

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

MARCELY RODRIGUES CINTRA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA E DE VERDURAS PRODUZIDAS  
EM REGIÕES URBANAS

CAMPO GRANDE  
2009

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

**MARCELY RODRIGUES CINTRA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E  
MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA E DE VERDURAS  
PRODUZIDAS EM REGIÕES URBANAS**

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

**ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lúcia Ribeiro**

Aprovada em:

**Banca Examinadora:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Lúcia Ribeiro  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Carlos Nobuyoshi Ide  
UFMS/CCET/DHT

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Isabel Lima Ramos  
UFMS/CCHS/DTA

Campo Grande, MS  
2009

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu maior motivador, por me dar forças e sempre guiar o meu caminho.

A Professora Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Ribeiro, pela excelente orientação, pela confiança, amizade, compreensão e incentivo transmitidos durante este trabalho, e principalmente por ter me dado esta oportunidade.

Ao Professor Carlos Nobuyoshi Ide, pelas sugestões e idéias, que foram essenciais para a finalização deste trabalho, e pela amizade conquistada ao longo do curso.

Aos meus pais, Sizete e Prado, e minha xodó irmã, Mariana, pelo amor incondicional, pelos telefonemas carinhosos e apoio nas horas mais difíceis de minha vida.

Ao amor da minha vida, Marcel, pelo companheirismo, compreensão, incentivo, apoio e principalmente pelas impressões e ajuda com os problemas referentes à informática.

Ao Professor Kennedy, pela colaboração na tradução do resumo deste trabalho.

A todos os professores do PGTA/UFMS, pelos conhecimentos compartilhados, auxílios e sugestões oferecidas, principalmente ao Professor Teodorico, coordenador do programa, por me apoiar nas horas mais difíceis.

Ao laboratório LAQUA/UFMS, pela realização das análises físico-químicas, em especial, a Cris e Maria, pela ajuda na realização das análises, pelas sugestões e amizade verdadeira; a Eliane, Edinéia e Tainá, pela realização das análises e amizade; e Zé Luis, pela coleta das amostras da primeira campanha.

Ao Marcelo Campos, pelas análises físico-químicas, pelos conhecimentos, pelas coletas das amostras, e principalmente pela amizade que foi intensificada durante as divertidas aulas de dança de salão.

A minha amiga Fernanda, pelo apoio desde o início do programa, pela coleta das amostras, e principalmente pela ajuda dispensada na elaboração deste trabalho.

Ao Fernando, pela ajuda fundamental durante todas as campanhas de campo.

Ao Jorge Cassaneli, pela colaboração na adaptação e elaboração dos mapas.

Ao Fábio e Vinícius, pela experiência compartilhada, sugestões e elaboração dos mapas.

Ao Fábio Rodrigues do Nascimento, pela ajuda na impressão dos mapas.

Ao Departamento de Tecnologias de Alimentos (DTA/UFMS), Prof<sup>a</sup> Maria Isabel e Lúcia, pela realização das análises microbiológicas.

Ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa, e pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus avós, Maria e Athaides, Lourdes e Sebastião, por ajudarem a escrever a minha história, sempre me apoiando e me dando amor.

Aos meus padrinhos, Mariza e Arruda, por contribuírem para a minha formação pessoal, pelo amor e apoio que foi me dado.

Aos meus primos, Camila, Rafael, Danilo, Murilo e Ana Paula, que sempre compartilharam o uso do computador e pela relação de irmãos que foi estabelecida pela nossa convivência.

A toda minha família, pelo amor, apoio e confiança em todos os momentos de minha vida.

Ao meu filhote, Bruce Virgínio Lima, por ser alegria do meu dia-a-dia e pela companhia durante todas as madrugadas que fiquei estudando.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE SIGLAS .....	ix
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1 Agricultura urbana .....	4
3.2 Contaminação microbiológica de verduras.....	6
3.3 Qualidade da água, problemática ambiental .....	8
3.4 Gerenciamento de recursos hídricos .....	10
3.5 Fontes de poluição.....	11
3.6 Significado ambiental dos parâmetros .....	12
3.6.1 Parâmetros físicos e químicos .....	12
3.6.2 Parâmetro microbiológico .....	19
3.7 Enquadramento da água .....	22
3.8 Índice de Qualidade da Água (IQA) .....	24
3.8.1 Índice de Qualidade da Água da CETESB (IQA <sub>CETESB</sub> ).....	25
4 METODOLOGIA.....	28
4.1 Medição da descarga líquida.....	29
4.2 Amostragem .....	31
4.2.1 Amostragem de água .....	32
4.2.2 Amostragem de hortaliças .....	32
4.2.3 Identificação dos pontos de amostragem.....	33
4.3 Técnica Analítica .....	37
4.3.1 Determinação de parâmetros físico-químicos .....	37
4.3.2 Determinação de coliformes totais (35°C) e coliformes termotolerantes (45°C) ...	37

4.3.3	Determinação de Enterococos .....	38
4.3.4	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.....	38
4.3.5	Contagem de Bactérias Heterotróficas .....	38
4.4	Estatística .....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
5.1	Resultados comparativos com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 .....	39
5.1.1	Resultados para o Córrego Bandeira .....	40
5.1.2	Resultados para o Córrego Segredo .....	42
5.2	Resultados da análise microbiológica da água.....	45
5.3	Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA) da CETESB .....	51
5.3.1	IQA <sub>CETESB</sub> para o Córrego Bandeira.....	51
5.3.2	IQA <sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo .....	57
5.4	Resultados das análises em verduras comparados com a legislação.....	62
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	69
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1	Curvas médias de variação da qualidade das águas.	26
FIGURA 4.1	Perímetro urbano de Campo Grande indicando as bacias de estudo.	28
FIGURA 4.2	Distribuição dos pontos de medidas.	30
FIGURA 4.3	Localização dos pontos de amostragem, na Bacia do Córrego Bandeira.	34
FIGURA 4.4	Localização dos pontos de amostragem, na Bacia do Córrego Segredo.	36
FIGURA 5.1	Características do entorno dos pontos amostrados na Bacia do Córrego Bandeira.	47
FIGURA 5.2	Características do entorno dos pontos amostrados na Bacia do Córrego Segredo.	50
FIGURA 5.3	Perfil do IQA <sub>CETESB</sub> ao longo do Córrego Bandeira, no período de estiagem.	54
FIGURA 5.4	Perfil do IQA <sub>CETESB</sub> ao longo do Córrego Bandeira, no período de chuva.	56
FIGURA 5.5	Perfil do IQA <sub>CETESB</sub> ao longo do Córrego Segredo, no período de estiagem.	59
FIGURA 5.6	Perfil do IQA <sub>CETESB</sub> ao longo do Córrego Segredo, no período de chuva.	61
FIGURA 5.7	Condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Bandeira.	65
FIGURA 5.8	Condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Segredo.	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1	Classificação das águas doces, conforme seus usos, segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005.	23
TABELA 3.2	Alguns padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para classificação de águas doces.	24
TABELA 3.3	Parâmetros e pesos para $IQA_{CETESB}$ .	27
TABELA 3.4	Cores de variação da qualidade, utilizadas no $IQA_{CETESB}$ .	27
TABELA 4.1	Distância recomendada entre verticais.	29
TABELA 4.2	Cálculo da velocidade média na vertical.	30
TABELA 4.3	Descrição dos pontos de amostragem na Bacia do Córrego Bandeira.	33
TABELA 4.4	Descrição dos pontos de amostragem na Bacia do Córrego Segredo.	35
TABELA 4.5	Relação dos parâmetros físico-químicos monitorados em água, unidades e técnicas analíticas.	37
TABELA 5.1	Resultados dos parâmetros e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para a Bacia do Córrego Bandeira.	41
TABELA 5.2	Resultados dos parâmetros e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para a Bacia Córrego Segredo.	43
TABELA 5.3	Resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em água, na Bacia do Córrego Bandeira.	46
TABELA 5.4	Resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em água, na Bacia do Córrego Segredo.	49
TABELA 5.5	Resultados do $IQA_{CETESB}$ para o Córrego Bandeira, no período de estiagem.	51
TABELA 5.6	Resultados das vazões do Córrego Bandeira, no período de estiagem.	52
TABELA 5.7	Resultados do $IQA_{CETESB}$ para o Córrego Bandeira, no período de chuva.	54
TABELA 5.8	Resultados das vazões do Córrego Bandeira, no período de chuva.	55
TABELA 5.9	Resultados do $IQA_{CETESB}$ para o Córrego Segredo, no período de estiagem.	57

TABELA 5.10	Resultados das vazões do Córrego Segredo, no período de estiagem.	58
TABELA 5.11	Resultados do IQA <sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo, no período de chuva.	60
TABELA 5.12	Resultados das vazões do Córrego Segredo, no período de chuva.	60
TABELA 5.13	Valores dos parâmetros microbiológicos em amostras de verduras, produzidas no período de estiagem, nas duas bacias estudadas.	63
TABELA 5.14	Valores dos parâmetros microbiológicos em amostras de verduras, produzidas no período de chuva, nas duas bacias estudadas.	66

## LISTA DE SIGLAS

ABERC	Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas
ABRACEN	Associação Brasileira de Centrais de Abastecimento
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CE	Condutividade elétrica
CEASA	Centrais de Abastecimento S. A.
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CT	Coliformes termotolerantes
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
DQO	Demanda química de oxigênio
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
LAQUA	Laboratório de Qualidade Ambiental
NMP	Número mais provável
NSF	National Sanitation Foundation
OD	Oxigênio dissolvido
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
pH	Potencial hidrogeniônico
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UMMM	União Mundial de Mercados Mayoristas
USEPA	Agência de Proteção Ambiental norte-americana

## RESUMO

CINTRA, M. R. (2009). *Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água e de verduras produzidas em regiões urbanas. Campo Grande, MS. 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.*

No Brasil, o cenário atual é caracterizado pela progressiva contaminação das águas superficiais e subterrâneas devido a despejos domésticos e industriais, a cargas de pesticidas de uso agrícola e controle de pragas e depósito de resíduos sólidos nos centros urbanos. Portanto, este estudo avaliou a qualidade das águas dos Córregos Bandeira e Segredo, bem como as verduras produzidas no município de Campo Grande, MS. Em amostras de água foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos segundo metodologias recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21<sup>a</sup> ed.). Em amostras de verduras (alface, agrião, chicória, rúcula, couve, brócolis e espinafre) foram analisados os seguintes parâmetros microbiológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Enterococos* e *Salmonella* sp, conforme a referência *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (4<sup>a</sup> ed). O Índice de Qualidade da Água da CETESB permitiu a classificação da qualidade da água, para a maioria dos pontos amostrados, nas faixas BOA e REGULAR. Em relação às classes de qualidade da água, estabelecidas pela Resolução CONAMA N° 357/2005, as águas dos córregos estudados, foram classificadas em Classes 1 e 2, segundo a maioria dos parâmetros analisados. Elevadas concentrações de coliformes termotolerantes foram verificadas em amostras de verduras, que ultrapassaram os padrões da legislação. Não foi detectada a presença de *Salmonella* sp na maioria das amostras de verduras analisadas, a exceção de uma amostra.

Palavras-Chave: verduras, qualidade da água, Córrego Bandeira, Córrego Segredo.

## ABSTRACT

CINTRA, M. R. (2009). *Evaluation of physical, chemical and microbiological quality of water and green vegetables produced in urban regions. Campo Grande, 2009. 85 p. Masters Thesis – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brazil.*

In Brazil, the present scenario is of increasing contamination of superficial and subterranean waters from domestic and industrial waste, agricultural pesticides, and solid waste in urban areas. The present study evaluated the quality of the water of the Bandeira and Segredo streams, as well as the green vegetables produced and consumed in the municipality of Campo Grande, MS. The water samples were analyzed for physical, chemical and microbiological parameters using methodologies recommended in *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (21st ed.). Green vegetable samples (lettuce, watercress, chicory, rocket, cabbage, broccoli and spinach) were analyzed for the following microbiological parameters: thermotolerant coliforms, *Enterococcus* and *Salmonella* spp., according to *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (4th ed.). The Water Quality Index of CETESB permitted the quality to be classified as GOOD and REGULAR in most of the stream sampling points. In relation to the water quality classes established by CONAMA resolution n° 357/2005, the waters of the studied streams were classified into Classes 1 and 2, according to the majority of the analyzed parameters. High concentrations of thermotolerant coliforms were found in the green vegetable samples, surpassing legal standards. *Salmonella* spp. were not detected in the majority of green vegetable samples analyzed, with the exception of one sample.

Key-words: green vegetables, water quality, Bandeira Stream, Segredo Stream.

# 1 INTRODUÇÃO

As irregularidades na utilização dos recursos naturais, ao longo dos anos, têm provocado o surgimento de vários tipos de resíduos, nos diversos compartimentos do meio ambiente e, em produtos alimentícios. Diante dessa problemática e da periculosidade que certos resíduos podem oferecer à saúde humana e à manutenção da biodiversidade, existe atualmente, a necessidade de ampliar as pesquisas que proporcionem um monitoramento eficiente de possíveis contaminações do meio ambiente. As pesquisas são essenciais para que se obtenham estratégias visando a redução dos riscos de contaminação e a recuperação dos impactos já existentes.

Considerando condições ecológicas locais e habitat, a produção intensiva de alimentos perecíveis (frutas, legumes, verduras) é favorecida pelas condições urbanas. Estes alimentos, ricos em nutrientes essenciais que contribuem para o abastecimento alimentar de sociedades.

Porém, a segurança alimentar de um povo só será garantida quando os alimentos que chegarem até a mesa da população forem seguros sanitariamente. Além das iniciativas de comercialização, a agricultura urbana deve ser entendida como sendo crucial para a subsistência das pessoas da área. Com isso, toda a cadeia produtiva bem como os envolvidos no ambiente institucional, tais como as autoridades locais, instituições governamentais, pesquisadores, deveriam, em conjunto, promover estratégias que pudessem diminuir o risco de contaminação humana e propagação de doenças associadas à plantas irregulares.

A realização de práticas alimentares mais nutritivas, além da redução da fome e da pobreza podem ser apontados como os principais benefícios voltados à saúde humana em relação à atividade de agricultura urbana. Entretanto, irregularidades de produção, por exemplo, realização de irrigação com águas contaminadas por esgotos, poluição do ar e uso de solos contaminados podem causar riscos à saúde devido ao surgimento de organismos patogênicos e substâncias tóxicas nos produtos que serão disponibilizados para consumo.

Nesse sentido, acredita-se que a realização do monitoramento da qualidade da água utilizada nas plantações desses produtos poderia ser o ponto de partida na alavancagem das buscas por melhorias desses produtos e garantia de um padrão de qualidade. Entende-se como monitoramento da água o esforço em obter informações quantitativas e qualitativas das características físicas, químicas e biológicas da água, através de amostragem estatística. O tipo de informação procurada depende dos objetivos do monitoramento e variam desde a

detecção de violações dos padrões de qualidade da água, até a determinação de suas tendências temporais.

Ainda sobre iniciativas de comercialização, pequenos horticultores fazem de suas plantações domésticas fonte de renda do domicílio ou uma renda complementar. Entretanto, buscando aumentar as vendas, famílias migram para áreas de maior concentração populacional, áreas urbanas, onde acabam cultivando, consumindo e comercializando produtos sem nenhuma instrução ou conhecimento a respeito dos riscos à saúde ocasionados por produções realizadas em locais indevidos.

A avaliação da qualidade higiênico-sanitária das verduras foi motivada pela grande difusão de seu consumo sob a forma crua, pela facilidade de produção e possibilidade de contaminação por água de irrigação inadequada. As condições de cultivo, envolvendo a qualidade da água para irrigação, a espécie de adubo empregado, os meios de armazenamento, transporte e o manuseio da colheita são fatores importantes que também precisam ser monitorados.

Portanto, este estudo propôs a avaliação da qualidade sanitária das verduras produzidas em oito hortas, na área urbana do município de Campo Grande, MS, bem como a avaliação da qualidade da água de dois córregos urbanos, Bandeira e Segredo, que eventualmente poderão ser utilizadas na irrigação de verduras.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a qualidade das águas utilizadas na irrigação de hortas, e a qualidade higiênico-sanitária das verduras produzidas na Bacia Hidrográfica dos Córregos Bandeira e Segredo, no município de Campo Grande, MS.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar a qualidade das águas dos Córregos Bandeira e Segredo, através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.
- Comparar os resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos das amostras de água com a Resolução do CONAMA N° 357/2005.
- Aplicar o Índice de Qualidade de Água (IQA) adaptado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB), para obter informações sobre a qualidade das águas superficiais.
- Determinar a qualidade sanitária das verduras produzidas na área urbana do município de Campo Grande, MS.
- Comparar os resultados dos parâmetros microbiológicos das amostras de verduras com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
- Propor ações de melhoria de qualidade e monitoramento dos recursos hídricos e produção de verduras na área urbana do município de Campo Grande, MS.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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 à implantação do povoado de Campo Grande (DIAS, 2005).

