisado, o Zn com dois resultados para a Classe 3 (5 mg.L^{-1}) no Ponto 19, um resultado para a Classe 3 no Ponto 20 e três resultados para a Classe 3 no Ponto 21, bem como os fenóis com um resultado para a Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 19, três resultados nos limites da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 20 e todos os resultados nos limites da Classe 4 no Ponto 21.

Córrego Anhanduizinho

O IQA_{IAP} teve uma variação de BOA, na terceira coleta, próximo à nascente, Ponto 22, Figura 5.26, REGULAR e RUIM nos demais trechos, considerando os valores do $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$, com a presença de metais e fenóis, o Cd nos limites da Legislação para a Classe 3 ($0,033 \text{ mg.L}^{-1}$) a partir do Ponto 24, Figura 5.28, o Pb com dois resultados para a Classe 1 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) e dois resultados nos limites da Classe 3 ($0,033 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 23, Figura 5.27, dois resultados para a Classe 3 e dois acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,033 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 24,

um resultado para a Classe 2 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) e dois resultados para a Classe 3 e dois resultados acima da Classe 4 da Legislação Conama nº 357/05 no Ponto 25, Figura 5.29, e todos os resultados acima dos limites da Classe 4 nos Pontos 26 e 27, Figuras 5.30 e 5.31 respectivamente, o Mn com um resultado nos limites da Classe 3 ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 24 e todos os resultados para a Classe 3 nos Pontos 26 e 27, o Hg nos limites da Classe 3 ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$) a partir do Ponto 25, o Ni com dois resultados para a Classe 1 ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) e dois resultados acima dos limites da Classe 4 (maior que $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$) nos Pontos 22 e 23, todos os resultados acima da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 no Ponto 24, com três resultados acima dos limites da Classe 4 no Ponto 25 e todos os resultados acima da Classe 4 nos Pontos 26 e 27, o Zn com um resultado para a Classe 1 ($0,18 \text{ mg.L}^{-1}$) nos Pontos 23 e 24 e um resultado para a Classe 3 ($5,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 24, dois resultados para a Classe 3 no Ponto 25 e todos os resultados nos limites da Classe 3 nos Pontos 26 e 27, bem como os fenóis com todos os resultados nos limites da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) no Ponto 22, três resultados para a Classe 4 a partir dos Pontos 23, 24, 25 e 26.

Córrego Guariroba

O IQA_{IAP} além das características do $\text{IQA}_{\text{Cetesb}}$, também se considera os valores de metais como o Al de $2,39 \text{ mg.L}^{-1}$ para a montante da captação, Ponto 28, Figura 5.32, e de $4,43 \text{ mg.L}^{-1}$ a jusante, Ponto 29, Figura 5.33, e o Fe se apresentou em concentrações que alteraram diretamente no cálculo final do índice, sendo os valores de $1,87 \text{ mg.L}^{-1}$ a montante e de $6,97 \text{ mg.L}^{-1}$ a jusante embora não haja limites pela Legislação CONAMA nº 357/05. A qualidade foi de BOA a montante da captação e REGULAR a jusante.

5.5 Resultados para a aplicação do IQA_{IVA}

A Tabela 5.5 apresenta a performance de qualidade para o IQA_{IVA} para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 e 2005:

Tabela 5.5 - Resultados do IQA_{IVA} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1ª	2ª	3ª	4ª	
		campanha	campanha	campanha	campanha	
1	Nascente do Córrego Imbirussu, no Jardim Beii-Flor	2,2	2,2	4,4	4,4	
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	2,2	3,4	4,6	5,6	
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	2,6	2,7	2,4	2,6	
4	Córrego Lagoa, a jusante da Vila Militar	2,2	2,2	2,2	2,2	
5	Córrego Lagoa, à jusante da foz do Córrego Buriti	5,6	3,4	6,4	3,4	
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR, em direção ao Imbirussu	3,4	4,4	4,6	5,6	
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	6,4	6,0	6,0	6,0	
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	2,2	2,2	6,4	3,4	
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	2,2	3,2	3,2	3,4	
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	2,2	3,4	3,4	3,4	
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	7,2	7,2	7,2	7,2	
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	2,2	2,2	2,2	3,2	
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	2,2	3,2	3,2	3,2	
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	2,2	3,4	3,4	3,4	
15	Próximo à nascente do Córrego Bálsamo	2,2	3,2	2,2	4,8	
16	Córrego Bálsamo, a montante da foz do Córrego Lageado	3,2	3,2	2,2	3,2	
17	Córrego Bálsamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	3,2	3,2	3,2	6,4	
18	Foz do Córrego Bálsamo	3,6	3,2	3,2	3,2	
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	2,2	2,2	2,2	3,2	
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	2,2	2,2	2,2	3,2	
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	3,2	3,2	3,2	6	
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	2,2	2,2	4,0	2,2	
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	3,2	2,2	2,2	3,2	
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	4,8	2,2	2,2	3,2	
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	6,4	6,4	6,4	6,5	
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálsamo	3,2	3,2	3,2	3,2	
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira na estrada Capão Seco	3,6	3,6	3,6	3,2	
28	A montante da captação de água	2,2	2,2	2,2	2,2	
29	A jusante da captação de água		2,2	2,2	2,2	
Cor de Qualidade		ÓTIMA	BOA	REGULAR	RUIM	PÉSSIMA
Variação da Qualidade		2,2	3,2	3,4<X<4,4	4,6<X<6,8	>7,6
Parâmetros: OD (% de saturação); pH; Cd; Cr; Cu; Pb; Hg; Ni; fenóis; Surfactantes; Zn						

Fonte: Tabela elaborada pela autora.

As Figuras 5.48, 5.49, 5.50 e 5.51 mostram os mapas descritores em destaque para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{IVA}:

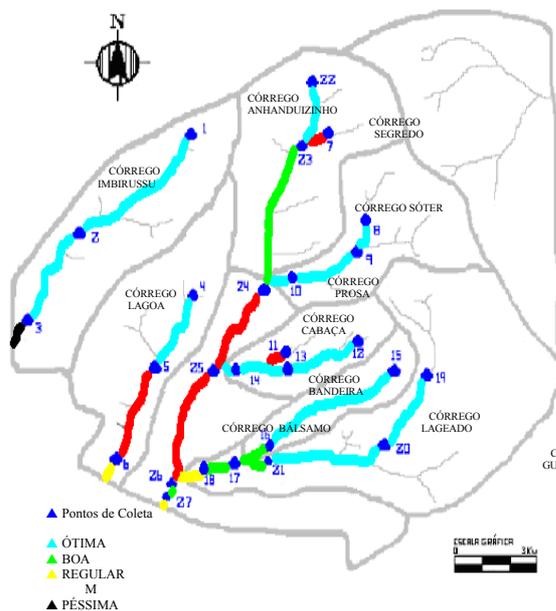


Figura 5.48: IQA_{IVA} 1ª campanha, outono de 2004.