Com uma área de 8.096 km<sup>2</sup>, Campo Grande possui mais de dezesseis córregos que banham a cidade, sendo que a maioria deságua no principal corpo receptor, o Córrego Anhanduizinho. Com o crescente número da população nos últimos dez anos de existência estima-se 724.638 habitantes (IBGE, 2007), torna-se cada vez mais preocupante a qualidade das águas superficiais que recebem carga de drenagem pluvial urbana, efluentes industriais e domésticos, e dos mananciais que são utilizados para captação e distribuição ao abastecimento público.

O uso e a ocupação do solo, dos 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 (DIAS, 2005).

O lançamento de esgoto sem tratamento prévio nos rios e córregos de abastecimento persiste, após décadas de sua proibição legal no Brasil, favorecendo a contaminação de hortaliças através de suas águas de irrigação (CARVALHO *et al.*, 2003).

Uma série de práticas em torno da produção, colheita e comercialização de vegetais, fez com que este grupo de alimento, se transformasse em um veículo potencial de parasitas e microrganismos patógenos. Nesse contexto, sobressai a importância das hortaliças, principalmente àquelas consumidas cruas, por serem vias de transmissão de parasitas intestinais, uma vez que no Brasil, esses alimentos são frequentemente adubados ou irrigados com águas contaminadas com material fecal (SILVA *et al.*, 2003).

#### 3.1 Agricultura urbana

Os hábitos de se produzir e consumir hortaliças no Brasil foram introduzidos pelos portugueses na época da colonização e foram intensificados, posteriormente, por correntes imigratórias européias e asiáticas. Espanhóis, italianos, alemães, poloneses e japoneses

instalaram-se, principalmente, nos estados Sul e Sudeste do país. Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul adquiriram notoriedade no cultivo desses alimentos (MAKISHIMA, 2000).

Hortaliça é uma planta herbácea da qual uma ou mais partes podem ser utilizadas como alimento na sua forma natural. A classificação dessas partes comestíveis é realizada segundo a parte que será utilizada como alimento. Nesse sentido, tem-se verdura – quando as partes verdes são utilizadas; legumes – quando frutos ou sementes são utilizados e raízes, tubérculos e rizomas – quando as partes subterrâneas são utilizadas (BRASIL, 1978).

Segundo Bonilha & Falcão (1994), durante o cultivo de hortaliças, pode ocorrer contaminação fecal de forma direta ou indireta; direta, quando são utilizados como fertilizantes excretos humanos ou de animais *in natura*; e de forma indireta, pelo uso de águas poluídas com matéria fecal, seja na irrigação, seja na lavagem das verduras. Essas lavagens são as que mais freqüentemente podem contaminar as hortaliças na fonte de produção, durante o seu preparo para venda.

Ações de conscientização quanto aos efeitos nocivos de más condutas em produções agrícolas devem ser incitadas em todo o Brasil. Entre os motivos mais evidentes, além dos cuidados com a saúde humana, deve-se ressaltar o potencial produtivo brasileiro desses alimentos. Segundo Pessoa *et al.* (2002), atreladas ao setor hortifruti, as 26 CEASAS (Centrais de Abastecimento), então filiadas à Associação Brasileira de Centrais de Abastecimento (ABRACEN), movimentaram na época mais de 12 milhões de toneladas/ano, gerando mais de 7 bilhões de reais, empregando cerca de 100 mil funcionários diretos. Toda essa produção provinha de 50 mil produtores, sendo distribuída por cerca de 20 mil empresas atacadistas. Para incrementar o potencial dos produtos, a ABRACEN realizou em 2000, em Foz do Iguaçu, PR, um evento que anunciou a adesão do Brasil à União Mundial de Mercados Maioristas (UMMM), entidade internacional que representa 135 mercados atacadistas de 31 países em todo o mundo. Entretanto, a grande oportunidade comercial do país só será alcançada mediante a obtenção de padrões de qualidade de todos os produtos oferecidos.

De acordo com Zeeuw (2000), os principais riscos à saúde, associados à agricultura urbana e periurbana, podem ser agrupados nas categorias seguintes:

- contaminação de colheitas com organismos patogênicos (bactérias, protozoários, vírus ou helmintos), devido a irrigação com água de cursos d'água poluídos, ou esgotos inadequadamente tratados ou resíduos sólidos orgânicos;
- doenças humanas transferidas por vetores atraídos pela atividade agrícola;

- contaminação de colheitas e/ou de água potável por resíduos de agroquímicos;
- contaminação de colheitas por absorção de metais pesados de solos, ar ou água contaminados;
- transmissão de doenças de animais domésticos para pessoas (zoonose), durante o manejo de animais, processamento ou consumo de carne contaminada;
- doenças humanas associadas com processamento anti-higiênico, comercialização e preparação de alimentos produzidos;
- riscos de saúde ocupacional para trabalhadores na produção de alimentos e nas indústrias de processamento de alimentos.

As doenças transmitidas por alimentos são resultantes predominantemente do ciclo de contaminação fecal/oral e seu controle tem recebido atenção cada vez maior em todo o mundo. No Brasil, não obstante a relevância e atualidade do problema, são poucos os trabalhos avaliando a qualidade das hortaliças consumidas pela população (TAKAYANAGUI *et al.*, 2000).

### **3.2 Contaminação microbiológica de verduras**

As parasitoses intestinais ainda constituem um sério problema de saúde pública no Brasil, apresentando maior prevalência em populações de nível sócio-econômico mais baixo e condições precárias de saneamento básico, resultando em altos índices de morbidade (UCHÔA *et al.*, 2001).

As parasitoses intestinais são amplamente difundidas, tanto nas áreas rurais, quanto urbanas dos países em desenvolvimento, devido às baixas condições sanitárias, sendo as hortaliças consideradas um dos veículos de suas estruturas infectantes. A principal forma de contaminação dessas hortaliças dá-se, principalmente, através da água contaminada, utilizada na irrigação das hortas ou ainda por contaminação do solo, por uso de adubo orgânico com dejetos fecais. O diagnóstico laboratorial de parasitas de ocorrência em humanos presentes em hortaliças é de grande importância para a saúde pública, uma vez que fornece dados sobre as condições higiênicas envolvidas na produção, armazenamento, transporte e manuseio desses produtos (SILVA *et al.*, 2003).

Freitas *et al.* (2004), investigaram a contaminação por enteroparasitas em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em supermercados e feiras livres do município de Campo Mourão, PR. Das amostras analisadas, 56,0% e 58,7% apresentaram contaminação por

parasitas, dos supermercados e feiras livres, respectivamente. Os principais parasitas encontrados em amostras de alfaces coletadas em supermercados foram: *Ascaris* spp 54,7%, *Toxocara* spp 2,4%, *Strongyloides* spp 4,8%, *Entamoeba* spp 35,7% e *Taenia* spp 2,4%; e em amostras de alfaces coletadas em feiras livres foram: *Ascaris* spp 13,6%, *Strongyloides* spp 11,4%, *Entamoeba* spp 47,7%, *Ancylostoma* spp 9,1%, *Taenia* spp 2,3%, *Fasciola hepatica* 6,8% e *Trichuris* spp 9,1%. Esses resultados indicam que as amostras de alfaces estão em desacordo com a Resolução CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) nº 12/78 (BRASIL, 1978) e salientam a necessidade de aplicação de um programa de educação sanitária direcionado a horticultores e manipuladores de hortaliças. Esses parasitos podem estar associados à água de irrigação, presença de animais no local ou próximo às hortas, adubação com matéria orgânica e com compostagem animal, colheita, manipulação, e etc., o que podem aumentar significativamente as chances de contaminação por enteroparasitas.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (ABERC), o Brasil é campeão em contaminação alimentar: 85% da matéria-prima utilizada na preparação de alimentos é comprometida por fatores de higiene. A contaminação inicial pode decorrer da qualidade da matéria-prima e da higiene no processo (cadeia produtiva). Formas subseqüentes de contaminação ou agravamento das já detectadas decorrem do tipo de produto bem como das condições do próprio ambiente (temperatura, umidade relativa, presença de gases) (PESSOA *et al.*, 2002).

O grupo de microrganismos que afeta a qualidade dos produtos agropecuários é formado por bactérias, leveduras, bolores, alguns vírus, ovos de helmintos e protozoários. Dentre as enfermidades intestinais mais importantes, estão as provocadas por protozoários e/ou helmintos, cuja transmissão ocorre principalmente pela ingestão de formas parasitárias como ovos, larvas cistos ou oocistos. As hortaliças consumidas cruas, na forma de saladas, podem servir como via de transmissão, uma vez que helmintos, protozoários, bactérias e vírus podem estar presentes nesses vegetais, os quais são freqüentemente irrigados com água contaminada com esgotos sanitários ou adubados com dejetos fecais de animais e/ou homens. (ALVES *et al.* 2003).

Um grupo de patógenos causadores de doenças de origem alimentar que tem recebido pouca atenção em países em desenvolvimento são os protozoários, parasitas comuns que ocorrem em vegetais frescos, como a *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* e *Ascaris* spp. (BRACKETT, 1987). Esses organismos, normalmente, contaminam os vegetais antes da colheita, através da água de irrigação e falta de higiene durante práticas culturais.

As contagens totais de bactérias em hortaliças são utilizadas como parâmetros da carga microbiana presente, não indicando se a população tem efeito benéfico ou prejudicial. Contudo, servem como um alerta das condições de higiene durante a manipulação e armazenamento, como também dos potenciais riscos oferecidos à saúde do consumidor (BRASIL, 1997).

Para hortaliças frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para o consumo direto, a RDC N° 12/2001 da ANVISA estabelece, para *Salmonella* sp, ausência em 25g e o limite máximo de  $10^2$  NMP/g de amostra, para coliformes termotolerantes (BRASIL, 2001).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece um limite para ovos de nematóides em águas para irrigação, sem restrições quanto ao vegetal, menor ou igual a 1ovo/litro. Isto parece ser suficiente para proteger os consumidores de hortaliças cultivadas com irrigação por aspersão, usando efluentes de qualidade consistente e em climas quentes (BLUMENTHAL *et al.*, 2001).

O diagnóstico laboratorial de parasitas presentes em hortaliças é de grande importância para a saúde pública, uma vez que fornece dados sobre as condições higiênicas envolvidas na produção, armazenamento, transporte e manuseio desses produtos (SILVA *et al.*, 2003).

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), por meio do Programa Marco de Atenção ao Meio Ambiente, propõe medidas de controle e vigilância a serem empreendidas por sistemas locais de saúde que permitam uma gestão correta da água, identificando ou estabelecendo, entre outros, um controle periódico da qualidade da água para irrigação de hortaliças (BRASIL, 2004).

### **3.3 Qualidade da água, problemática ambiental**

A água é essencial a vida, porém, muitas vezes, atua como veículo de doenças ao homem, o que torna primordial a avaliação de sua qualidade microbiológica antes de ser utilizada (ISAAC-MÁRQUEZ *et al.*, 1994), tanto para fins de irrigação como para dessedentação ou recreação.

Geralmente, a água utilizada na irrigação é proveniente de rios, córregos, lagos ou poços adjacentes às hortas, sendo raramente encontrada a utilização de água de abastecimento público, devido principalmente ao seu alto custo, uma vez que a demanda exigida para este propósito é bastante elevada. Portanto, a água destinada a irrigação é transportada através de

bombas ou canais desde o rio e riacho até as hortas, sem qualquer tratamento prévio (OLIVEIRA & GERMANO, 1992), podendo vir a ser uma fonte potencial de enteropatógenos para o vegetal que será irrigado.

Freqüentemente, se observa a disposição inadequada de esgotos domésticos, como também a deficiência de saneamento básico em alguns locais, contribuindo efetivamente para a contaminação das coleções hídricas, inclusive dos lençóis freáticos, por matéria fecal (BRANCO, 1983; TAKAYANAGUI *et al.*, 1996). No nordeste do Brasil, por exemplo, a escassez de recursos hídricos tem levado ao emprego indiscriminado de águas de córregos, barreiros, açudes e rios contaminados com material fecal (DINIZ, 1994; CEBALLOS *et al.*, 1997), fato este confirmado por Barros *et al.* (1999) quando comprovaram através de seus trabalhos que propriedades do agreste e brejo paraibanos reutilizaram água de esgoto para irrigação de alfaces destinadas ao consumo na forma crua.

Análises bacteriológicas demonstraram que a água de irrigação de cinco propriedades, localizadas em Maringá, PR, estava contaminada por dejetos fecais. Posteriormente, foi evidenciado que estas propriedades tiveram suas hortaliças contaminadas devido à utilização desta água rica em enteropatógenos (GUILHERME *et al.*, 1999).

As águas destinadas à irrigação são fontes originais de contaminação quando comportam grande quantidade de microrganismos como coliformes de origem fecal, Aeromonas, Salmonelas, parasitas intestinais e outros. Entretanto, alimentos que estão em contato direto com águas contaminadas e são consumidos crus constituem fontes prováveis desses microrganismos e merecem especial atenção, principalmente nos países em desenvolvimento, onde o estado nutricional da população é precário, interferindo diretamente nas condições imunológicas dos indivíduos. Crianças, imunodeprimidos e debilitados são considerados grupos susceptíveis, favorecendo o aparecimento dessas enfermidades (PACHECO *et al.*, 2002).

Alguns estudos, no Brasil, têm identificado verduras com alto grau de contaminação por coliformes fecais transmitidos pela água de irrigação (GUIMARÃES *et al.*, 2003). Em Lavras, MG, as análises microbiológicas realizadas identificaram que quase a totalidade dos mananciais investigados apresentava contaminação por coliformes fecais (ROCHA *et al.*, 2002). Também, foi constatada a presença acentuada desse grupo de bactérias nas águas de poços de duas regiões do Rio de Janeiro (FREITAS *et al.*, 2001).

No município de Ribeirão Preto, SP, foram pesquisados enteropatógenos em verduras e em água de irrigação. Por ser a água de irrigação proveniente de córregos, constatou-se que a mesma era responsável pela contaminação de hortaliças por cistos e ovos de parasitas, visto

que a maior frequência desses seres foi evidenciada na seca, período este que se fez necessário à utilização da água proveniente dos córregos (MARZOCHI, 1977).

Nos países em desenvolvimento, as doenças intestinais de veiculação hídrica são responsáveis por vários surtos epidêmicos e pelas elevadas taxas de mortalidade infantil. Como exemplos dessas enfermidades, citam-se: febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase (GRABOW, 1996).

### **3.4 Gerenciamento de recursos hídricos**

O gerenciamento dos recursos hídricos pode ser traduzido como sendo um instrumento que orienta o poder público e a sociedade, em longo prazo, na utilização e monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e socioculturais, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável. A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 vem contemplar a importância da bacia hidrográfica, em seu princípio primeiro: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, tendo como limites da bacia o perímetro da área a ser planejada (LANNA, 1995).

Para a Organização das Nações Unidas (ONU), trata-se essencialmente de uma crise de gestão dos recursos hídricos, causada pela utilização de métodos inadequados, decorrentes da inércia dos líderes e da ausência de uma consciência clara sobre a magnitude do problema por parte da população mundial (UNESCO, 2003). Deste modo, inclusive em função do seu caráter estratégico para a sobrevivência das cidades, a gestão da conservação e da sustentabilidade dos recursos hídricos pressupõe uma versão que, além dos elementos naturais, enxergue o acúmulo de experiências e conhecimentos construídos, enfocando parâmetros de diversidade político-cultural e de justiça sócio-ambiental.

A Agenda 21 Brasileira, quando aborda a Gestão dos Recursos Naturais, indica os problemas mais graves na área de recursos hídricos no país, dando destaque para a gestão, quando enumera as seguintes dificuldades: inexistência de práticas efetivas de gestão de usos múltiplos e integrados dos recursos hídricos; critérios diferenciados na implementação dos processos de gestão no país; base legal insuficiente para assegurar a gestão descentralizada; inadequação dos meios disponíveis no poder público para implementar uma gestão eficiente; participação incipiente da sociedade na gestão, com excessiva dependência nas ações de governos e recursos científico-tecnológicos insuficientes para a gestão (BRASIL, 2000a).

A gestão dos recursos hídricos, concebida a partir da definição de regras de distribuição da água entre diferentes usos e entre diferentes usuários de um mesmo uso, pode

ter distintos objetivos, algumas vezes contraditórios entre si. Neste sentido, a Agenda 21 Brasileira enumera cinco objetivos para a instituição de regras de distribuição da água: eficiência econômica; conservação ambiental; geração de benefícios; redistribuição de renda; e financiamento da gestão (BRASIL, 2000b). Vale ressaltar que a adoção de instrumentos de gestão dos recursos hídricos tem como principais objetivos traduzir aspirações coletivas de racionalização do uso da água, de conservação e de preservação ambiental, além de produzir ações que induzam os usuários da água a modificarem um comportamento julgado inadequado em relação à utilização dos recursos hídricos (GALINDO, 2004).

### **3.5 Fontes de poluição**

A poluição da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação do homem, que faz com que seja parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina. Entende-se por qualidade natural da água o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a água em seu estado natural nos rios, lagos, mananciais, no subsolo ou no mar (CONEZA, 1997). De um modo geral, a poluição das águas pode ocorrer principalmente por esgotos sanitários, águas residuárias industriais, lixiviação e percolação de fertilizantes e pesticidas, precipitação de efluentes atmosféricos e inadequada disposição dos resíduos sólidos (STUDART & CAMPOS, 2003).

A diversidade e o número de fontes existentes e o potencial de contaminação química dos corpos d'água são variadas. Segundo Braga *et al.* (2002), os principais grupos de compostos causadores da poluição são: poluentes orgânicos biodegradáveis, poluentes orgânicos recalcitrantes, metais pesados, nutrientes, organismos patogênicos, calor e radioatividade.

Agrega-se a estes problemas, o fato da grande maioria da população brasileira estar concentrada em cidades, próximas de rios e mananciais, desencadeando um duplo impacto negativo para os recursos hídricos: a intensificação do uso e o aumento da poluição. De fato, a situação da poluição dos rios e lagos no Brasil é, de modo geral, muito grave. Rios, reservatórios, praias e baías nas proximidades das maiores áreas urbanas do Brasil, encontram-se poluídos em decorrência do destino inadequado dado a esgotos, efluentes industriais e resíduos sólidos. Grandes rios, e mesmo pequenos córregos, que atravessam as áreas urbanas no Brasil são, muitas vezes, usados como receptores de águas servidas e depósitos de lixo. Além de problemas de poluição e de proliferação de vetores, por ocasião de

chuvas intensas, esses cursos de água costumam transbordar, ampliando os problemas sanitários e ambientais (BRASIL, 2000a).

As diversidades de poluentes lançados nos corpos d'água podem ser agrupadas em duas grandes classes: pontual e difusa. Os resíduos domésticos e industriais constituem o grupo das fontes pontuais por se restringirem a um simples ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta através de rede ou canais (MEYBECK, 2004). Em geral, a fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor, embora muitas vezes estes resíduos sem tratamento são lançados diretamente nos corpos de água, causando sérios impactos as biotas, aos recursos hídricos, ao homem e demais componentes do sistema. Estas fontes pontuais de poluição têm limites determinados por leis ambientais, valores limites para descarga de efluentes nos recursos hídricos (BRITO, 2003).

As fontes difusas caracterizam-se por apresentarem múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento em áreas urbanas e ou agrícolas e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A redução dessas fontes, geralmente, requer mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental (MEYBECK, 2004).

### **3.6 Significado ambiental dos parâmetros**

A qualidade das águas de um córrego depende, entre vários fatores, do tipo de solo, da extensão e composição da vegetação presente em seu entorno, das condições climáticas e, do tipo e grau de interferências humanas (Von SPERLING, 1996).

Como já foi destacada, a qualidade da água está correlacionada com os seus parâmetros, que por sua vez, são determinados pelas características dos locais onde a água se acumula e as condições climáticas da região. Por isso, as variações temporais, refletem principalmente nos parâmetros físicos e influenciam, também, os parâmetros químicos e afetam a presença dos organismos. Assim, os recursos hídricos superficiais, são ecossistemas abertos com forte influência do meio externo. Por isso, nem sempre o significado de cada uma dessas variáveis coincide exatamente com o esperado.

#### **3.6.1 Parâmetros físicos e químicos**

Os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas

características físicas e químicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água. As principais características da água podem ser expressas como: parâmetros físicos, quando as impurezas presentes na água estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos; e parâmetros químicos, quando há presença de matéria orgânica ou inorgânica na água (Von SPERLING, 1996).

A determinação de parâmetros físicos e químicos é também fundamental na utilização para o cálculo de índices de qualidade da água, que são frequentemente adotados em estudos e pesquisas sobre qualidade de água.

Os principais parâmetros físicos e químicos estão descritos a seguir.

### **3.6.1.1 Temperatura**

A variação de temperatura em corpos hídricos resulta de fenômenos climáticos naturais ou da introdução de efluentes industriais, como descargas de torres de resfriamento e efluentes de destilarias. O aumento excessivo de temperatura pode causar efeitos nocivos tais como: estimular o crescimento de organismos produtores de gosto e odor; diminuir a solubilidade do oxigênio dissolvido, e aumentar o metabolismo, respiração e demanda de oxigênio de peixes e de outras vidas aquáticas. O aumento da temperatura é uma consideração importante, quando substâncias tóxicas estão presentes no despejo. Muitas substâncias (cianeto, fenol, xileno, zinco), mostram-se mais tóxicas em temperaturas elevadas (Von SPERLING, 1996).

### **3.6.1.2 Turbidez**

A presença de partículas em suspensão, que causam a turbidez, ou de substâncias em solução, relativas à cor, pode concorrer para o agravamento da poluição. A turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio. Segundo Branco (1986), a precipitação dessas partículas perturba o ecossistema aquático. A água pode ser turva ou límpida. É turva quando recebe certa quantidade de partículas que permanecem, por algum tempo, em suspensão e podem ser do próprio solo, quando não há mata ciliar, ou provenientes de atividades minerais, como, exploração de areia e argila, indústrias, ou mesmo de esgoto das cidades. A turbidez por si só não causa danos, se for natural.

### 3.6.1.3 Sólidos

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos em uma amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas. A unidade de medição normal para o teor em sólidos não dissolvidos é o peso dos sólidos filtráveis, expresso em  $\text{mg.L}^{-1}$  de matéria seca. Dos sólidos filtrados pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos. A quantidade de sólidos dissolvidos totais (SDT) presentes na água é uma consideração na sua conveniência para uso doméstico, águas com sólidos totais (ST) contendo concentrações menores do que  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  ST, são mais desejáveis para este propósito. Águas com conteúdo de sólidos totais maiores, frequentemente tem um efeito laxativo (Von SPERLING, 1996).

### 3.6.1.4 pH

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio (SAWYER *et al.*, 1994). As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. Nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991).

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição de materiais, muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico). As águas conhecidas como pretas (o Rio Negro, no Amazonas) possuem pH muito baixo, devido ao excesso de ácidos em solução (TAKINO, 1984 *apud* FARIAS, 2006).

### 3.6.1.5 Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica é a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de sais presentes em uma solução. Devido à facilidade e rapidez de determinação da condutividade elétrica, este se tornou um parâmetro padrão para expressar a concentração total de sais para classificação de solos e das águas destinadas à irrigação (BERNARDO, 1995). Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água.

O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionada por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ( $\text{pH} > 9$  ou  $\text{pH} < 5$ ), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o  $\text{H}^+$  e o  $\text{OH}^-$  (APHA, 2005).

### 3.6.1.6 Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos microrganismos que vivem na água. Ao contrário do ar, a água possui menos oxigênio, porque o gás não é muito solúvel. Um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta, normalmente, de 8 a 10  $\text{mg.L}^{-1}$  de oxigênio dissolvido (OD). Essa quantidade pode variar em função da temperatura e pressão. A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica (CARMOUZE, 1994). Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é um parâmetro extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente, o oxigênio dissolvido reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Outro exemplo, são os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água, estes são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio. A morte

de peixes em rios poluídos se deve, portanto, à ausência de oxigênio e não à presença de substâncias tóxicas (Von SPERLING, 1996).

#### **3.6.1.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade de oxigênio necessário para degradar biologicamente, em um período de 5 dias à temperatura de incubação de 20°C, uma quantidade de matéria orgânica presente nos corpos d'água. O consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos é equivalente à quantidade de matéria biodegradável que se estabiliza e os principais componentes orgânicos são as proteínas, carboidratos, gordura, óleos, além de uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas dentre outros de menor quantidade. Tem como origem principal despejos domésticos e industriais (Von SPERLING, 1996).

#### **3.6.1.8 Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Demanda química de oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO<sub>5,20</sub>, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2002).

#### **3.6.1.9 Série nitrogenada**

O nitrogênio é escasso nas águas e pode ser retirado do ar por algumas algas. Alguns adubos utilizados na agricultura possuem nitrogênio como principal nutriente dada a sua importância e escassez no solo, o nitrogênio também está presente nas matérias orgânicas em decomposição. Nos animais e vegetais o nitrogênio encontra-se na forma orgânica, mas em contato com a água, rapidamente transforma-se em nitrogênio amoniacal. A presença de nitrogênio amoniacal na água significa matéria orgânica em decomposição e que o ambiente está pobre em oxigênio. Os compostos de nitrogênio são de grande importância nos processos vitais de todas as plantas e animais. O nitrogênio é um elemento fundamental na formação das proteínas. Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, alternam-se várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas (APHA, 2005): nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>), escapando para a atmosfera; nitrogênio orgânico (dissolvido

e em suspensão); nitrogênio amoniacal, como amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ); nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ); nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Segundo Dias & Álvarez (1996), no solo a matéria orgânica é decomposta por numerosos grupos de bactérias e fungos. Inicialmente, ocorre o processo de amonificação com a digestão enzimática das proteínas e liberação de aminas e aminoácidos; a seguir ocorre o processo de amonificação onde essas formas são hidrolisadas e liberam compostos amoniacais. O íon amônio pode ser convertido para nitrito e nitrato, ou absorvido pelas plantas, ou utilizado por organismos heterotróficos ou ainda ser adsorvido por forças eletrostáticas na superfície de argila. O processo de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática.

A soma do nitrogênio orgânico e amoniacal é o Nitrogênio Total Kjeldahl, a concentração deste nos rios que não são influenciados por excesso de insumos orgânicos varia de 0,5 a 1,0  $\text{mg.L}^{-1}$  (PHILIPPI *et al.*, 2004). O nitrogênio amoniacal é a forma mais reduzida do nitrogênio e é o primeiro composto produzido na degradação da matéria orgânica (APHA, 2005). O termo nitrogênio amoniacal abrange as concentrações das formas do nitrogênio como amônia ( $\text{NH}_3$ ).

A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5  $\text{mg.L}^{-1}$   $\text{NH}_3$ . Além disso, como visto anteriormente, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é um importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade de água (CETESB, 2002).

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água, a principal fonte do nitrato são os dejetos humanos, e os nitratos estimulam o desenvolvimento das plantas e organismos aquáticos (OGERA, 1995). O nitrato está associado a metahemoglobinemia, uma doença que atinge principalmente crianças e se caracteriza pela falta de ar devido à substituição do oxigênio transportado pela hemoglobina, pelo nitrito originário do nitrato presente em águas de abastecimento (SAWYER *et al.*, 1994).

O nitrito é encontrado em águas superficiais em pequena quantidade, devido a sua instabilidade na presença de oxigênio, a presença do íon nitrito indica processo biológico ativo influenciado por poluição orgânica. Como todo nutriente, o nitrogênio pode causar superprodução de algas e cianobactérias nos corpos receptores dos efluentes de estações de tratamento de esgotos que não removem ou reduzem a quantidade desse elemento (BRANCO,

1986). Antes do desenvolvimento dos testes bacteriológicos para determinar a qualidade das águas, os testes do nitrogênio sob a forma de nitrogênio orgânico e amoniacal foram os primeiros indicadores usados para verificar a ocorrência de poluição orgânica recente nos corpos da água. Ainda hoje, esses testes são usados para avaliar o grau de contaminação orgânica de um corpo d'água, principalmente com esgotos domésticos (SAWYER *et al.*, 1994).

#### **3.6.1.10 Série fosfatada**

O fosfato pode ser proveniente de adubos, a base de fósforo, ou da decomposição de materiais orgânicos e esgoto. O fósforo e o nitrogênio são essenciais ao crescimento de todos os seres vivos. Em corpos d'água são elementos fundamentais para o controle das taxas de crescimento de algas e cianobactérias (SAWYER *et al.*, 1994). Os compostos de fósforo podem estar nas águas sob as formas de ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. Os ortofosfatos têm como origem os fertilizantes fosfatados utilizados na agricultura, os polifosfatos são provenientes de despejos de esgotos domésticos e de alguns despejos industriais que utilizam detergentes sintéticos à base de polifosfatos. O fósforo total, o ortofosfato e a amônia formam o principal grupo de nutrientes com relação direta com o processo de eutrofização de um corpo d'água (CEBALLOS, 1998).

Segundo Esteves (1988), na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas. Podem originar-se de numerosas descargas industriais. As águas com altos níveis de sulfatos podem apresentar efeito laxativo característico do sulfato de sódio e de magnésio.

#### **3.6.1.11 Alcalinidade**

A alcalinidade de uma água é uma medida de sua capacidade de neutralizar ácido e é devido principalmente, a sais de ácidos fracos e bases fortes. Tais substâncias têm efeito tampão, resistindo à queda de pH resultante da adição de ácidos. A porção principal de alcalinidade em águas naturais é causada por hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos (APHA, 2005). A determinação e o controle da alcalinidade tornam-se importantes na avaliação da qualidade das águas com o objetivo de evitar problemas de corrosão e de incrustação nas tubulações (SAWYER *et al.*, 1994).

### 3.6.1.12 Cloreto

Os cloretos ocorrem em todas as águas naturais e podem ser resultados do contato da água com depósitos minerais e com a água do mar, a poluição por esgotos (domésticos e industriais) ou ao retorno de águas utilizadas em irrigação agrícola. Em geral, quantidades razoáveis não são prejudiciais à saúde, mas transmite a água um sabor salgado, repulsivo. Embora possa ser fitotóxico para algumas frutas, os usos agrícolas de água com concentrações de cloretos menores que  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  não prejudica, em princípio, as culturas irrigadas (TUCCI, 2001). O aumento do teor de cloretos na água indica a presença de esgotos, por causa da excreção do cloreto na urina, ou por despejos industriais, acelerando os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água (PHILIPPI *et al.*, 2004).

### 3.6.2 Parâmetro microbiológico

Segundo Von Sperling (1996), em termos de avaliação da qualidade da água, os microrganismos assumem um papel de maior importância dentre os seres vivos, devido à sua grande predominância em determinados ambientes, à sua atuação nos processos de depuração dos dejetos ou à sua associação com as doenças de veiculação hídrica.

Muitos dos nutrientes de córregos e rios vêm do sistema terrestre circundante. De modo geral, a população microbiana aquática reflete as condições terrestres, incluindo os efeitos das práticas domésticas, agrícolas e industriais. As mudanças ambientais drásticas em córregos e rios, criadas pela expansão rápida da urbanização e pelas mudanças no manejo do solo para cultivo, tornam impossível descrever uma população microbiana específica (PELCZAR *et al.* 1997).

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos microrganismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes. O termo microrganismos indicadores refere-se a um tipo de microrganismo cuja presença na água é evidência de que ela está poluída com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente. Este tipo de poluição indica que qualquer microrganismo patogênico que ocorre no trato intestinal desses animais pode também estar presente. A seguir, estão descritas as características dos parâmetros microbiológicos utilizados neste estudo.

### 3.6.2.1 Coliformes Totais

Por definição, coliformes são bacilos aeróbicos e/ou anaeróbios facultativos, Gram-negativos, não esporulados, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido e gás. Este grupo inclui vários gêneros e espécies da família *Enterobacteriaceae*, com potencial variado de patogenicidade para o homem. Os gêneros clássicos deste grupo são *Escherichia*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Os coliformes totais são fermentadores de lactose, com produção de ácido e gás em faixa de temperatura que varia entre 32 e 37 °C. (APHA, 2001).