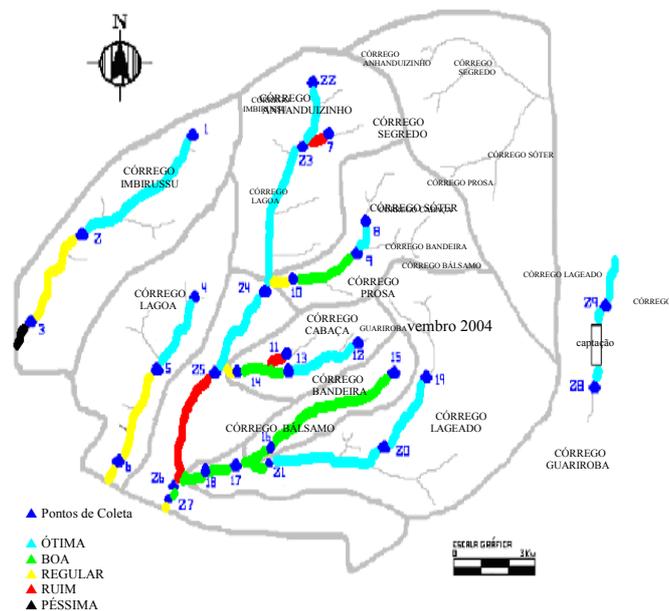


Figura 5.49: IQA_{IVA} 2ª campanha, inverno de 2004.

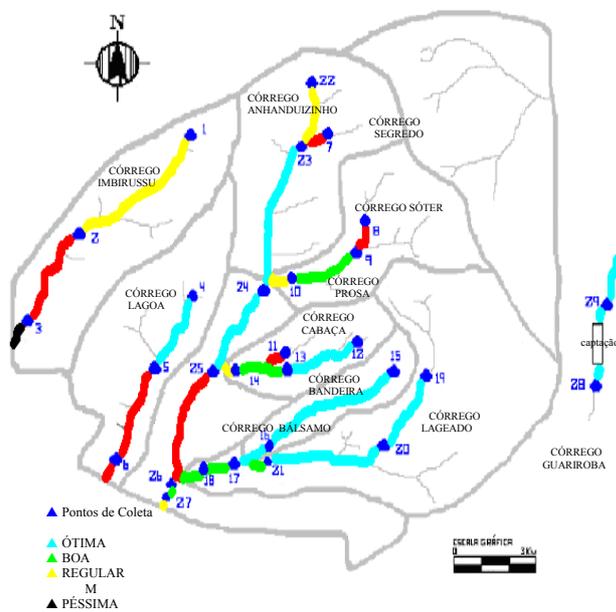


Figura 5.50: IQA_{IVA} 3ª campanha, primavera de 2004.

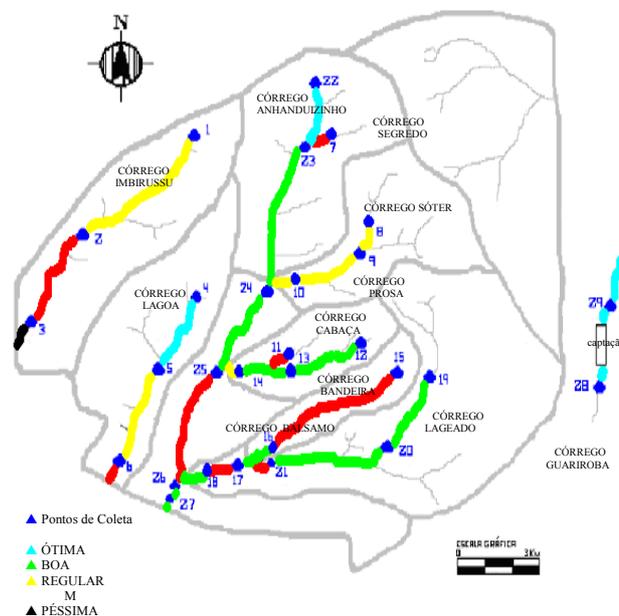


Figura 5.51: IQA_{IVA} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Imbirussu

No Ponto 1, Figura 5.5, teve uma condição de qualidade ÓTIMA e duas condições para REGULAR, além de considerar as mesmas características dos metais do IQA_{IAP} , o OD, pH, e surfactantes foram os parâmetros que entraram no cálculo do índice, no entanto, o OD com 4,4 e 3,8 $mg.L^{-1}$ e o metal Ni com ponderação dois são os indicadores que determinaram a qualidade REGULAR, conforme tabela 3.8 (do capítulo 4- METODOLOGIA), que estabelece os limites e níveis de ponderações, enquanto que no Ponto 2, Figura 5.6, a qualidade variou de ÓTIMA, REGULAR e RUIM, a condição RUIM se explica em função do OD com 4,8 e 4,6 $mg.L^{-1}$, Cu, fenóis, Ni e Zn com ponderações dois para cada parâmetro. O Ponto 3, Figura 5.7 de qualidade PÉSSIMA, apresentou ponderação três para os parâmetros de Cu com 0,14 $mg.L^{-1}$, fenóis de 0,19 $mg.L^{-1}$, Hg com 0,0014 $mg.L^{-1}$ e OD com valores menores que 3,6 $mg.L^{-1}$. A coleta de janeiro/05 (verão) teve qualidade RUIM em função de o OD ter ponderação dois de 3,5 $mg.L^{-1}$.

Córrego Lagoa

Variou de ÓTIMA, Ponto 4, Figura 5.8, REGULAR e RUIM, o que se justifica a qualidade RUIM foi a presença de fenóis com ponderação três de 0,10 $mg.L^{-1}$, o Ni com 0,032 $mg.L^{-1}$, Zn de 0,27 $mg.L^{-1}$ e OD com 3,2 $mg.L^{-1}$ com ponderação dois na primeira coleta do Ponto 5, Figura 5.9, assim como o Cu se apresenta na terceira coleta, embora o Ni tivesse ponderação um. O Ponto 6, Figura 5.10, na qualidade RUIM, foi em função de Cu com 0,05 e 0,11 $mg.L^{-1}$ com ponderação dois e três, respectivamente nas coletas de novembro/04 (primavera) e janeiro/05 (verão), e também os fenóis, OD e Zn. A ocorrência de precipitação atmosférica por um período de quatro horas antes da coleta em janeiro/05, pode ter favorecido o comprometimento da qualidade por carrear a lavagem superficial do solo para o leito das águas.

Córrego Segredo

A qualidade para o IQA_{IVA} foi de RUIM, Ponto 7, Figura 5.11, em função dos valores encontrados para os mesmos metais do IQA_{IAP} , com o acréscimo de fenóis nos limites da

Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) e surfactantes, com os resultados nos limites da Classe 1 ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) da Legislação CONAMA nº 357/05, porém com ponderação três para o Hg.

Córrego Sóter

A presença do metal Cd nos limites da Classe 3 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$), dois resultados para Pb na Classe 1 ($0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) e dois para a Classe 3 ($0,033 \text{ mg.L}^{-1}$), Hg nos limites da Classe 3 ($0,002 \text{ mg.L}^{-1}$) e dois resultados para Ni na Classe 4 ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$), assim como os fenóis nos limites da Classe 4 ($1,0 \text{ mg.L}^{-1}$) da Legislação Conama nº 357/05, a qualidade para o IQA_{IAP} apontou para a qualidade RUIM, somando-se as características do $\text{IQA}_{\text{CETESB}}$, Ponto 8, Figura 5.12.

Córrego Prosa

Teve qualidade ÓTIMA na primeira coleta (outono) dos Pontos 9 e 10, Figuras 5.13 e 5.14 respectivamente, enquanto que a variação de BOA para REGULAR foram características dos mesmos metais do IQA_{IAP} , sendo que o Cu com $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação três em três campanhas dos Pontos 9 e 10, os fenóis com $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação dois nos Pontos 9 e 10 e OD com $4,0$ e $4,8 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação dois para a segunda (inverno) e quarta (verão) coleta do Ponto 9 e, ponderação dois nas segunda e terceira (primavera) coletas do Ponto 10. O Cu com $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ teve ponderação dois na segunda coleta do Ponto 9 e ponderação três nas demais, bem como com ponderação um na primeira campanha e ponderação três nas demais. Os fenóis tiveram ponderação dois em todas as campanhas dos Pontos 9 e 10 e o OD com ponderação dois na segunda e quarta campanha (verão) do Ponto 9 e segunda e terceira campanha do Ponto 10.

Córrego Cabaça

Teve qualidade PÉSSIMA, Ponto 11, Figura 5.15, pois considerando as concentrações dos metais Cd com três resultados com ponderação dois e Pb com $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$ com todos os resultados com ponderação dois, o metal Cu com $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ com um resultado com

ponderação um, um com ponderação dois de $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ e dois resultados com ponderação três de $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$, Hg de $0,0014 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação três e Ni com um resultado com ponderação um de $0,023 \text{ mg.L}^{-1}$ e três com ponderação dois de $0,053 \text{ mg.L}^{-1}$, assim como os fenóis e surfactantes acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05 para a Classe 4 e com ponderação três.

Córrego Bandeira

A qualidade foi de ÓTIMA nas três coletas do Ponto 12, Figura 5.16, na primeira dos Pontos 13 e 14, Figuras 5.17 e 5.18 respectivamente, com qualidade BOA, na última coleta do Ponto 12, devido à ponderação dois do metal Cd com $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$ em janeiro/05 e em agosto/04 (inverno) e dezembro/04 (verão) no Ponto 14. A ponderação dois foi aplicada ao Pb com $0,001 \text{ mg.L}^{-1}$ em agosto/04, dezembro/04 e janeiro/05 (verão) no Ponto 13, o Cu em abril/04 (outono), agosto/04 e novembro/04 (primavera) no Ponto 13, o Ni em todos os resultados do Ponto 12, em três valores do Ponto 13 e dois no Ponto 14, o Zn apenas em janeiro/05 nos Pontos 12 e 14. A ponderação três foi aplicada para o metal Cu em janeiro/05 nos Pontos 12, 13 e 14, também em agosto/04 e dezembro/04, na foz, Ponto 14 e o Hg em todos os resultados do Ponto 14.

Córrego Bálsamo

No Ponto 15, Figura 5.19, a condição RUIM destacou-se em função do baixo teor de OD com $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$, para a Classe 3, também a ponderação dois para o Cd, Cu, Ni e Zn. Para o Ponto 16, Figura 5.20, a variação foi de ÓTIMA para a BOA, e o OD com ponderação um em todos os resultados de $6,6 \text{ mg.L}^{-1}$. No Ponto 17, Figura 5.21, teve um resultado RUIM pela ponderação dois de Cd com $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$, Ni com $0,032 \text{ mg.L}^{-1}$ e Zn com $0,24 \text{ mg.L}^{-1}$, e com ponderação três para Cu com $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ e Hg com $0,0014 \text{ mg.L}^{-1}$ e o OD com $3,0 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação dois. O Ponto 18, Figura 5.22, a qualidade foi de REGULAR para a primeira campanha porque o Cd com $0,002 \text{ mg.L}^{-1}$ e Ni com $0,027 \text{ mg.L}^{-1}$ teve ponderação dois e o Pb com $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ e Hg com $0,0013 \text{ mg.L}^{-1}$ com ponderação três, embora o OD com $6,4 \text{ mg.L}^{-1}$ tenha ponderação um.

Córrego Lageado

O IQA_{IVA} apresentou qualidade ÓTIMA para as três primeiras campanhas dos Pontos 19 e 20, Figuras 5.23 e 5.24 respectivamente, com qualidade RUIM, na última campanha do Ponto 21, Figura 5.1.25, em função da ponderação três do Cu com $0,07 \text{ mg.L}^{-1}$, e do metal Hg com $0,0013 \text{ mg.L}^{-1}$, bem como a ponderação dois para o OD com $4,6 \text{ mg.L}^{-1}$.

Córrego Anhanduizinho

As condições de vida aquática, IQA_{IVA} , apareceram com qualidade ÓTIMA em coletas dos Pontos 22, 23 e 24, Figuras 5.26, 5.27 e 5.28 respectivamente, com variações para REGULAR e RUIM para os demais trechos do Córrego. O Cd com $0,004 \text{ mg.L}^{-1}$ recebeu ponderação dois nos resultados dos Pontos 24, 25, 26 e 27, o Pb com $0,04 \text{ mg.L}^{-1}$ em dois eventos dos Pontos 24 e 25 bem como em todos os resultados dos Pontos 26 e 27, o Cu com $0,09 \text{ mg.L}^{-1}$ com dois resultados com ponderação dois no Ponto 23, todos os eventos do Ponto 24 e com ponderação três nos Pontos 25, 26 e 27, Figuras 5.29, 5.30 e 5.31 respectivamente. O Hg com $0,0014 \text{ mg.L}^{-1}$ teve ponderação 2 em três resultados dos Pontos 25 e 26 e um evento no Ponto 27, com ponderação três em um evento dos Pontos 25 e 26 e três resultados no Ponto 27. O Ni com $0,48 \text{ mg.L}^{-1}$ teve ponderação dois em dois resultados nos Pontos 22 e 23, em todos os resultados nos Pontos 24, 26 e 27, em três eventos no Ponto 25. O Zn com $0,32 \text{ mg.L}^{-1}$ teve ponderação dois com um resultado no Ponto 24, dois eventos no Ponto 25 e todos os resultados nos Pontos 26 e 27. Os fenóis com $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ receberam ponderação dois em todos os resultados no Ponto 22 e em três eventos nos Pontos 23, 24, 25, 26 e 27.