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Tal grupo foi bastante usado no passado como indicador, e continua a ser usado em algumas áreas, embora as dificuldades associadas com a ocorrência de bactérias não fecais seja um problema (Von SPERLING, 1996).

### 3.6.2.2 Coliformes Termotolerantes (CT)

Coliformes termotolerantes são organismos indicadores de contaminação fecal, sendo em grande número apenas nas fezes do ser humano e de animais de sangue quente. Sua procedência é de despejos domésticos e industriais (Von SPERLING, 1996). É amplamente conhecido que as fezes dos homens e animais de sangue quente são ricas em coliformes e que estas bactérias existem em águas não poluídas em número reduzido. As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar a lactose. Uma das vantagens do uso do coliforme como índice de poluição fecal da água é o fato do seu número estar correlacionado no tempo com o decréscimo das bactérias patogênicas intestinais. O representante mais importante e frequente é a *Escherichia coli*, sendo unicamente de origem fecal (BRASIL, 2005).

A determinação da concentração dos coliformes termotolerantes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2002).

### 3.6.2.3 Bactérias Heterotróficas

A maioria das bactérias é heterotrófica. O maior grupo de bactérias heterotróficas obtém sua nutrição de matéria orgânica morta. Juntamente com os fungos, as bactérias são responsáveis pela decomposição e reciclagem do material orgânico do solo. Tipicamente,

diferentes grupos de bactérias desempenham papéis específicos, como a digestão da celulose, do amido, e de outros polissacarídeos, ou a hidrólise de ligações peptídicas, ou a quebra de aminoácidos. Essas atividades bacterianas liberam os nutrientes e os tornam acessíveis às plantas e, através das plantas, aos animais. Assim, são parte essencial de todos os sistemas ecológicos (CURTIS, 1977).

Algumas bactérias heterotróficas são parasitas e quebram material orgânico nos corpos de organismos vivos. As bactérias causadoras de doenças (patogênicas) pertencem a este grupo, assim como diversas formas não patogênicas. Algumas bactérias parasíticas têm efeito moderado sobre o seu hospedeiro e outras são até benéficas. No homem, os intestinos contêm muitos tipos de bactérias geralmente inócuas (inclusive *Escherichia coli*). Parte do fornecimento de vitamina K, necessária à coagulação do sangue, deve-se a algumas dessas bactérias, já outras, protegem de graves infecções (CURTIS, 1977).

#### **3.6.2.4 Enterococcus**

As bactérias do gênero *Enterococcus* são classificadas como cocos Gram-positivos, podendo ser visualizados como células individuais ou arranjar-se aos pares ou em cadeias, apresentando comumente morfologia ovóide. São anaeróbios facultativos, crescem a temperaturas de 10°C a 45°C, sendo 35°C a temperatura ótima de crescimento (FACKLAM *et al.*, 2002)

Os enterococos fazem parte da microbiota normal presente no intestino do homem e de outros animais, como agente comensal, sendo *E. faecalis* e *E. faecium* as espécies mais prevalentes. Podem também causar infecções graves em pacientes de risco, por isto a denominação patógenos oportunistas (MURRAY, 1990).

Enterococos distribuem-se amplamente na natureza podendo ser encontrados no solo, em plantas, na água e em diversas espécies do reino animal, incluindo mamíferos, aves, reptéis e insetos (AARESTRUP *et al.*, 2002).

#### **3.6.2.5 Salmonella**

As salmonelas são bacilos gram-negativos facultativos. São membros da família *Enterobacteriaceae* e estão intimamente relacionados com o gênero *Escherichia* e *Shigella*. Há uma única espécie no gênero, *Salmonella enterica*, mas existem mais de 2.000 sorotipos, todos eles patogênicos para o homem e frequentemente para os animais. Seres humanos são infectados por salmonelas quase exclusivamente devido ao consumo de água e alimentos

contaminados. Os alimentos mais comumente envolvidos são, cremes doces utilizados em tortas, carne moída, linguiças, carnes de aves e ovos (PELCZAR *et al.* 1997).

Pessoas podem disseminar salmonelas para outras. Portadores assintomáticos e pessoas doentes, que excretam salmonela nas fezes, podem contaminar suas mãos. Se pessoas com as mãos contaminadas estão envolvidas na preparação de alimentos, elas podem inocular a salmonela. Se o alimento for estocado em local não refrigerado por muitas horas, a bactéria pode multiplicar-se, alcançando número suficiente para causar doença naqueles que o ingerirem. Fezes humanas podem contaminar a água de abastecimento público e causar infecções por *Salmonella*. Por exemplo, no início do século XX, muitos dos surtos de febre tifóide foram relacionados com o consumo de ostras cultivadas em águas contaminadas com fezes humanas (PELCZAR *et al.*, 1997).

### **3.7 Enquadramento da água**

Com o crescimento e desenvolvimento da sociedade, as pressões exercidas por áreas urbanas, em particular grandes conglomerados urbanos, sobre o meio são, entre outras, pressões de demanda por água e fontes de energia, bem como pressões relacionadas à absorção de resíduos e a alterações físicas, químicas e biológicas de processos naturais gerados pela atividade urbana. A demanda por água de abastecimento é a origem dos conflitos pelo uso de recursos naturais. Com o crescimento populacional e a industrialização, mananciais de abastecimento de água mais próximos à zona urbana tornam-se insuficientes ou têm a qualidade das águas deteriorada pela própria expansão urbana (BRASIL, 2004).

Portanto, o enquadramento recebeu especial ênfase na Lei Federal Nº 9.433/97 da Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nesta lei, o enquadramento é considerado como um dos instrumentos de gestão. Apesar desta consideração (na Lei Nº 6.938/81 da Política Nacional do Meio Ambiente, o enquadramento também é entendido como instrumento de gestão) existem divergências em defini-lo como “instrumento” uma vez que representa uma meta ambiental a ser alcançada (BRASIL, 2004).

A necessidade de qualidade da água está intrinsecamente relacionada ao uso que será feito desta água. De acordo com a legislação brasileira em vigor, Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 357, de 17 de março de 2005, são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade, as águas doces (salinidade inferior ou igual a 0,5%), salobras (salinidade entre 0,5% e 30%) e salinas (salinidade superior a 30%) do Território Nacional (BRASIL, 2005).

Assim, os requisitos a que estão sujeitas às águas do Território Nacional variam de acordo com o uso e, para cada classe, estão estabelecidos os padrões de qualidade. As águas doces são classificadas em Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Segundo a resolução, “as águas destinadas à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película” devem estar enquadradas na Classe 1 ou melhor (BRASIL, 2005). A tabela 3.1 apresenta as classes de água doce e seus respectivos usos.

A Lei Estadual, Deliberação CECAMS N° 003, de 20 de junho de 1997, que dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul, tem suas observações embasadas nas disposições constantes na Resolução CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986, revogada pela vigente Resolução CONAMA N° 357/2005 (MATO GROSSO DO SUL, 1997).

TABELA 3.1 Classificação das águas doces, conforme seus usos, segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005.

Classe	Águas destinadas:
Classe especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</li> <li>• à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>• à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</li> </ul>
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>• à proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>• à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;</li> <li>• à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.</li> </ul>
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>• à proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;</li> <li>• à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;</li> <li>• à aquicultura e à atividade de pesca.</li> </ul>
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>• à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>• à pesca amadora;</li> <li>• à recreação de contato secundário;</li> <li>• à dessedentação de animais.</li> </ul>
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• à navegação;</li> <li>• à harmonia paisagística.</li> </ul>

Fonte: Brasil (2005).

A tabela 3.2 apresenta alguns parâmetros analisados, suas unidades e os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005, para classificação de águas doces.

TABELA 3.2 Alguns padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA N°357/2005, para classificação de águas doces.

Parâmetro	Unidade	Limites			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Turbidez	UNT	40	100	100	-
Sólidos Dissolvidos Totais	mg.L <sup>-1</sup> SDT	500	500	500	-
pH	-	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
Oxigênio Dissolvido	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	> 6	> 5	> 4	> 2
Demanda Bioquímica de Oxigênio <sub>5, 20</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	3,0	5,0	10	-
Nitrato	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10,0	10,0	10,0	-
Nitrito	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1,0	1,0	1,0	-
Amônia	pH < 7,5	3,7	3,7	13,3	-
	7,5 < pH < 8,0	2,0	2,0	5,6	-
	8,0 < pH < 8,5	1,0	1,0	2,2	-
	pH > 8,5	0,5	0,5	1,0	-
Fósforo Total	ambiente lântico	0,020	0,030	0,05	-
	ambiente intermediário	0,025	0,050	0,075	-
	ambiente lótico	0,1	0,1	0,15	-
Cloro Total	mg.L <sup>-1</sup> Cl	250	250	250	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	200	1.000	4.000	-

Fonte: Brasil (2005).

A Resolução CONAMA N° 357/2005 estabelece para as águas doces na Classe Especial, que as condições naturais do corpo d'água devem ser mantidas inalteradas.

### 3.8 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Para caracterizar a qualidade da água, são utilizados diversos parâmetros, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e representam impurezas, quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Uma metodologia que pondera estes diversos parâmetros é o Índice de Qualidade de Água (IQA). Por meio deste índice, é possível estabelecer níveis e padrões de qualidade que possibilita o enquadramento de cursos d'água em classes ou níveis de qualidade.

Para uma interpretação ecológica da qualidade das águas superficiais e/ou para estabelecer um sistema de monitoramento, é necessário a utilização de métodos simples e que forneçam informações objetivas e interpretáveis. Neste aspecto, o uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos, ao longo da bacia hidrográfica, ou ao longo do tempo (TOLEDO & NICOLELLA, 2004).

### 3.8.1 Índice de Qualidade da Água da CETESB ( $IQA_{CETESB}$ )

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil, é fundamental a utilização de índices de qualidade. Desta forma, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB), a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas ( $IQA_{CETESB}$ ). É importante salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. (CETESB, 2002).

A criação do  $IQA$ -NSF baseou-se em uma pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de água, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condições de cada parâmetro.

A figura 3.1 apresenta estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente.

O  $IQA_{CETESB}$  é calculado pelo produtório, que pondera as qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliforme termotolerante, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. A equação 3.1 é utilizada para o produtório:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (3.1)$$

Onde:

$IQA_{CETESB}$  = índice de qualidade da água da NSF, adaptado pela CETESB;

$q_i$  = qualidade do i-ésimo parâmetro, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

$w_i$  = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que a equação 3.2 apresenta o somatório dos pesos:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (3.2)$$

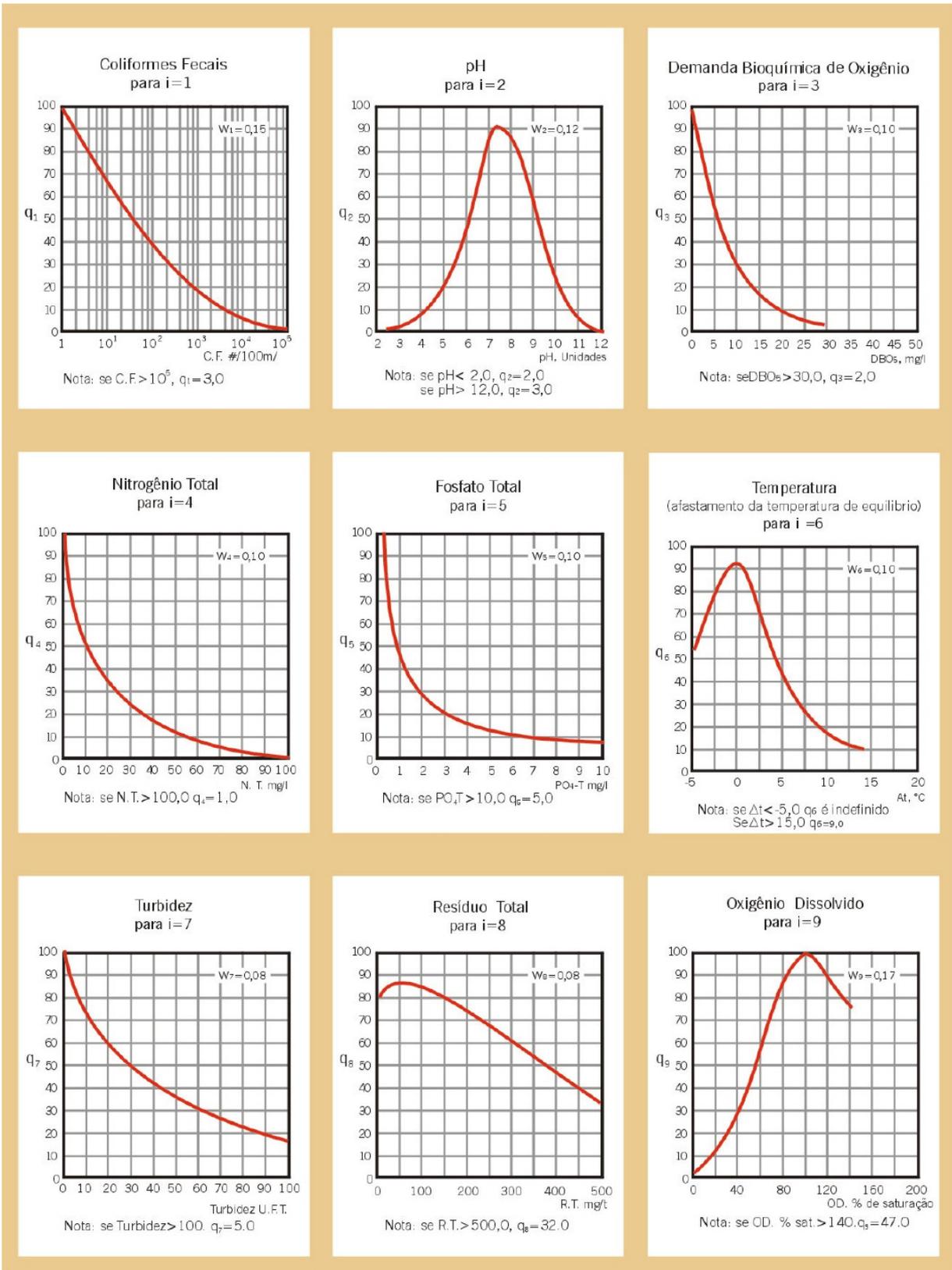


FIGURA 3.1 Curvas médias de variação da qualidade das águas.  
 Fonte: CETESB (2002).

em que:

$n$  = número de parâmetros que entram no cálculo do  $IQA_{CETESB}$ .

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas indicada pelo  $IQA_{CETESB}$ , numa escala de 0 a 100. A tabela 3.3 apresenta os parâmetros e pesos para o  $IQA_{CETESB}$ .

TABELA 3.3 Parâmetros e pesos para  $IQA_{CETESB}$ .

Parâmetros	Unidade	Peso
Oxigênio Dissolvido	mg de O <sub>2</sub> . L <sup>-1</sup>	0,17
Coliformes Termotolerantes	NMP.(100 mL) <sup>-1</sup>	0,15
pH	-	0,12
DBO <sub>5,20</sub>	mg de O <sub>2</sub> . L <sup>-1</sup>	0,10
Nitrogênio Total	mg de N. L <sup>-1</sup>	0,10
Fósforo Total	mg de P. L <sup>-1</sup>	0,10
Temperatura da Água	°C	0,10
Turbidez	NTU	0,08
Sólidos Totais	mg.L <sup>-1</sup>	0,08

Fonte: DIAS (2005).

A tabela 3.4 apresenta as cores de variação da escala de avaliação da qualidade, em PÉSSIMA, RUIM, REGULAR, BOA e ÓTIMA, adotadas na classificação do  $IQA_{CETESB}$ .

TABELA 3.4 Cores de variação da qualidade, utilizadas no  $IQA_{CETESB}$ .

IQA	Cores da Variação
$IQA \leq 19$	QUALIDADE PÉSSIMA
$19 < IQA \leq 36$	QUALIDADE RUIM
$36 < IQA \leq 51$	QUALIDADE REGULAR
$51 < IQA \leq 79$	QUALIDADE BOA
$79 < IQA \leq 100$	QUALIDADE ÓTIMA

Fonte: DIAS (2005).

O  $IQA_{CETESB}$  é um índice que dá relevância a poluição por esgoto doméstico. Seu objetivo é respaldar a tomada de decisões frente à problemas de poluição. Entretanto, a principal desvantagem do uso de índices, como apontado pela CETESB (2002), consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre estas. O índice, apesar de fornecer uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada dos variados aspectos que constituem uma determinada bacia hidrográfica.