Córrego Guariroba

Os IQA_{IVA} tiveram qualidade EXCELENTE para o Córrego Guariroba tanto a montante, Ponto 28, Figura 5.32, quanto a jusante, Ponto 29, Figura 5.33, da captação, conforme todos os resultados obtidos dos índices calculados.

5.6 Resultados para a aplicação do IQA_{IET}

A Tabela 5.6 apresenta a performance de qualidade para o IQA_{IET} para os 29 pontos de coleta, compreendidos nos anos de 2004 e 2005:

Tabela 5.6 - Resultados do IQA_{IET} nas quatro campanhas de coleta

Ponto	Localização	1ª campanha	2ª campanha	3ª campanha	4ª campanha
1	Nascente do Córrego Imbirussu, no Jardim Beia-Flor	78,0	74,5	72,0	90,7
2	Córrego Imbirussu, no Jardim Itália	85,2	73,2	81,2	72,9
3	Córrego Imbirussu, a jusante do Núcleo Industrial	99,7	81,9	88,1	95,7
4	Córrego Lagoa, jusante da Vila Militar	73,3	73,9	81,7	72,7
5	Córrego Lagoa, a jusante da foz do Córrego Buriti	86,4	77,0	63,3	69,7
6	Córrego Lagoa, na ponte da BR em direção ao Imbirussu	75,8	76,4	67,4	76,3
7	Córrego Segredo, na ponte do Jardim Seminário	80,0	74,1	62,4	95,2
8	Foz do Córrego Sóter, no PNI	70,8	74,1	92,0	71,2
9	Córrego Prosa, a jusante da foz do Córrego Sóter	69,0	82,6	89,6	80,6
10	Foz do Córrego Prosa, no Horto Florestal	82,4	75,9	88,0	80,8
11	Córrego Cabaça, na área da Reserva da UFMS	75,2	74,1	87,2	87,8
12	Córrego Bandeira, a jusante do Rádio Clube de Campo	74,5	74,1	73,9	75,9
13	Córrego Bandeira, na ponte do restaurante RU - DQI	68,2	72,1	75,4	65,2
14	Foz do Córrego Bandeira, na Avenida Ernesto Geisel	71,6	72,1	71,1	64,5
15	Próximo à nascente do Córrego Bálamo	62,3	55,1	61,0	78,3
16	Córrego Bálamo, a montante da foz do Córrego Lageado	65,8	77,6	79,3	73,7
17	Córrego Bálamo, a jusante da foz do Córrego Lageado	65,4	77,0	82,4	74,6
18	Foz do Córrego Bálamo	64,9	72,0	74,0	85,7
19	Córrego Lageado, no viaduto em direção ao Bairro Tiradentes	57,8	55,9	56,3	59,8
20	Córrego Lageado, a jusante da empresa de captação	80,3	56,3	58,8	80,5
21	Foz do Córrego Lageado, próximo ao Museu José Antônio Pereira	50,7	58,6	54,0	71,2
22	Próximo à nascente do Córrego Anhanduizinho, em direção à UCDB	55,3	74,5	54,0	54,0
23	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Segredo	66,9	81,3	70,3	63,2
24	Córrego Anhanduizinho, a jusante da foz do Córrego Prosa	85,8	106,3	96,5	80,3
25	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bandeira	82,4	75,9	77,2	97,8
26	Córrego Anhanduizinho, a jusante do Córrego Bálamo	69,9	86,5	83,7	86,3
27	Córrego Anhanduizinho, na ponte de madeira na estrada Capão Seco	68,2	89,6	85,6	96,9
28	A montante da captação de água	36,7	55,8	52,6	70,0
29	A jusante da captação de água	52,6	55,0	54,8	79,2
Cor de Qualidade		OLIGOTRÓFICO	MESOTRÓFICO	EUTRÓFICO	HIPEREUTÓFIO
Variação da Qualidade		P≤26,5	26,5<P≤53,0	53,0<P≤211,9	P≥211,9
Parâmetro:	Fósforo Total				

Fonte: Tabela elaborada pela autora.

As Figuras 5.52, 5.53, 5.54 e 5.55 mostram os mapas descritores em destaque para as quatro campanhas de coleta na aplicação o IQA_{IET}:



Figura 5.52: IQA_{IET} 1ª campanha, outono de 2004.

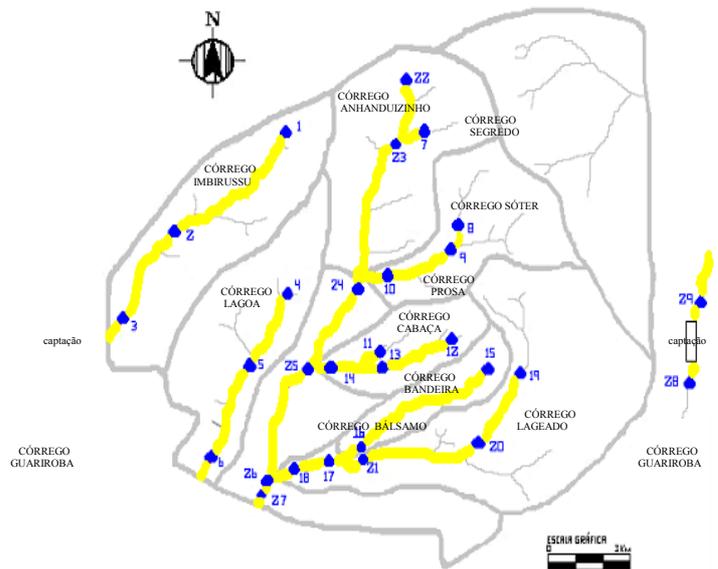


Figura 5.53: IQA_{IET} 2ª campanha, inverno de 2004.

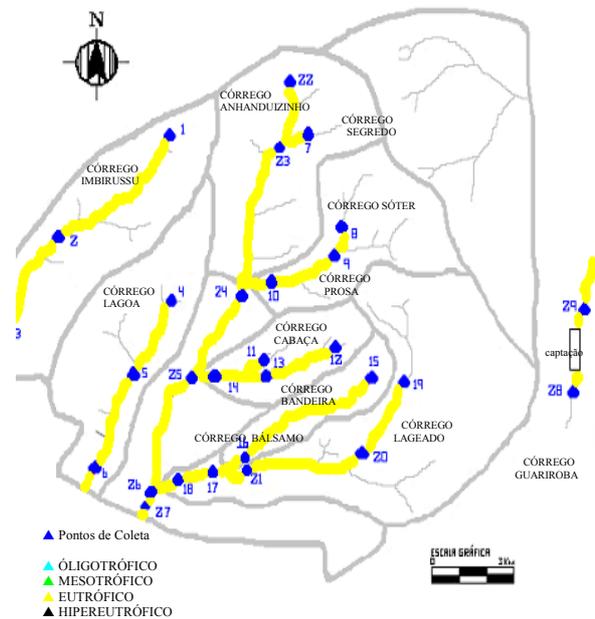


Figura 5.54: IQA_{IET} 3ª campanha, primavera de 2004.

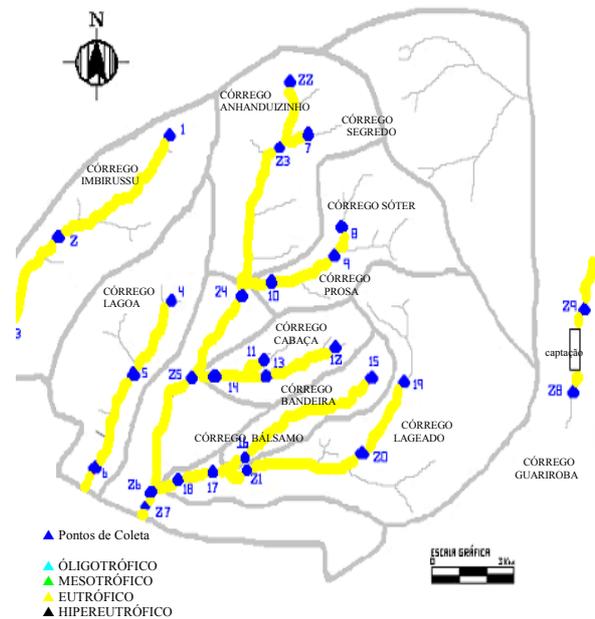


Figura 5.55: IQA_{IET} 4ª campanha, verão de 2004-2005.

Córrego Imbirussu

O índice mostrou que os resultados apontaram para um estado de EUTROFIZAÇÃO, pois todos os valores de fósforo total ultrapassaram os limites da Resolução Conama nº 357/05, para Classe 4 em sistema lótico, maiores que $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$. Pontos 1, 2 e 3, Figuras 5.5, 5.6 e 5.7 respectivamente.

Córrego Lagoa

Apresentou-se na qualidade de EUTROFIZAÇÃO em todos os resultados do corpo de água, embora na terceira coleta dos Pontos 5 e 6 os valores de fósforo total estivessem nos limites da Classe 3 da Resolução Conama nº 357/05, $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$. Ponto 4, 5 e 6, Figuras 5.8, 5.9 e 5.10 respectivamente.

Córrego Segredo

O resultado foi de EUTROFIZADO, pois os valores encontrados para fósforo total apresentaram-se acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4, com exceção da amostragem feita em novembro/04 (primavera) com $0,095 \text{ mg.L}^{-1}$. Ponto 7, Figura 5.11.

Córrego Sóter

O IQA_{IET} mostrou que o resultado foi de EUTROFIZADO, pois os resultados para fósforo total apresentaram-se acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4 maior que $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$. Ponto 8, Figura 5.12.

Córrego Prosa

Os resultados para o fósforo total apontaram para o estado de EUTROFIZAÇÃO, pois se apresentaram acima dos limites da resolução CONAMA nº 357/05 para a Classe 4, exceto na primeira coleta (outono) do Ponto 9, no limite da Classe 3 ($0,15 \text{ mg.L}^{-1}$). Pontos 9 e 10, Figuras 5.13 e 5.14 respectivamente.

Córrego Cabaça

O IQA_{IET} mostrou que o resultado foi de EUTROFIZADO pelas altas concentrações de fósforo total acima dos limites da Resolução para a Classe 4 (maior que $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$). Ponto 11, Figura 5.15.

Córrego Bandeira

Obteve-se um estado de EUTROFIZAÇÃO, pois as concentrações de fósforo total apresentaram-se acima dos limites da Resolução para a Classe 4, sendo que nas coletas de abril/04 (outono) e janeiro/05 (verão), as concentrações estivessem em conformidade para a Classe 3 ($0,15 \text{ mg.L}^{-1}$) nos Pontos 13 e 14. Pontos 12, 13 e 14, Figuras 5.16, 5.17 e 5.18 respectivamente.

Córrego Bálsamo

Através do parâmetro de fósforo total apontou para o estado de EUTROFIZAÇÃO, mesmo que as concentrações nas três primeiras coletas do Ponto 15, Figura 5.19, apresentaram-se nos limites da Classe 1 ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$) e na primeira coleta dos Pontos 16, 17 e 18, Figuras 5.20, 5.21 e 5.22 respectivamente, na Classe 3 ($0,15 \text{ mg.L}^{-1}$).

Córrego Lageado

O IQA_{IET} encontrado foi de MESOTRÓFICO apenas para a primeira coleta do Ponto 21 com 0,042 mg.L⁻¹ e EUTROFIZADO nas demais, os resultados apresentaram-se em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/05 para a Classe 1 (0,1 mg.L⁻¹), exceto em janeiro/05, nos Pontos 20 e 21 que ultrapassaram os limites da Classe 4 (maiores que 0,15 mg.L⁻¹). Pontos 19, 20 e 21, Figuras 5.23, 5.24 e 5.25 respectivamente.

Córrego Anhanduizinho

Mostrou que o resultado foi de EUTROFIZAÇÃO, porque os resultados para o fósforo total se apresentaram acima dos limites da Legislação para a Classe 4 (0,15 mg.L⁻¹), embora na primeira (outono), terceira (primavera) e quarta (verão) coleta do Ponto 22, Figura 5.26, a quarta coleta do Ponto 23, Figura 5.27, as concentrações estivessem nos limites da Classe 1 (0,1 mg.L⁻¹), bem como a primeira coleta do Ponto 23 para a Classe 3 (0,15 mg.L⁻¹). Pontos 24, 25, 26 e 27, Figuras 5.28, 5.29, 5.30 e 5.31, respectivamente.

Córrego Guariroba

Obteve-se estado MESOTRÓFICO para a primeira coleta (outono) com 0,016mg.L⁻¹ da montante, Ponto 28, Figura 5.32, e jusante, Ponto 29, Figura 5.33, com 0,048 mg.L⁻¹ da captação bem como na terceira com 0,098 mg.L⁻¹, a montante, revelando-se no estado EUTRÓFICO nos demais resultados, onde as concentrações de fósforo total estiveram acima dos limites da Resolução Conama nº 357/05, para a Classe 4 (maior que 0,15 mg.L⁻¹), nas últimas coletas dos Pontos 28 e 29, as demais nos limites da Classe 1 (0,1 mg.L⁻¹), para o Córrego Guariroba.