## 4 METODOLOGIA

Segundo a carta de drenagem elaborada pelo Instituto Municipal de Planejamento Urbano e de Meio Ambiente (PLANURB, 1997), a rede hidrográfica do município de Campo Grande, MS, é constituída por 10 (dez) microbacias: Bandeira (área de 19,5 km<sup>2</sup>), Prosa (área de 30,9 km<sup>2</sup>), Anhanduí (área de 29,9 km<sup>2</sup>), Lageado (área de 51,1 km<sup>2</sup>), Gameleira (área de 16,6 km<sup>2</sup>), Bálsamo (área de 13,4 km<sup>2</sup>), Imbirussu (área de 55,1 km<sup>2</sup>), Coqueiro (área de 35,3 km<sup>2</sup>), Segredo (área de 46,1 km<sup>2</sup>) e Lagoa (35,7 km<sup>2</sup>). Este estudo foi desenvolvido em duas bacias urbanas de Campo Grande: a Bacia do Córrego Bandeira e a Bacia do Córrego Segredo, como unidades de gestão.

Este estudo avaliou a qualidade das águas dos Córregos Bandeira e Segredo, e as verduras produzidas em hortas localizadas nas proximidades desses córregos e, que são comercializadas no município de Campo Grande, MS. Na figura 4.1 observa-se o mapa do perímetro urbano do município de Campo Grande, onde estão destacadas as duas bacias estudadas.

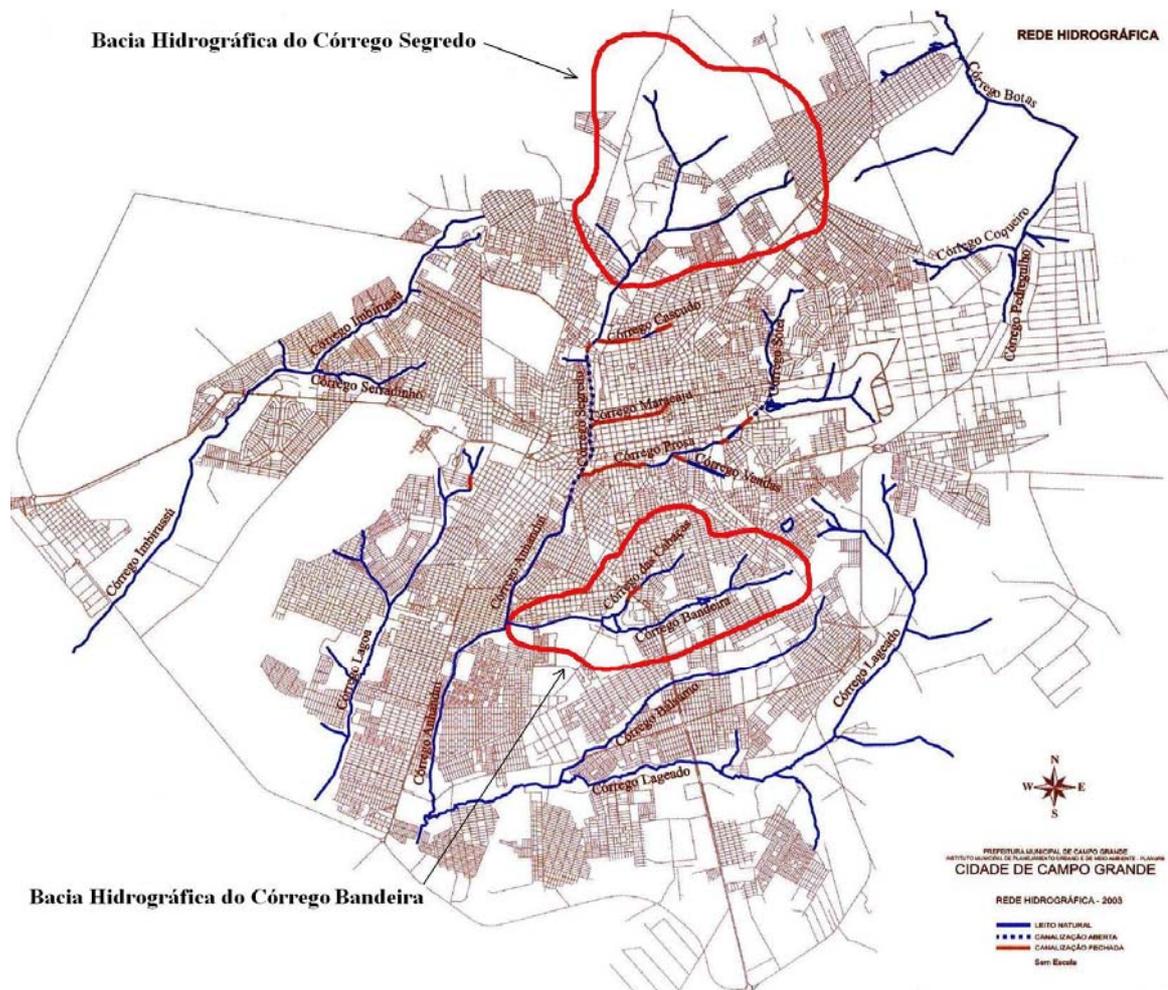


FIGURA 4.1 Perímetro urbano de Campo Grande indicando as bacias de estudo.  
Fonte: Modificado de PLANURB (1997).

#### 4.1 Medição da descarga líquida

A medição da descarga líquida dos córregos pesquisados seguiu recomendações estabelecidas pelas normas técnicas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), utilizando o método da meia seção (SHINMA, 2004).

A escolha da seção de medição é determinada pela sua linearidade e regularidade, buscando estabelecê-la no último terço do trecho reto do rio, garantindo, desta forma, que a mudança de direção das linhas de fluxo, provocada pela curva, não interfira na medição (SHINMA, 2004).

A medição de vazão com o uso do molinete hidrométrico, consiste em mergulhar um pequeno rotor dentro do fluxo e determinar a velocidade média do fluido neste ponto, contabilizando o número de voltas dentro de um determinado período de tempo. Devido à versatilidade e precisão, a medida de vazão através de molinetes é muito utilizada. O molinete tem como princípio de funcionamento uma relação estabelecida entre a velocidade do escoamento local e a velocidade de rotação de sua hélice, o mesmo apresenta a equação 4.1 do tipo:

$$v = a + b \cdot n \quad (4.1)$$

Onde:

$v$  = é a velocidade, dada em (m/s);

$n$  = é a rotação da hélice, em (rps);

$a, b$  = são constantes.

As constantes  $a$  e  $b$  são obtidas através da calibração do molinete. Um molinete bem calibrado, em laboratório especializado, pode atingir um erro máximo de  $\pm 1\%$ .

A tabela 4.1 mostra as distâncias entre as verticais para a definição da quantidade de verticais na seção escolhida.

TABELA 4.1 Distância recomendada entre verticais

Largura do rio (m)	Distância entre verticais (m)
$\leq 3,00$	0,30
3,00 – 6,00	0,50
6,00 – 15,00	1,00
15,00 – 30,00	2,00
30,00 – 50,00	3,00
50,00 – 80,00	4,00
80,00 – 150,00	6,00
150,00 – 250,00	8,00
$\geq 250,00$	12,00

Fonte: BRASIL (1977).

A figura 4.2 ilustra a definição da referência em uma das margens e a distribuição dos pontos em uma seção de área molhada de um rio.

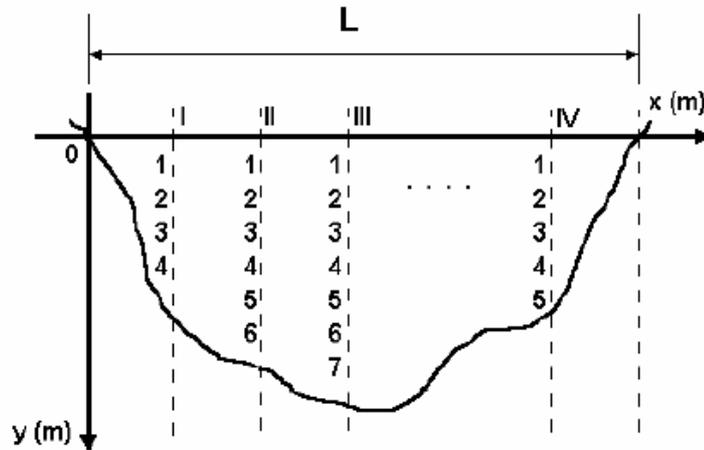


FIGURA 4.2 Distribuição dos pontos de medidas.  
Fonte: BRASIL (1977).

A distribuição de pontos de medidas foi feita em linhas verticais distanciadas igualmente, em relação à referência. A quantidade de pontos medidos em cada vertical é dependente da profundidade. A tabela 4.2 apresenta as equações para o cálculo da velocidade média na vertical. O cálculo da vazão na seção foi feito segundo a equação 4.2:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{v}_i}{n} \cdot A \quad (4.2)$$

Onde:

$Q$  = é a descarga líquida na seção, dada em  $m^3/s$ ;

$A$  = é a área molhada, dada em  $m^2$ .

TABELA 4.2 Cálculo da velocidade média na vertical

Número de pontos	Posição na vertical em relação à profundidade "p"	Cálculo da velocidade média, na vertical (m/s)	Profundidades (m)
1	0,6p	$\bar{v} = v_{0,6}$	0,15 a 0,60
2	0,2p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + v_{0,8})/2$	0,60 a 1,20
3	0,2p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/4$	1,20 a 2,00
4	0,2p; 0,4p; 0,6p e 0,8p	$\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/6$	2,00 a 4,00
6	S; 0,2p; 0,4p; 0,6p; 0,8p e F	$\bar{v} = [v_s + v_f + 2(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8})]/10$	acima de 4,00

S: superfície; F: fundo

Fonte: BRASIL (1977).

As medições das velocidades foram realizadas de acordo com a figura 4.2 e tabela 4.2

## 4.2 Amostragem

A poluição das águas é um problema crescente, principalmente nos grandes centros urbanos. Pode-se notar que vários são os problemas em diversos corpos d'água do Brasil, destacando-se como principais a eutrofização, o acúmulo de materiais tóxicos (como metais pesados e agrotóxicos), o acúmulo de sedimentos e a acidificação.

A amostragem é a série de operações que permite extrair de um sistema porções que, combinadas e reduzidas a tamanho apropriado, dão uma parcela com características representativas do sistema (EMBRAPA, 1999).

Na escolha do local adequado de coleta é importante considerar que a qualidade de um corpo d'água varia conforme o lugar e com o decorrer do tempo. Estabelecer o plano de coleta de amostras é apenas uma das etapas necessárias à caracterização de águas e verduras, mas delas dependem todas as etapas subseqüentes: análises laboratoriais, interpretação de dados, elaboração de relatórios e tomadas de decisões quanto à qualidade da água.

A escolha do método de amostragem foi baseada na disponibilidade de equipamentos capazes de extrair amostras representativas. A amostra é uma porção suficientemente pequena em volume, facilmente transportada e manuseada, e que representa a substância objeto de análise. A coleta e a preservação da amostra seguem instruções específicas, para a finalidade a que se destinam.

A coleta das amostras depende dos procedimentos analíticos empregados e dos objetivos do estudo. O objetivo da amostragem é obter uma parte representativa do material submetido ao estudo para a qual se analisam as variações físicas, químicas e biológicas de interesses. O volume do material coletado é transportado até o lugar de armazenamento (câmara fria, refrigerador, geladeira, caixa térmica), para logo ser transferido ao laboratório para a respectiva análise, momento em que a amostra deverá conservar as características do material original. Para conseguir este objetivo, a amostra deve conservar as concentrações relativas de todos os componentes presentes no material original e que não tenham ocorrido mudanças significativas em sua composição antes da análise. As técnicas de coleta e preservação das amostras têm uma grande importância, devido à necessidade de verificar-se a precisão, exata e representativa dos dados que resultem das análises (EMBRAPA, 1999).

Antes da coleta, os pontos de amostragem foram visitados previamente para inspeção visual e definição do melhor local para a coleta das amostras. As coletas e medições foram realizadas em duas campanhas, uma no período de estiagem e outra no período de chuva, para verificar a influência da drenagem pluvial na qualidade das águas dos córregos.

#### 4.2.1 Amostragem de água

As águas naturais são misturas de diversas substâncias químicas, podendo eventualmente conter espécies biológicas em equilíbrio dinâmico. O simples ato de amostragem, na qual uma alíquota é colocada em contato com as paredes do recipiente e sujeita às mudanças físicas de temperatura e pressão, é suficiente para romper esse equilíbrio (APHA, 2005).

Devido ao intervalo que geralmente existe entre a coleta das amostras e a realização das análises, é preciso adotar métodos específicos para preservação e armazenamento de amostras, com a finalidade de evitar contaminação e/ou perda dos constituintes a serem examinados. Isto é especialmente importante quando se deseja conhecer a concentração de substâncias que se encontram em nível de traços, uma vez que pode ocorrer transformação em diversas formas químicas. Este procedimento também deve ser observado quando se trata do estudo de comunidades biológicas.

Foram realizadas análises microbiológicas em 49 amostras de água, devidamente coletadas, em frascos de vidro autoclavados e transportadas para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública/CCBS, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. As amostras foram mantidas sob refrigeração (4 a 10°C), sem ultrapassar o limite de 24 horas, entre a coleta e o início da análise.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), do Departamento de Hidráulica e Transportes (DHT), do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. As amostras foram devidamente coletadas em recipientes apropriados e preservadas, sob refrigeração (4°C a 10°C), com ácido nítrico ou ácido sulfúrico, de acordo com o parâmetro a ser examinado, até o início da análise, sem ultrapassar o período máximo de 30 horas (APHA, 2005).

#### 4.2.2 Amostragem de hortaliças

Foram coletadas amostras de alface (*Lactuca sativa* L.), agrião (*Nasturtium officinale* R. BR.), rúcula (*Eruca sativa* L.), chicória (*Chicorium* sp), couve (*Brassica oleracea* L.), brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) e espinafre (*Spinacea oleracea* L.) de forma aleatória, nas hortas localizadas nas proximidades dos córregos estudados. Foram coletados pés inteiros de alface e chicória e para amostras de rúcula, couve, agrião e espinafre foram coletados maços.

As amostras de verduras coletadas foram acondicionadas individualmente em sacos de polietileno descartáveis, de primeiro uso, sem contato manual, e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública (DTA), do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a análise microbiológica, sob refrigeração (4 a 10°C), sem ultrapassar o limite de 24 horas, entre a coleta e o início da análise.

A amostragem de verduras foi realizada segundo metodologia recomendada pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001). Os pontos de amostragem foram georreferenciados e coletados em oito hortas, sendo cinco localizadas na Bacia do Córrego Segredo e três hortas na Bacia do Córrego Bandeira.

#### 4.2.3 Identificação dos pontos de amostragem

A figura 4.3 apresenta a localização dos pontos de coleta de amostras de água e verdura, na Bacia do Córrego Bandeira. As amostras de água foram coletadas em 24 pontos devidamente georreferenciados, pelo equipamento de Posicionamento Global por Satélite (GPS), Modelo: Brunton MNS, localizados ao longo do curso d'água, conforme a figuras 4.3. As amostras de verduras foram coletadas em três hortas localizadas no entorno do Córrego Bandeira, de acordo com a figura 4.3.

A tabela 4.3 descreve a localização dos pontos de amostragem de água e verdura na Bacia do Córrego Bandeira e suas coordenadas geográficas.

TABELA 4.3 Descrição dos pontos de amostragem na Bacia do Córrego Bandeira.