Os resultados de “não detectável” (nd), no Anexo A, devem-se ao fato de o sinal do equipamento apresentar na escala de limite de detecção da curva utilizada para a calibração dos aparelhos de espectrômetro de Absorção Atômica e espectrofotômetro de Ultra Violeta e Visível.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os parâmetros de potencial de formação de trihalometanos para o IQA_{IAP} , e teste de mutagenicidade (Teste de Ames), para a verificação de toxicidade das águas estudadas como parâmetros essenciais para o índice de IQA_{IVA} , não foram realizados, pois o envio de 116 amostras para um laboratório com capacidade de atendimento, sem ônus, para a pesquisa, tornou-se inviável.

Mesmo na ausência desses parâmetros, a forma de avaliação da qualidade das águas superficiais com a aplicação desses índices IQA_{Horton} , IQA_{Prati} , IQA_{Cetesb} , IQA_{IAP} , IQA_{IVA} e IQA_{IET} , os resultados foram satisfatórios para que se possa interpretar, de forma clara e concisa, os detalhes que levam ao comportamento dos trechos avaliados, conforme a presença de componentes com características físicas, químicas ou biológicas.

É expressiva a diferença entre os índices aplicados neste trabalho, considerando as limitações para o IQA_{Horton} e IQA_{Cetesb} em relação ao IQA_{IAP} , exclusivos para o uso de abastecimento público, o Anexo C mostra uma tabela comparativa dos Índices obtidos. O IQA_{IAP} tem em sua formulação de índice, metais e fenóis que caracterizam a qualidade da água para distribuição pública além dos nove parâmetros do IQA_{Cetesb} , e para o cálculo existem limites estabelecidos em limites inferiores e limites superiores considerados pela Portaria nº 518/04, do Ministério da Saúde e da Organização Mundial da Saúde.

O IQA_{Horton} é o resultado mais crítico para as águas dos Córregos de Campo Grande-MS, e o que contribui decisivamente para essa criticidade, é a diferença de temperatura, ou seja, para os pontos de coleta onde a temperatura pontual se apresenta maior que a temperatura média do trecho analisado. Outro parâmetro é o oxigênio dissolvido, no qual os valores de saturação recebem nota zero para o índice, esses pontos também contribuem para a piora na qualidade. Diante dos valores encontrados para os parâmetros adequados a aplicação desse índice, a qualidade ÓTIMA não aparece em nenhum trecho avaliado.

O IQA_{Cetesb} mostra um melhor índice para o abastecimento público, pois os parâmetros que incluem o índice não contemplam metais tóxicos, os trihalometanos e fenóis. No entanto, os resultados refletem uma qualidade BOA para à montante e à jusante dos Córregos utilizados pela empresa de abastecimento público, que são o Córrego Lageado e o Córrego Guariroba.

Nesses termos, o índice de abastecimento público medido pelo IAP, que contempla metais e fenóis analisados nesta pesquisa, também avalia a qualidade em BOA para o Córrego Lageado, assim como para o Córrego Guariroba a qualidade também é BOA e própria para abastecimento público, à montante e da captação.

O Córrego Anhanduizinho, que recebe a maior parte do deflúvio superficial urbano, tem a sua qualidade BOA, próximo a nascente, e REGULAR aos demais trechos avaliados.

Os pontos nas nascentes ou próximos, cuja Resolução Conama nº 357/05 estabelece que são águas de Classe Especial, portanto, para uso de abastecimento público sem prévia desinfecção, considerado um uso nobre, a qualidade para o IQA_{Cetesb} para o Córrego Imbirussu, Lagoa e Bálsamo é REGULAR, em função dos altos níveis de coliformes fecais encontrados nas amostras analisadas.

O IQA_{Prati}, por sua vez, considera as águas superficiais apenas em condições de poluição, sem especificar o tipo de uso ou usuário para estabelecer critérios de preponderância. Contudo, os parâmetros para o cálculo do índice, incluem cloretos, demanda química de oxigênio, sólidos suspensos, ferro, manganês e permanganatos. Os resultados não alcançaram níveis de comprometimento da qualidade das águas, apenas para alguns pontos isolados, como o caso do Córrego Imbirussu à jusante do núcleo industrial, cujo relatório da Secretaria de Estado de Meio Ambiente (1995), de Mato Grosso do Sul, a situação da qualidade das águas do Córrego Imbirussu mostra-se comprometida em razão do lançamento de esgoto domésticos e industriais, uma avaliação feita por meio de parâmetros ambientais como o oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e número mais provável de coliforme fecal mostraram que, 58%, 48% e 82%, respectivamente. As águas do Córrego Imbirussu apresentam-se em discordância à Resolução Conama nº 20/86, em vigor naquela ocasião; na foz do Córrego Segredo, no Córrego Prosa na saída da lagoa do Parque das Nações Indígenas, no Córrego Cabaça na Reserva da UFMS, no Córrego Bálsamo próximo a nascente, a jusante da foz do Córrego Lageado e na foz, no Córrego Anhanduizinho próximo a nascente, a jusante da foz do Córrego Bálsamo e na saída do perímetro urbano (Capão Seco) e no Córrego Guariroba a jusante da captação. A presença do ferro e manganês contribuíram para os cálculos finais do índice.

As condições para a vida aquática, avaliada pelo IQA_{IVA} , aponta qualidade ÓTIMA apenas para a nascente do Córrego Imbirussu, sendo que no Bairro Jardim Pantanal, o evento também aparece com essa qualidade na primeira coleta, em abril de 2004. A jusante da Vila Militar, as quatro campanhas de coleta são de qualidade ÓTIMA. Na foz do Córrego Segredo a qualidade é RUIM em todas as campanhas, porém é ÓTIMA em duas coletas na foz do Córrego Sóter. O Córrego Prosa tem a qualidade ÓTIMA em apenas um evento para a jusante da foz do Córrego Sóter e na sua foz. O Córrego Cabaça é a pior condição de qualidade para a vida aquática, pois os resultados são indicativos de qualidade PÉSSIMA. O Córrego Bandeira tem qualidade ÓTIMA à jusante do Rádio Clube de Campo com tendência à BOA na entrada do Lago do Amor e ACEITÁVEL na foz. O Córrego Bálsamo descreve uma qualidade ÓTIMA em dois eventos próximos a nascente, com tendência à qualidade BOA a montante e a jusante da foz do Córrego Lageado, embora um evento tenha qualidade RUIM, e com qualidade ACEITÁVEL na foz sendo um resultado de ACEITÁVEL. O Córrego Lageado aponta para a qualidade ÓTIMA a montante e a jusante da captação de água de distribuição e BOA para a foz, com um evento de qualidade RUIM. O Córrego Anhanduizinho, que recebe a maior quantidade do deflúvio superficial urbano descreve com uma qualidade ÓTIMA, com um evento de ACEITÁVEL próximo à nascente; a jusante do Córrego Segredo, embora a foz desse Córrego seja de qualidade RUIM, também com dois eventos de qualidade ÓTIMA a jusante do Córrego Prosa, cuja foz é ACEITÁVEL, é RUIM a jusante da foz Córrego Bandeira que tem qualidade ACEITÁVEL, volta a ter BOA qualidade a jusante do Córrego Bálsamo, onde a foz desse é de qualidade BOA, e com tendência a qualidade ACEITÁVEL na saída do perímetro urbano. O Córrego Guariroba tem qualidade ÓTIMA em todas as campanhas de montante e jusante do córrego. Contudo, a presença de metais e fenóis determinam o comprometimento da qualidade assim como os baixos níveis de oxigênio dissolvido, porém os pH's de todas as amostras coletadas não mostraram nenhum tipo de alteração para os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/05.