PONTOS	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS	
<b>AMOSTRAS DE ÁGUA</b>			
B1	Nascente do Córrego Bandeira	20° 29' 35,52'' S	54° 34' 48,00'' O
B2	Nascente do Córrego Portinho Pache	20° 29' 18,88'' S	54° 35' 11,86'' O
B3	Córrego Portinho Pache antes de desaguar no Bandeira	20° 29' 39,19'' S	54° 35' 21,04'' O
B4	Córrego Bandeira antes junção c/ Córrego Portinho Pache	20° 29' 42,86'' S	54° 35' 17,49'' O
B5	Jusante do Rádio Clube Campo (Rua Spipe Calarge)	20° 29' 55,04'' S	54° 35' 51,32'' O
B6	Montante da fábrica de bebidas	20° 30' 07,44'' S	54° 36' 14,41'' O
B7	Jusante da fábrica de bebidas (Rua Portuguesa)	20° 30' 14,09'' S	54° 36' 26,91'' O
B8	Jusante do Lago do Amor	20° 30' 12,85'' S	54° 37' 08,55'' O
B9	Jusante da ETE Lago do Amor	20° 30' 07,93'' S	54° 37' 25,16'' O
B10	Exutória da bacia	20° 30' 13,80'' S	54° 38' 25,73'' O
B11	Nascente do Córrego Cabaça	20° 29' 31,35'' S	54° 36' 21,86'' O
B12	Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS	20° 29' 57,30'' S	54° 36' 51,49'' O
B13	Montante do Rádio Clube Campo	20° 29' 44,99'' S	54° 35' 25,88'' O
B14	Jusante das hortas	20° 30' 11,68'' S	54° 37' 47,11'' O
<b>AMOSTRAS DE VERDURA</b>			
HB1	Horta próxima ao trecho final do Córrego Bandeira	20°30'16,79'' S	54°37'37,45'' O
HB2	Horta localizada próxima a nascente do Córrego Bandeira	20°29'26,49'' S	54°34'47,63'' O
HB3	Horta localizada próxima a nascente do Córrego Bandeira	20°29'25,11'' S	54°34'26,86'' O

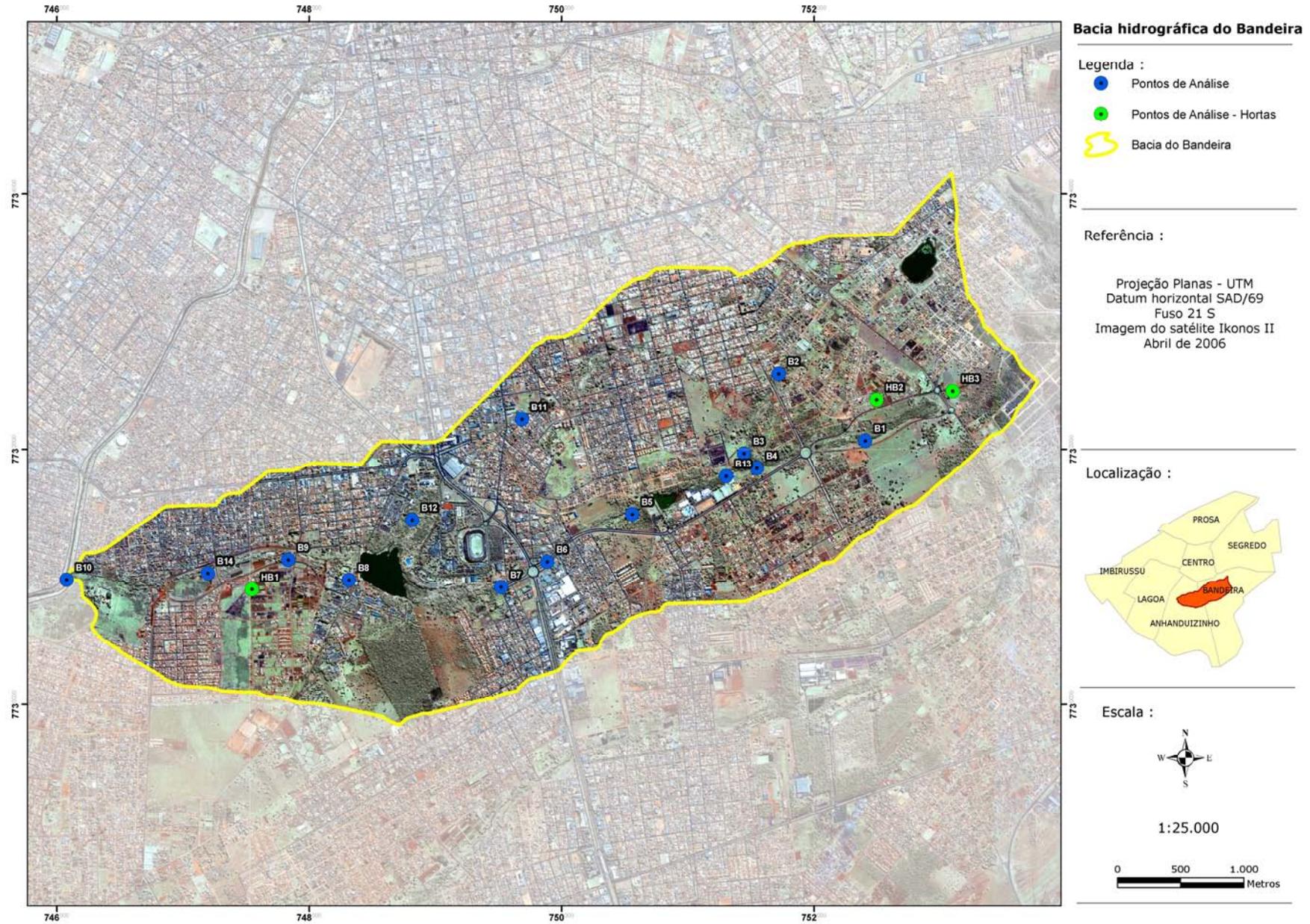


FIGURA 4.3 Localização dos pontos de amostragem, na Bacia do Córrego Bandeira.

A figura 4.4 apresenta a localização dos pontos de coleta de amostras de água e verdura, localizados na Bacia do Córrego Segredo. As amostras de água foram coletadas em 25 pontos devidamente georreferenciados, pelo equipamento de Posicionamento Global por Satélite (GPS), Modelo: Brunton MNS, localizados ao longo do curso d'água, conforme a figura 4.4. As amostras de verduras foram coletadas em cinco hortas localizadas próximas às margens do Córrego Segredo, de acordo com a figura 4.4.

A tabela 4.4 descreve a localização dos pontos de amostragem de água e verdura na Bacia do Córrego Segredo e suas coordenadas geográficas.

TABELA 4.4 Descrição dos pontos de amostragem na Bacia do Córrego Segredo.

<b>PONTOS</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM</b>	<b>COORDENADAS</b>	
<b>AMOSTRAS DE ÁGUA</b>			
S1	Nascente do Córrego Segredo	20° 22' 58,86'' S	54° 36' 14,68'' O
S2	Nascente do 1° tributário (Mata do Segredo)	20° 23' 45,30'' S	54° 35' 34,62'' O
S3	Córrego Segredo antes da junção com o 1° tributário	20° 24' 02,60'' S	54° 36' 12,41'' O
S4	1° tributário antes de desaguar no Córrego Segredo	20° 24' 04,84'' S	54° 36' 03,53'' O
S5	Tanque de água utilizada para pré-lavagem de verduras	20° 23' 46,41'' S	54° 36' 26,95'' O
S6	Tanque de água utilizada para pré-lavagem de verduras	20° 24' 03,82'' S	54° 35' 52,61'' O
S7	2° tributário do Córrego Segredo	20° 24' 27,44'' S	54° 35' 01,95'' O
S8	2° tributário antes de desaguar no Córrego Segredo	20° 24' 57,90'' S	54° 36' 06,32'' O
S9	2° trecho do Córrego Segredo	20° 24' 48,06'' S	54° 36' 17,97'' O
S10	3° trecho do Córrego Segredo	20° 25' 17,76'' S	54° 36' 43,22'' O
S11	Córrego Seminário antes de desaguar no Córrego Segredo	20° 25' 19,53'' S	54° 36' 54,23'' O
S12	Nascente do Córrego Seminário	20° 24' 52,34'' S	54° 37' 19,91'' O
S13	Exutória da bacia	20° 26' 06,45'' S	54° 37' 09,08'' O
S14	Tanque de água utilizada para pré-lavagem de verduras	20° 23' 53,60'' S	54° 35' 41,45'' O
S15	Jusante do tributário Córrego Seminário	20° 25' 31,05'' S	54° 36' 50,71'' O
<b>AMOSTRAS DE VERDURAS</b>			
HS1	Horta próxima às margens do 1° tributário	20°24'05,68'' S	54°35'52,77'' O
HS2	Horta próxima às margens do 1° tributário	20°24'00,10'' S	54°35'43,80'' O
HS3	Horta localizada no 2° trecho do Córrego Segredo	20°24'23,40'' S	54°36'18,67'' O
HS4	Horta localizada próxima da exutória da bacia	20°25'46,97'' S	54°36'56,61'' O
HS5	Horta próxima às margens do 2° tributário	20°24'47,27'' S	54°35'38,76'' O

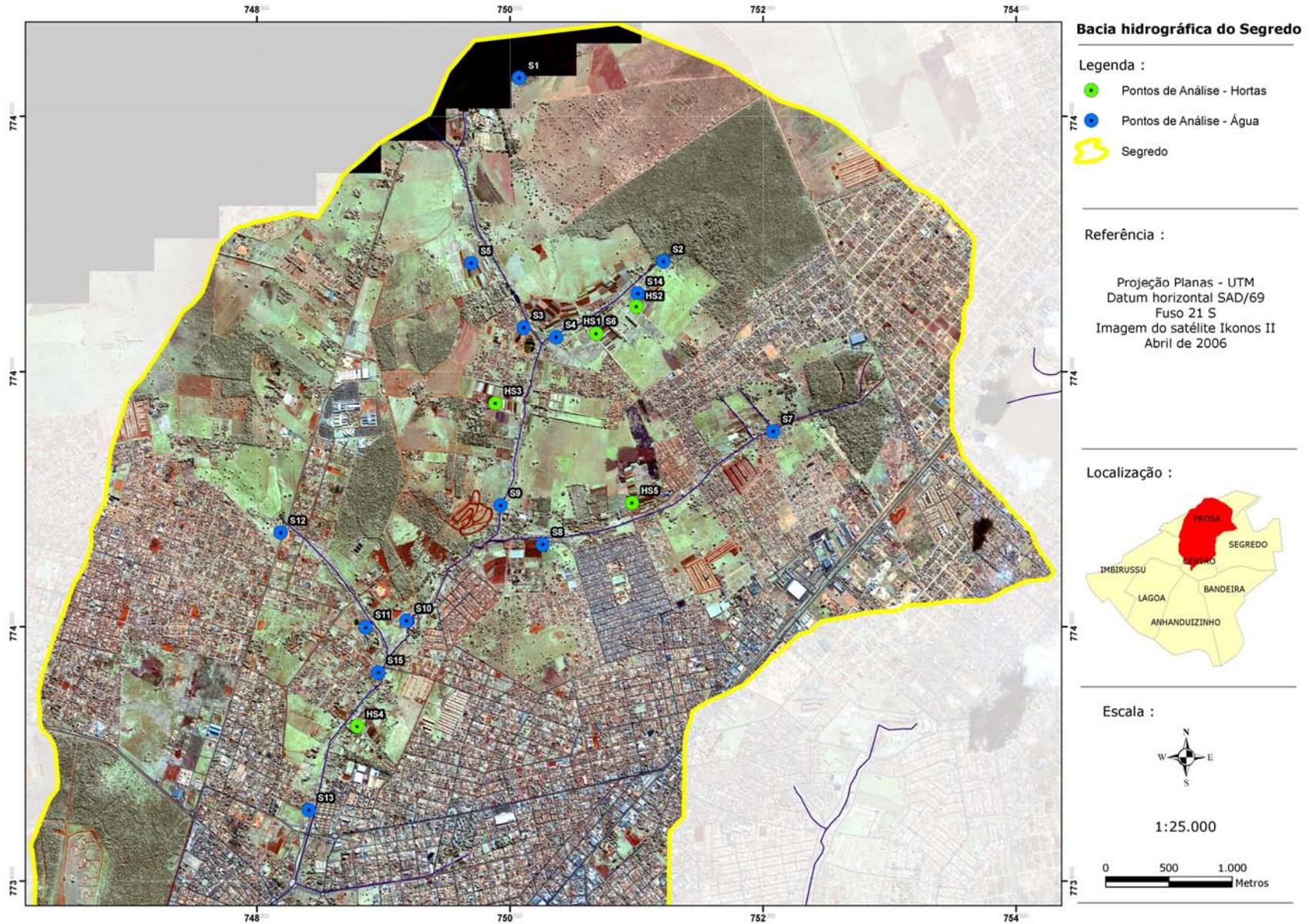


FIGURA 4.4 Localização dos pontos de amostragem, na Bacia do Córrego Segredo.

### 4.3 Técnica Analítica

#### 4.3.1 Determinação de parâmetros físico-químicos

Na tabela 4.5 estão apresentados os parâmetros e os métodos analíticos adotados para a análise físico-química das amostras de água.

TABELA 4.5 Relação de parâmetros físico-químicos monitorados em água, unidades e técnicas analíticas.

Parâmetros	Unidades	Técnica analítica
Temperatura do ar	°C	Standard Methods – Método 2550 B
Temperatura da água	°C	Standard Methods – Método 2550 B
Turbidez	UNT	Standard Methods – Método 2130 B
Sólidos totais	mg.L <sup>-1</sup> ST	Standard Methods – Método 2540 B
Sólidos dissolvidos totais	mg.L <sup>-1</sup> SDT	Standard Methods – Método 2540 D
Sólidos suspensos totais	mg.L <sup>-1</sup> SST	Diferença
Cloreto total	mg.L <sup>-1</sup> Cl	HACH – Método 8113
pH	-	Standard Methods – Método 4500-H <sup>+</sup> B
Oxigênio dissolvido	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	Standard Methods – Método 4500-O C
Demanda bioquímica de oxigênio	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	Standard Methods – Método 5210 B
Demanda química de oxigênio	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	Standard Methods – Método 5220 C
Nitrogênio Amoniacal	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	HACH – Método 8038
Nitrogênio total Kjeldahl	mg.L <sup>-1</sup> N	HACH – Método 10071
Nitrogênio nitrito	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	HACH – Método 8507
Nitrogênio nitrato	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HACH – Método 8171
Fósforo total	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Standard Methods – Método 4500-P – E

Fonte: APHA (2005).

A análise microbiológica das amostras de água procedeu conforme *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>th</sup> ed. (APHA, 2005), nas quais foram analisados os parâmetros: *Enterococos*, *Salmonella* sp, coliformes totais e termotolerantes e bactérias heterotróficas.

A análise microbiológica das amostras de verduras foram realizadas segundo metodologias citadas no *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4<sup>th</sup> ed. (APHA, 2001). Os parâmetros microbiológicos analisados em verduras foram os seguintes: *Enterococos*, *Salmonella* sp, coliformes totais e termotolerantes.

#### 4.3.2 Determinação de coliformes totais (35°C) e coliformes termotolerantes (45°C)

A análise das amostras de água foram realizadas pelo método da membrana filtrante, utilizando-se membrana com porosidade de 0,45 µ (Millipore) e como meio de cultura o ágar

chromocult (Merck). Os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônias, UFC/100 mL de água.

Para a análise das amostras de verduras, utilizou-se o método de plaqueamento em profundidade inoculando-se volumes conhecidos de diluições sucessivas em ágar chromocult. Os resultados foram expressos em UFC/g de amostra.

#### **4.3.3 Determinação de Enterococos**

Foi utilizado o método da membrana filtrante (Millipore), com o meio de cultura ágar KF para *Streptococcus*, adicionado de TTC (Cloreto de Trifeniltetrazolium). As colônias suspeitas foram confirmadas através do teste bioquímico indicado na metodologia. Os resultados foram expressos em UFC/100 mL de água.

#### **4.3.4 Pesquisa de *Salmonella* sp**

Em água peptonada e tamponada, amostras foram homogeneizadas, incubadas e transferidas para o caldo de enriquecimento. Após incubação, foi feita a semeadura em ágar seletivo para *Salmonella*. Este método detecta a ausência ou presença do microrganismo. As colônias suspeitas foram submetidas a testes bioquímicos e sorológicos para confirmação. Os resultados foram expressos em 25 mL para amostras de água e em 25g para amostras de verduras.

#### **4.3.5 Contagem de Bactérias Heterotróficas**

As amostras foram diluídas em tampão fosfato, seguindo-se de plaqueamento em profundidade *pour plate*, em ágar PCA. Após incubação, as colônias foram contadas e o resultado expresso em UFC/mL.

### **4.4 Estatística**

A avaliação da qualidade das águas em cada ponto de coleta, foi realizada através dos seguintes instrumentos: planilhas e gráficos com os valores dos resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para cada ponto de coleta, elaborados pelo programa Windows Excel®; tabelas comparativas entre os resultados e os limites da Resolução CONAMA N° 357/2005, apenas para os parâmetros que possuem padrões nesta resolução, elaborados no programa Windows Excel®.