O IQA_{IET} aponta um estado MESOTRÓFICO apenas em um evento na foz do Córrego Lageado, em dois resultados a montante e uma vez a jusante do Córrego Guariroba. Os demais resultados são EUTROFIZADOS, pois as concentrações de fósforo total concluem na escala de $53,0 < P \leq 211,9 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Portanto, as quatro campanhas realizadas para a avaliação da qualidade das águas superficiais são interpretadas como que o IQA_{IAP} o melhor índice para abastecimento público, pois o

IQA_{Cetesb} é limitado em função da não utilização de metais e fenóis, já o IQA_{Horton} não contempla a carga orgânica, teor de sólidos, fósforo total e série de nitrogênios. Então a captação do Córrego Lageado e Guariroba estão com qualidade BOA para captação das águas. A situação da vida aquática torna-se preocupante na foz de cada córrego analisado, bem como a jusante do Córrego Bandeira.

O Lago do Amor recebe as águas dos Córregos Bandeira e Cabaça, o que se conclui é que o Córrego Cabaça é o maior contribuinte com carga orgânica e presença de metais. No entanto, o enriquecimento de nutrientes no Lago pode estar alimentando as macrófitas presentes no leito da água.

A continuidade deste trabalho poderá colaborar para a constatação e descoberta de fatores que contribuem para os resultados obtidos, embora o lançamento de esgoto doméstico tratados e não-tratados e o deflúvio superficial urbano sejam os principais responsáveis pela qualidade ACEITÁVEL e RUIM interpretada pelo IQA_{IAP} a partir do IQA_{Cetesb} .

Com isso, o parâmetro de potencial de trihalometanos e Teste de Mutagenicidade tornam-se necessários para uma avaliação na presença de compostos orgânicos tóxicos, a capacidade de sobrevivência e reprodução de organismos aquáticos nos mesmos leitos d'água estudados. Assim, como melhorar a eficiência e otimização do equipamento de absorção atômica, com baixas curvas de concentração, carta de controle e estudos de limite de detecção com aplicação de estatística para viabilizar o tempo de leituras e performance de melhores resultados com confiabilidade no controle de qualidade do laboratório da UFMS.

Sugere-se a continuidade deste trabalho, com a elaboração de um programa de monitoramento com coleta mensal, bem como a realização do potencial de trihalometanos e Teste de Mutagenicidade.

Recomenda-se que pessoas com poder de decisão para o desenvolvimento sustentável apresente medidas para a proteção e preservação das nascentes, conforme prevê o Código Florestal na Lei Federal nº 4.771/65, bem como às margens dos córregos. O aumento na percentagem de população servida em rede de coleta de esgoto, tratados ou não-tratados, também seria uma situação que poderia diminuir a degradação dos córregos, conforme se conclui nos trechos estudados na região central da cidade.

O incentivo a pesquisas de monitoramento ambiental, poderia ser estimulada pelos órgão financiadores para que laboratórios de pesquisas de análises de água, pudessem ser construídos e equipados para atender a comunidade científica, buscando evoluir no controle de qualidade das curvas de calibrações e aplicação de estatísticas para garantir os dados de demais trabalhos que possam ser desenvolvidos futuramente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA; WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th edition, Washington, 1998.
- AURELIANO, J. et al. Proposta para reestruturação do monitoramento da qualidade da água no Estado de Pernambuco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba, Resumos. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2003. v.1, p.84.
- 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. Código Florestal nº 4.171, de 15 de setembro de 1965, dispõe sobre a proteção e preservação dos recursos naturais.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 institui a política Nacional dos Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- CAMPO GRANDE. Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente – PLANURB. Carta de Drenagem de Campo Grande, 1997. 3p.
- CARLSON, R.; SIMPSON, J. *Defining trophic state*. A coordinator's guide to volunteer lake monitoring management American lake management society, 1996. http://dipping.kent.edu/trophic_state.htm (23/03/2005).
- CASTELLO, N. E. *et al.*. Apresentação da rede de monitoramento da qualidade das águas na região do alto Tietê e resultados preliminares obtidos para a avaliação dos benefícios advindos da 2ª etapa do projeto Tietê. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba, Resumos. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2003. v.1, p.88.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2005. ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/Estimativas_2004/UF_Municipio.zip (27/05/2005).

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).

GEOMORENA. Prefeitura Municipal de Campo Grande – MS, 2000. CD-ROM.

KENNETH, D. R.; LESLIE, A. R. *Pesticides in urban environments fate and significance*. Edited by ACS, American Chemical Society, Washington, 1993.

LESTER, J. N.; BIRKETT, J. W. *Microbiology and chemistry for environmental scientist and engineers*. E & FN Spon is an imprint of the Taylor & Francis Group. 1999.

LORENZETTI, M. L. Utilização de Análises Ecotoxicológicas no Aprimoramento da Avaliação na Qualidade da Água: Aplicação do IVA- Índice de Qualidade da Água para a Proteção da Vida Aquática. São Paulo, 2002. 67p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

MATO GROSSO DO SUL, BRASIL. 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, BRASIL. Lei Estadual nº 2.406, de 9 de janeiro de 2002, sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos.

MESQUITA, J. B.; KOIBE, S. Redes de monitoramento de qualidade da água em bacias hidrográficas – análise de metodologia para macrolocalização dos pontos de amostragem

- para bacia do descoberto/DF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., Curitiba, 2003. Curitiba, Resumos. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2003. v.1, p.85.
- MOTTA, S. Introdução à engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
- NORONHA, L. M. S.; PEREIRA, C. B.; MENDONÇA, A. S. F. Avaliação da qualidade da água na bacia do Rio Jacarandá utilizando um índice de qualidade de água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., Curitiba, 2003. Curitiba, Resumos. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2003. v.1, p. 181.
- 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).
- OTT, W. R. *Environmental indices, Theory and Practice*. Michigan, Ann Arbor Science Publishers, Inc. P.O Box 1425, 1978.
- PORTO, R. L. L. (org.). Hidrologia ambiental/organizado por Ruben La Laina Porto – vol. 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). 1991. 391p.
- PORTO, R. L. L.; FILHO, K. Z.; SILVA, R. M. Medição de vazão e curva-chave. São Paulo: USP, 1999.
- PREFEITURA DE CAMPO GRANDE, 2005. Aspectos físicos do Município. <http://www.campogrande.ms.gov.br/index2.htm> . (27/05/2005).
- QUEDER, L. N. Critérios de implantação da cobrança de uso de recursos hídricos em um trecho do Córrego Imbirussu. Campo Grande, 2003. 58p. (Monografia de Especialização em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, UFMS).

REVISTA INFORMATIVA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. Revista ABRH Notícias. Rio Grande do Sul: Gênese Artes Gráficas e Editora Ltda., nº 7, 8p., 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE-MS. Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água das Sub-Bacias dos Rios Miranda, Taquari e Imbirussu em 1994. Campo Grande-MS, 1995. Relatório técnico.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE-SP. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2003. São Paulo, 2004. CD ROM.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E OBRAS-SP. Síntese do Relatório da situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, 2000-2003. São Paulo, 2003. Relatório técnico.

SHINMA, E. A. Avaliação da qualidade das águas dos rios da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai – Pantanal. Campo Grande-MS, 2004. 91p. Dissertação, Programa de pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – UFMS. Campo Grande-MS.

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, Curitiba, 2003. 1v. Desafios à gestão da água no limiar do século XXI. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2003. 1v.

Von SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º ed. Belo Horizonte: Universidade de Minas Gerais, 1996.

TUCCI, C. E. M., (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS - ABRH, 2001.

WAITE, T.D. *Principles of water quality*. Orlando, Florida: Academic Press inc. 1984.

ANEXOS

ANEXO A**Resultados analíticos dos 29 pontos de coleta**

ANEXO B

**Fotos dos Laboratórios da Empresa Sanágua, Análises Ambientais e Análises de Águas
(Laqua) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Fotos dos laboratórios utilizados para o desenvolvimento analítico dos parâmetros ambientais.



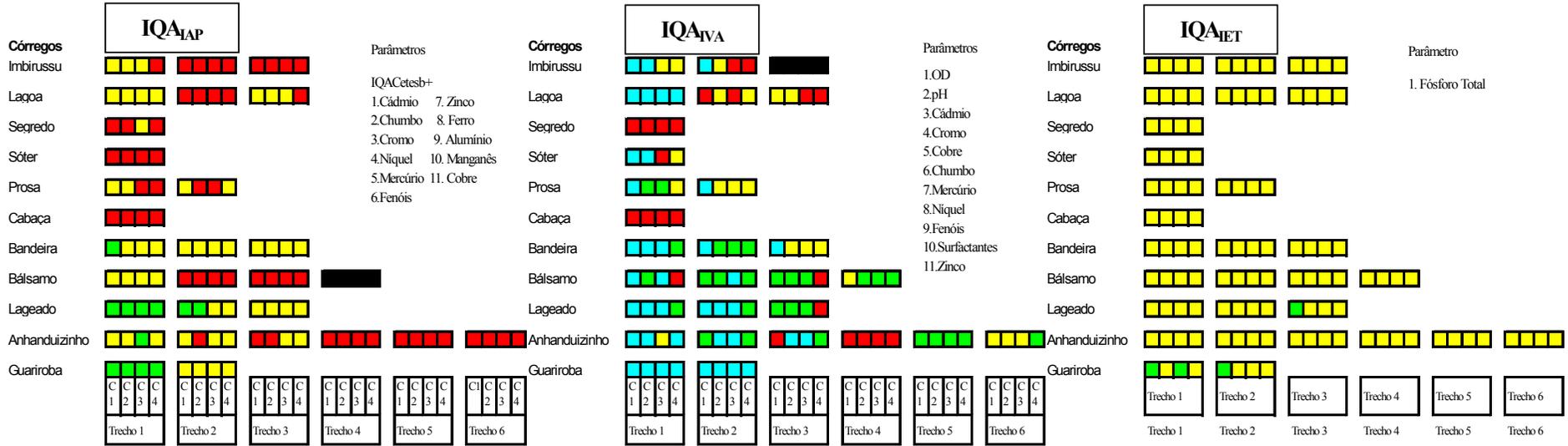
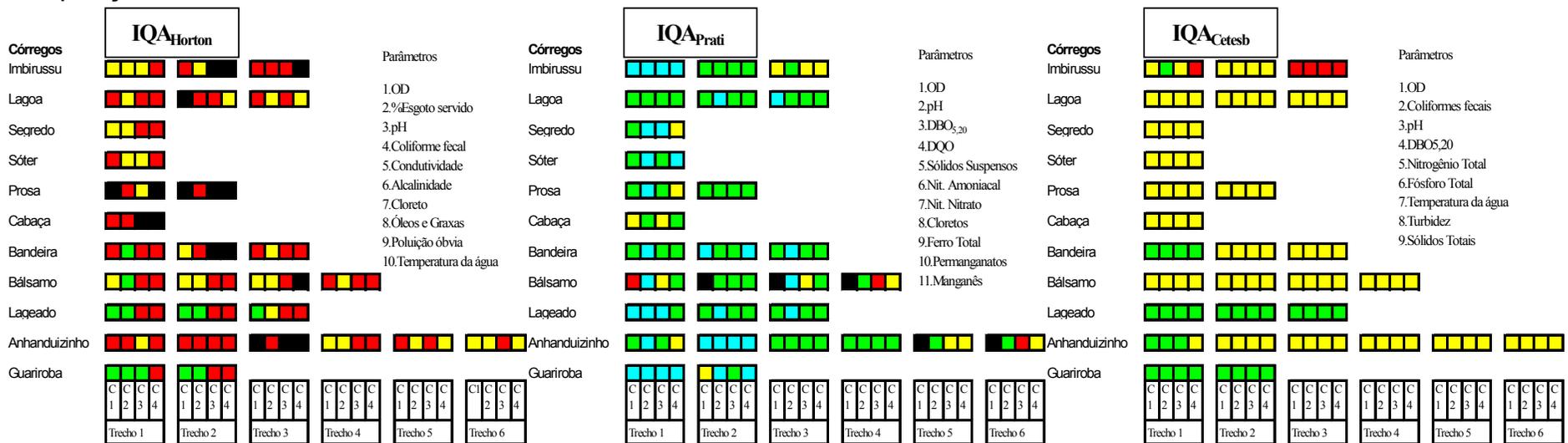
Amostras no laboratório da Empresa Sanágua



Leitura de metais no laboratório da UFMS

ANEXO C
Comparações dos IQA's

Comparações dos IQA's



Legenda

PÉSSIMA	RUIM	REGULAR	BOA	ÓTIMA	OLIGOTRÓFICA	MESOTRÓFICA	EUTRÓFICA	HIPEREUTRÓFICA
---------	------	---------	-----	-------	--------------	-------------	-----------	----------------

IQA: Índice de Qualidade da Água

C ₁ Campanha 1	C ₂ Campanha 2	C ₃ Campanha 3	C ₄ Campanha 4
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------