Os resultados da avaliação microbiológica das amostras de verduras foram apresentados em tabelas comparativas entre os resultados das análises e os limites estabelecidos pela RDC N° 12/2001 da ANVISA, elaboradas no programa Windows Excel®.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da qualidade das águas, dos Córregos Bandeira e Segredo, baseou-se na comparação dos resultados de suas características físico-químicas e microbiológicas, com padrões estabelecidos para os diversos tipos de usos previstos, segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005 e, na aplicação do índice de qualidade da água adaptado e modificado pela CETESB ( $IQA_{CETESB}$ ). É importante ressaltar que as amostras de água foram coletadas ao longo de um trecho desses córregos. Portanto, os resultados obtidos representam a qualidade da água em duas campanhas de amostragem, uma no período de estiagem e outra no período de chuva.

### 5.1 Resultados comparativos com a Resolução CONAMA N° 357/2005

A análise da qualidade da água foi baseada na comparação de suas características físico-químicas e microbiológicas com padrões estabelecidos para os diversos tipos de usos previstos. Dos parâmetros analisados, apenas os que possuem limites preconizados pela Resolução CONAMA N° 357/2005 foram comparados.

A classificação da qualidade das águas dos Córregos Bandeira e Segredo foram realizadas segundo os padrões estabelecidos para cada classe de qualidade, em Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Nas águas de Classe Especial devem ser mantidas as condições naturais do corpo d'água, conforme estabelecido na Resolução CONAMA N° 357/2005.

Os resultados obtidos para o parâmetro coliformes termotolerantes foram ajustados segundo a referência de Consoli *et al.*(2006) para equivalência de unidades (unidade formadora de colônia para número mais provável). Consoli *et al.* (2006) realizou um monitoramento da qualidade microbiológica da água tratada pela Estação de Tratamento de Água (ETA) do Guandu que é responsável pelo abastecimento da população na região metropolitana do Rio de Janeiro. Um estudo com um total de 56 amostras utilizando técnica da membrana filtrante associado ao meio de cultura Petrifilm (EC) para detecção de coliformes total e termotolerantes foi realizado avaliando o grau de concordância com Colilert.

Foram comparados os meios de cultura Petrifilm-EC com o Colilert Quanti-Tray em quatro tipos de água oriundas de etapas da ETA totalizando 56 amostras. Nesta avaliação foi verificada a correlação qualitativa entre os dois métodos, ou seja, se a mesma amostra testada

nos diferentes kits estabelecia correspondência em detectar a presença de coliformes total e termotolerantes.

A correlação foi avaliada através de um indicador que, quanto mais próximo de 1 (um) expressa, mais precisão e confiabilidade no teste, demonstrando que existe correspondência entre os métodos utilizados. O indicador foi obtido pela divisão do número de correlações concordantes pelo número total de amostras testadas.

O grau de concordância geral entre os métodos considerando-se as 56 amostras testadas, foi de 94,6% (53/56), observando-se um grau de discordância de 5,4% (3/56), em todos os casos com problemas na detecção de *E. coli* pelo Petrifilm.

A partir deste estudo, utilizando-se o grau de concordância entre os dois métodos, realizou-se a equivalência dos resultados expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) para a conversão em número mais provável (NMP).

### **5.1.1 Resultados para o Córrego Bandeira**

Para a comparação dos parâmetros analisados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005, utilizou-se tabelas com os valores dos parâmetros e os limites das classes. A tabela 5.1 apresenta os valores das concentrações dos parâmetros comparando-os com os limites estabelecidos pela referida resolução.

Conforme observado na tabela 5.1, para os parâmetros turbidez, sólidos dissolvidos totais, pH, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e cloreto total, as águas do Córrego Bandeira, na época de estiagem, atenderam aos limites estabelecidos na Classe 1, em 100% dos pontos amostrados.

Esta mesma classificação ocorreu no período de chuvas, a exceção do parâmetro turbidez, que classificou as águas nos pontos B9 (jusante da ETE Lago do Amor) e B10 (exutória da bacia) em Classe 2 e, o ponto B8 (jusante do Lago do Amor) que apresentou elevada concentração de material em suspensão, com turbidez de 106,67 UNT, foi classificado em Classe 4.

Segundo a tabela 5.1, os valores das concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos B11 (nascente do Córrego Cabaça) e B12 (Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS) atenderam a faixa de padrões da Classe 4, para o período de chuva e a Classe 3, para o período de estiagem, apenas no ponto B12. Vale lembrar que, a região do entorno deste córrego é altamente povoada, ocorrendo o despejo de efluentes neste corpo d'água.

TABELA 5.1 Resultados dos parâmetros e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para a Bacia do Córrego Bandeira.

BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO BANDEIRA												
PARÂMETROS												
PERÍODO DE ESTIAGEM												
Pontos	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT	
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL	
B1	15,90	45	6,11	5,95	1,25	0,18	0,045	0,001	0,025	4,35	95	
B5	28,33	66	6,84	7,62	0,35	0,45	0,563	0,010	0,076	6,52	316	
B6	28,30	66	6,56	7,64	0,89	0,36	1,037	0,013	0,110	5,21	3.160	
B7	23,03	92	7,26	7,23	4,01	0,52	1,164	0,088	0,422	9,56	7.380	
B8	34,33	115	8,33	8,33	9,89	0,35	0,352	0,050	0,220	9,56	1.050	
B9	37,57	125	7,35	6,72	13,62	0,90	0,435	0,050	0,571	10,00	189.000	
B10	38,73	122	7,68	7,57	8,68	0,52	0,850	0,054	0,442	11,74	1.050	
B12	5,79	192	7,40	4,72	5,12	2,38	0,872	0,151	0,969	13,91	10.500	
B13	17,43	48	6,79	7,84	0,22	0,28	0,718	0,002	0,005	6,08	105	
B14	32,40	109	7,34	7,28	6,19	0,68	0,811	0,056	0,289	9,56	11.600	
PERÍODO DE CHUVA												
Pontos	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT	
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL	
B1	9,17	39	6,93	6,47	1,73	0,12	0,045	0,001	0,008	4,91	63	
B2	5,02	58	6,85	6,73	1,27	0,04	1,304	0,003	0,031	5,81	63	
B3	13,87	83	7,11	7,30	1,27	0,26	1,276	0,012	0,023	6,70	53	
B4	12,23	37	6,93	6,37	1,29	0,26	0,104	0,004	0,013	5,36	21	
B5	24,57	77	6,39	6,07	1,77	0,54	0,356	0,016	0,023	5,81	179	
B6	19,13	85	6,41	7,01	3,16	0,77	1,045	0,038	0,094	7,59	950	
B7	11,70	192	6,97	6,33	4,26	0,50	1,548	0,052	0,230	19,21	738	
B8	106,67	116	7,01	6,88	2,42	1,65	0,468	0,060	0,159	8,49	116	
B9	94,53	133	6,46	5,46	3,92	1,56	0,818	0,157	0,199	9,83	4.220	
B10	72,73	129	7,14	6,84	3,42	0,76	1,399	0,220	0,135	9,83	9.500	
B11	8,85	217	7,07	3,68	7,17	2,25	2,565	0,255	0,448	12,51	34.600	
B12	9,82	206	7,29	3,10	12,12	3,46	2,321	0,266	0,363	17,42	99.100	
Classes	LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/2005											
	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT	
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL	
1	40	500	6,0 - 9,0	> 6	3	0,5 - 3,7	10,0	1,0	0,020 - 0,10	250	200	
2	100	500	6,0 - 9,0	> 5	5	0,5 - 3,7	10,0	1,0	0,030 - 0,10	250	1.000	
3	100	500	6,0 - 9,0	> 4	10	1,0 - 13,3	10,0	1,0	0,05 - 0,15	250	4.000	
4	-	-	6,0 - 9,0	> 2	-	-	-	-	-	-	-	

Legenda:

SDT: sólidos dissolvidos totais

DBO<sub>5,20</sub>: demanda bioquímica de oxigênio

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitrato

Cl: cloreto

pH: potencial hidrogeniônico

OD: oxigênio dissolvido

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: nitrito

CT: coliformes termotolerantes

Turb.: turbidez

NH<sub>3</sub>: amônia

P: fósforo

A qualidade das águas do Córrego Cabaça (pontos B11, nascente e, B12, dentro do campus UFMS) em relação ao parâmetro DBO<sub>5,20</sub>, atendeu às Classes 3 e 4 respectivamente, na campanha de chuva, já durante o período de estiagem, o ponto B12 atendeu a Classe 3, isto devido a lançamentos de esgotos neste corpo d'água.

As águas do Córrego Bandeira nos pontos B8 (jusante do Lago do Amor), B9 (jusante da ETE Lago do Amor), B10 (exutória da bacia) e B14 (jusante das hortas) apresentaram

concentrações de  $DBO_{5,20}$ , compreendidas nas faixas das Classes 3 e 4 durante a campanha de estiagem. Porém, no período de chuva a qualidade das águas neste trecho do córrego foi melhorada, passando a atender os limites das Classes 1 e 2.

Os valores para o parâmetro fósforo total, conforme a tabela 5.1, obtidos na campanha de estiagem, ultrapassaram os limites da Classe 3, na maioria dos pontos amostrados e, apenas três pontos atenderam ao limite para Classe 1. Na campanha de cheia, 50% dos pontos amostrados atenderam a Classe 1, os demais foram classificados nas Classes 3 e 4. Os valores de fósforo total para os pontos B11(nascente do Córrego Cabaça) e B12 (Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS), ultrapassaram os limites da Classe 3, logo, foram classificados em Classe 4, nas duas campanhas de coleta.

Na campanha de estiagem, as concentrações de coliformes termotolerantes, mostradas na tabela 5.1, estão na sua maioria dentro das faixas das Classes 3 e 4. No entanto, observa-se que, durante o período chuvoso, a maioria dos pontos amostrados permaneceram abaixo do limite estabelecido pela Classe 2, porém, no trecho final do córrego, pontos B9 (jusante da ETE Lago do Amor) e B10 (exutória da bacia) e, no tributário, Córrego Cabaça, as elevadas concentrações ultrapassaram o limite estabelecido pela Classe 3, sendo assim, para os períodos das coletas, o parâmetro coliformes termotolerantes indicou poluição fecal neste córrego. A maior concentração de coliformes termotolerantes encontrada para o Córrego Bandeira foi de 189.000 NMP/100mL, na amostra B9, a jusante da ETE Lago do Amor.

### **5.1.2 Resultados para o Córrego Segredo**

As comparações dos parâmetros analisados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 foram realizadas através de tabela. A tabela 5.2 apresenta os valores dos parâmetros para o Córrego Segredo, comparando-os com os limites estabelecidos pela resolução vigente.

Segundo a tabela 5.2, os valores dos parâmetros de sólidos dissolvidos totais, nitrato, nitrito e cloreto total, em todos os pontos amostrados para as duas campanhas, atenderam aos padrões estabelecidos para a Classe 1.

Para o parâmetro turbidez, com exceção da amostra S7, referente ao 2º tributário do Córrego Segredo, classificado como Classe 4, as demais amostras estão dentro da faixa das Classes 1 e 2, como mostrado na tabela 5.2. A amostra S7 apresentou o resultado de 170,33UNT, o que decorre do carreamento de partículas de solo por águas pluviais, uma vez favorecido pela acentuada declividade do terreno neste ponto de amostragem.

TABELA 5.2 Resultados dos parâmetros e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 para a Bacia do Córrego Segredo.

<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SEGREDO</b>											
<b>PARÂMETROS</b>											
<b>PERÍODO DE ESTIAGEM</b>											
Pontos	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL
S1	1,75	16	5,25	4,06	3,07	0,05	0,050	0,000	0,070	4,05	422
S2	1,35	19	6,12	7,06	2,89	0,01	0,014	0,000	0,072	5,40	53
S6*	18,17	28	6,58	6,70	2,95	0,15	0,023	0,003	0,175	4,95	1.054
S8	44,8	101	7,09	7,36	8,86	1,88	3,180	0,024	0,775	12,59	232.000
S9	52,8	62	7,02	7,02	3,93	0,32	0,533	0,003	0,344	6,74	73.800
S10	29,63	92	7,11	7,39	7,27	0,50	3,375	0,049	0,850	9,89	1.260.000
S11	5,77	60	6,99	7,56	2,40	0,09	0,068	0,004	0,099	7,19	5.270
S13	20,63	53	7,01	7,41	3,92	0,36	3,570	0,041	0,344	12,59	8.420
S14*	38,67	14	6,64	7,45	2,75	0,21	0,017	0,004	0,194	4,05	21.100
S15	31,67	115	7,16	7,51	4,91	0,42	3,105	0,003	0,443	10,34	686.000
<b>PERÍODO DE CHUVA</b>											
Pontos	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL
S1	1,54	19	5,59	5,03	0,10	0,17	0,050	0,001	0,088	5,21	7.380
S2	1,37	72	6,38	7,15	1,18	0,15	0,014	0,000	0,044	5,65	147
S3	17,57	53	6,75	6,82	2,07	0,15	0,036	0,003	0,116	5,86	1.680
S4	10,60	87	7,18	6,95	1,93	0,10	0,220	0,005	0,106	6,95	569
S5*	6,40	9	6,85	7,16	1,25	0,15	0,006	0,001	0,103	5,21	6.330
S6*	16,27	59	6,33	6,43	2,12	0,23	AF	0,002	0,092	4,34	738
S7	170,33	125	6,99	7,37	4,32	0,91	AF	0,018	0,633	13,00	96.100
S8	14,47	71	6,71	6,56	1,53	0,58	0,179	0,126	0,152	6,95	211
S9	98,60	148	7,05	6,95	5,18	0,17	0,030	0,013	0,428	13,47	84.200
S10	46,40	120	7,31	7,45	2,89	0,37	0,847	0,160	0,164	10,43	15.800
S11	8,02	73	7,24	7,66	1,39	0,10	0,206	0,004	0,063	6,95	231
S12	7,67	58	6,47	3,06	0,57	0,11	0,010	0,002	0,090	4,78	1.260
S13	37,03	148	6,97	7,09	3,49	0,28	1,024	0,295	0,295	11,73	38.900
Classes	<b>LIMITES ESTABELECIDOS PELA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357/2005</b>										
	Turb.	SDT	pH	OD	DBO <sub>5,20</sub>	NH <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P total	Cl total	CT
	UNT	mg.L <sup>-1</sup>	-	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.L <sup>-1</sup> Cl	NMP/100mL
1	40	500	6,0 - 9,0	> 6	3	0,5 - 3,7	10,0	1,0	0,020 - 0,10	250	200
2	100	500	6,0 - 9,0	> 5	5	0,5 - 3,7	10,0	1,0	0,030 - 0,10	250	1000
3	100	500	6,0 - 9,0	> 4	10	1,0 - 13,3	10,0	1,0	0,05 - 0,15	250	4000
4	-	-	6,0 - 9,0	> 2	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:

SDT: sólidos dissolvidos totais

DBO<sub>5,20</sub>: demanda bioquímica de oxigênioNO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitrato

Cl: cloreto

\* água utilizada na pré-lavagem de hortaliças

pH: potencial hidrogeniônico

OD: oxigênio dissolvido

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: nitrito

CT: coliformes termotolerantes

AF: abaixo do limite de detecção do método

Turb.: turbidez

NH<sub>3</sub>: amônia

P: fósforo

Na comparação do pH com os limites da Resolução CONAMA N° 357/2005, mostrados na tabela 5.2, observa-se que, na maioria dos pontos coletados nas duas campanhas, os valores do pH estão dentro da faixa de 6,0 a 9,0, exceto a amostra S1, que os valores estão entre 5,25 e 5,59, este ponto é a nascente do Córrego Segredo que, localiza-se

em propriedade particular, essas alterações naturais advêm da absorção de gases da atmosfera e fotossíntese, uma vez que a vegetação no entorno deste ponto estava totalmente preservada.

As concentrações de oxigênio dissolvido, mostradas na tabela 5.2, atenderam aos limites da Classe 1 para a maioria dos pontos amostrados nas duas campanhas. As amostras S1, referente à nascente do Córrego Segredo, estão dentro das Classes 2 e 3, nas campanhas de chuva e estiagem respectivamente. A amostra S12 (nascente do Córrego Seminário), apresentou a menor concentração de oxigênio dissolvido na campanha de chuva, sendo classificada como Classe 4. Os pontos localizados nas nascentes, os quais apresentaram as menores concentrações de oxigênio dissolvido, são de águas lentas, com velocidades muito baixas, não proporcionando a dissolução do oxigênio atmosférico e, a solubilidade do oxigênio dissolvido varia também de acordo com a temperatura e altitude. De maneira geral, as amostras coletadas no Córrego Segredo apresentaram resultados satisfatórios para Classe 1.

As concentrações de  $DBO_{5,20}$  mostradas na tabela 5.2, estão na sua maioria classificadas em Classes 1 e 2, apresentando qualidade de águas na Classe 3 apenas os pontos S8, S9 e S10, com valores de 5,18 a 8,86  $mg.L^{-1} O_2$ . As elevadas concentrações desse parâmetro indicam poluição orgânica no corpo d'água.

A faixa dos limites das Classes 1 e 2 da Resolução CONAMA Nº 357/2005 para a amônia é de 0,5 a 3,7  $mg.L^{-1} NH_3$ . Observando-se a tabela 5.2, nota-se que as concentrações de amônia obtidas no Córrego Segredo estão abaixo do limite das Classes 1 e 2, que são os mesmos. No entanto, os pontos S7 e S8 foram classificados como Classe 1.

As concentrações de fósforo total, das amostras coletadas durante a campanha de estiagem, apresentaram valores superiores ao estabelecido pelo limite da Classe 3, que é 0,15  $mg.L^{-1} PO_4^{3-}$ , na sua maioria dos pontos, portanto, foram enquadradas na Classe 4. No período de chuva, esta característica permaneceu em alguns pontos, classificando os demais nas Classes 1 e 3, os pontos com maiores concentrações de fósforo indicam uma possível contaminação por fertilizantes, que são utilizados nas hortas.

As concentrações de coliformes termotolerantes, amostradas no Córrego Segredo, na campanha de estiagem, mostradas na tabela 5.2, aumentam de montante para jusante, sofrendo influência dos lançamentos de esgotos e de seus tributários. Nota-se, que os pontos S8 até S15 apresentaram os valores mais elevados deste parâmetro, confirmando a poluição orgânica nesse trecho do córrego e, classificando-o em Classe 4. Já as amostras coletadas no período de chuva, apresentaram valores variando de 147 a 96.100 NMP/100mL, classificando as águas nas 4 Classes de qualidade, as maiores concentrações verificadas em coliformes termotolerantes aparecem nos seus tributários e nos pontos mais próximos a exutória da bacia.

Vale lembrar que, os pontos S1 e S12 estão localizados em nascentes, porém, dentro de propriedades privadas, as quais realizam criação de gado. Portanto, no período de chuva, o material fecal provavelmente está sendo carregado ao corpo d'água pelas águas de drenagem pluvial.

Os estudos realizados por Dias (2005) mostraram que a maioria dos cursos de água urbanos do município de Campo Grande, MS, estão contaminados por esgotos sanitários e industriais e apresentam altos níveis de coliformes termotolerantes, desde a sua nascente, que remetem o enquadramento dessas águas às Classes 3 e 4, segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005. As concentrações de coliformes termotolerantes obtidas neste estudo também foram elevadas.

## 5.2 Resultados da análise microbiológica da água

Além do parâmetro coliforme termotolerante, que apresenta limites estabelecidos na legislação, outros parâmetros microbiológicos foram analisados nas amostras de água, porém, estes não apresentam padrões para águas superficiais em legislações.

A tabela 5.3 apresenta os resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em amostra de água, na Bacia do Córrego Bandeira, nas duas campanhas de amostragem.

Apesar de não apresentar padrões federais para níveis de coliformes totais em águas superficiais, os resultados desse parâmetro apresentaram-se bastante elevados, com valores de 147 NMP/100mL a  $7,38.10^5$  NMP/100mL. Trabalho realizado por outros pesquisadores (Barros *et al.*, 1999), cujos resultados se assemelham aos obtidos neste estudo, chama atenção para os possíveis riscos à saúde pública, uma vez que este grupo de bactérias, apesar de não causar doenças, também habita o intestino de animais mamíferos, inclusive o homem, podendo indicar uma possível contaminação da água com bactérias entéricas patogênicas.

Conforme a tabela 5.3, a contagem de bactérias heterotróficas apresentou valores de  $2,20.10^2$  a  $6,50.10^5$  UFC/mL, indicando, o alto grau de contaminação e condições higiênico-sanitárias precárias. Com relação ao parâmetro *Salmonella* sp, as amostras de água coletadas no Córrego Bandeira apresentaram ausência desse microrganismo em 25mL de amostra, nas duas campanhas de amostragem. Na figura 5.1 observa-se as características do entorno dos pontos de amostragem, coletados na Bacia do Córrego Bandeira.

TABELA 5.3 Resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em água, na Bacia do Córrego Bandeira.

<b>CÓRREGO BANDEIRA</b>				
<b>PERÍODO DE ESTIAGEM</b>				
PARÂMETROS PONTOS	Coliformes Totais NMP/100mL	Bac. Heterotróficas UFC/mL	<i>Salmonella</i> sp em 25mL	<i>Enterococos</i> UFC/100mL
B1	1,16E+03	4,70E+02	ausente	2,40E+01
B5	1,00E+04	2,60E+03	ausente	5,80E+01
B6	4,11E+04	2,80E+03	ausente	6,50E+01
B7	1,69E+05	9,70E+04	ausente	2,00E+02
B8	8,54E+04	3,40E+03	ausente	2,00E+02
B9	7,38E+05	6,50E+05	ausente	2,00E+05
B10	5,48E+03	2,50E+03	ausente	6,40E+03
B12	2,00E+04	2,20E+04	ausente	3,60E+03
B13	5,37E+03	6,70E+02	ausente	1,30E+02
B14	8,12E+04	2,80E+04	ausente	4,60E+04
<b>PERÍODO DE CHUVA</b>				
PARÂMETROS PONTOS	Coliformes Totais NMP/100mL	Bac. Heterotróficas UFC/mL	<i>Salmonella</i> sp em 25mL	<i>Enterococos</i> UFC/100mL
B1	1,79E+03	5,10E+02	ausente	8,20E+01
B2	2,75E+03	3,30E+02	ausente	1,10E+02
B3	4,84E+03	5,80E+02	ausente	2,20E+02
B4	1,47E+02	2,20E+02	ausente	1,00E+02
B5	2,53E+04	2,70E+03	ausente	3,00E+01
B6	4,63E+03	1,00E+04	ausente	7,20E+02
B7	5,91E+03	5,40E+03	ausente	1,60E+04
B8	1,58E+05	2,50E+03	ausente	5,00E+01
B9	7,80E+04	9,90E+03	ausente	2,50E+03
B10	1,26E+05	6,40E+03	ausente	3,80E+02
B11	2,42E+05	4,10E+04	ausente	2,30E+04
B12	3,37E+05	9,80E+04	ausente	3,20E+03

Legenda:

B1: nascente do Córrego Bandeira

B3: Córrego Portinho Pache

B5: jusante do Rádio Clube Campo

B7: jusante da fábrica de bebidas

B9: jusante da ETE Lago do Amor

B11: nascente do Córrego Cabaça

B13: montante do Rádio Clube Campo

B2: nascente do Córrego Portinho Pache

B4: Córrego Bandeira antes do 1º tributário

B6: montante da fábrica de bebidas

B8: Jusante do Lago do Amor

B10: exutória da bacia

B12: Córrego Cabaça (dentro do campus UFMS)

B14: jusante das hortas

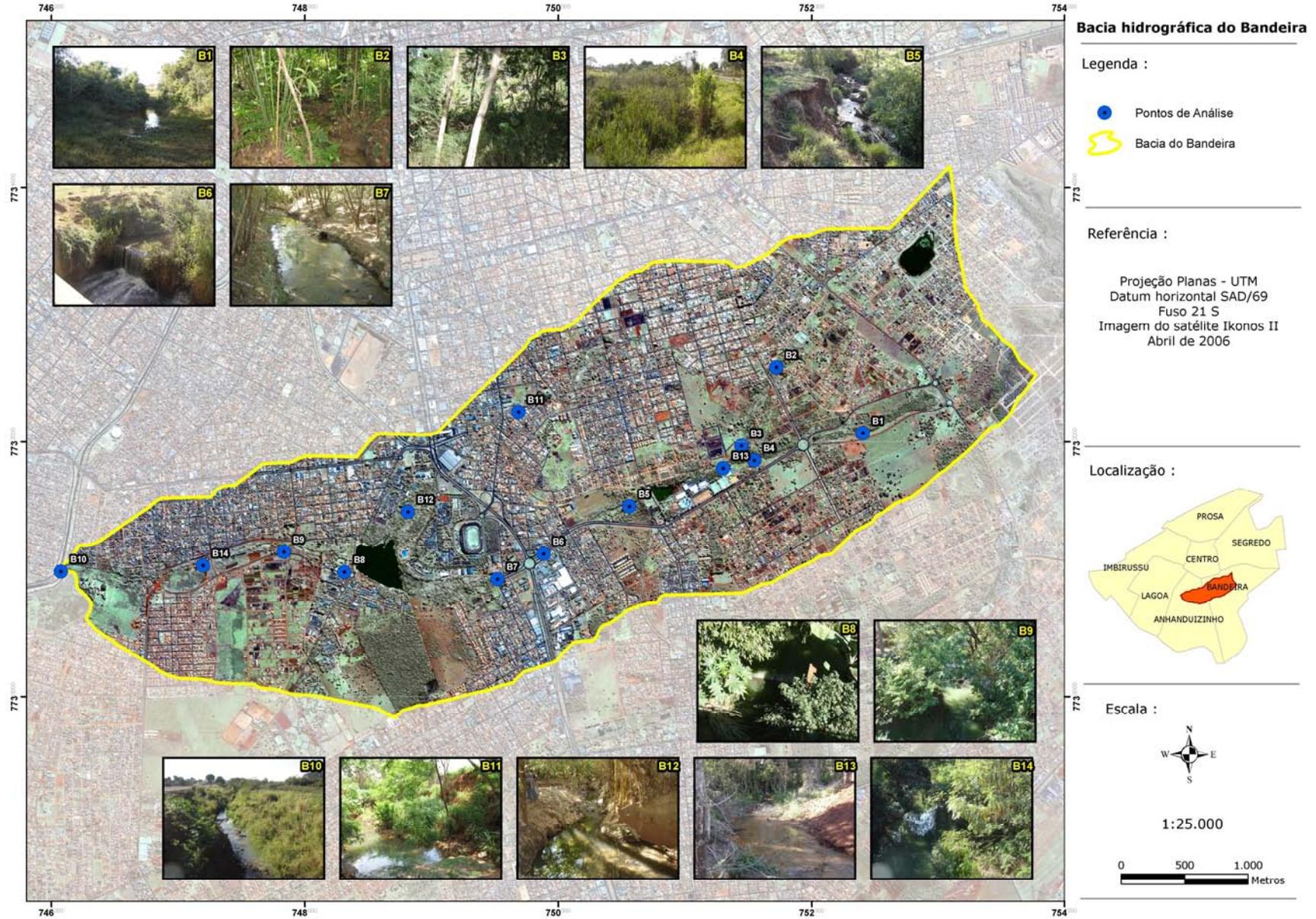


FIGURA 5.1 Características do entorno dos pontos amostrados na Bacia do Córrego Bandeira.

Conforme a tabela 5.3, os resultados do parâmetro *Enterococos* apresentaram valores entre 24 UFC/100mL, em amostras coletadas na nascente, a  $2,0 \cdot 10^5$  UFC/100mL, em amostras coletadas a jusante da ETE Lago do Amor. Estudos realizados por Almeida *et al.* (2004) apresentaram amostras de água isenta de *Enterococos* nos pontos localizados nas nascentes, e valores da ordem de  $10^2$  a  $10^4$  UFC/100mL de *Enterococos* em amostras de água coletadas no Córrego Ribeirão dos Porcos, na área urbana do município de Espírito Santo do Pinhal, SP.

Observou-se, portanto, que as águas do Córrego Bandeira apresentaram uma piora na qualidade durante a campanha do período de chuva, provavelmente favorecida pela drenagem pluvial.

A tabela 5.4 apresenta os resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em amostras de água, na Bacia do Córrego Segredo, nas duas campanhas de amostragem.

Conforme a tabela 5.4, os resultados do parâmetro coliformes totais apresentaram-se em níveis elevados, com valores de  $1,37 \cdot 10^3$  NMP/100mL a  $1,68 \cdot 10^6$  NMP/100mL. Apesar da legislação não estabelecer padrões para esse parâmetro, quando comparados com os estudos de Gertel *et al.* (2003) os resultados assemelham-se aos obtidos neste estudo, podendo indicar uma possível contaminação da água por bactérias patogênicas.

Segundo a tabela 5.4, o parâmetro, bactérias heterotróficas, apresentou valores de  $3,30 \cdot 10^2$  a  $1,50 \cdot 10^6$  UFC/mL, indicando alto grau de contaminação das águas.

Conforme o parâmetro *Salmonella* sp, apresentado na tabela 5.4, apenas uma das amostras de água coletadas no Córrego Segredo detectou presença desse microrganismo em 25mL de amostra. Este ponto é o S2, localizado na nascente do 1º tributário do Córrego Segredo, a presença desta bactéria patogênica indica a contaminação da água por material fecal proveniente de indivíduos e animais doentes ou portadores deste microrganismo. No homem, as salmonelas causam vários tipos de infecção, sendo as mais comuns a gastroenterite e a febre tifóide.

De acordo com a tabela 5.4, os resultados do parâmetro *Enterococos* apresentaram valores entre 20 UFC/100mL a  $6,80 \cdot 10^5$  UFC/100mL. Almeida *et al.* (2004) estudaram a qualidade da água do córrego Ribeirão dos Porcos, dentro do município de Espírito Santo do Pinhal, SP, e obtiveram resultados similares a esse estudo.

TABELA 5.4 Resultados dos demais parâmetros microbiológicos analisados em água, na Bacia do Córrego Segredo.

<b>CÓRREGO SEGREDO</b>				
<b>PERÍODO DE ESTIAGEM</b>				
<b>PARÂMETROS PONTOS</b>	<b>Coliformes Totais NMP/100mL</b>	<b>Bac. Heterotróficas UFC/mL</b>	<b><i>Salmonella</i> sp em 25mL</b>	<b><i>Enterococos</i> UFC/100mL</b>
<b>S1</b>	4,00E+03	9,60E+02	ausente	4,10E+01
<b>S2</b>	2,95E+04	8,70E+02	presente	1,80E+02
<b>S6</b>	1,37E+04	7,50E+02	ausente	2,00E+01
<b>S8</b>	1,02E+06	5,00E+05	ausente	5,20E+04
<b>S9</b>	4,54E+05	2,80E+04	ausente	2,40E+03
<b>S10</b>	1,68E+06	2,40E+05	ausente	6,80E+05
<b>S11</b>	5,27E+04	3,90E+04	ausente	2,80E+02
<b>S13</b>	8,86E+04	8,70E+04	ausente	4,00E+03
<b>S14</b>	1,05E+05	5,70E+02	ausente	2,80E+02
<b>S15</b>	1,05E+06	3,40E+05	ausente	6,10E+04
<b>PERÍODO DE CHUVA</b>				
<b>PARÂMETROS PONTOS</b>	<b>Coliformes Totais NMP/100mL</b>	<b>Bac. Heterotróficas UFC/mL</b>	<b><i>Salmonella</i> sp em 25mL</b>	<b><i>Enterococos</i> UFC/100mL</b>
<b>S1</b>	2,21E+04	2,10E+03	ausente	2,70E+02
<b>S2</b>	7,17E+03	3,30E+02	ausente	1,50E+02
<b>S3</b>	5,05E+04	3,10E+04	ausente	3,20E+03
<b>S4</b>	1,37E+03	1,70E+05	ausente	6,40E+02
<b>S5</b>	5,19E+05	2,50E+05	ausente	3,40E+03
<b>S6</b>	8,12E+03	2,10E+03	ausente	2,00E+02
<b>S7</b>	5,05E+05	1,50E+06	ausente	7,30E+03
<b>S8</b>	6,12E+04	8,20E+04	ausente	6,00E+02
<b>S9</b>	5,80E+05	1,40E+06	ausente	7,40E+03
<b>S10</b>	3,05E+05	2,00E+05	ausente	4,00E+03
<b>S11</b>	5,27E+04	7,90E+04	ausente	6,00E+02
<b>S12</b>	7,59E+03	7,40E+02	ausente	4,80E+02
<b>S13</b>	4,11E+05	1,90E+05	ausente	5,70E+03

Legenda:

S1: nascente do Córrego Segredo

S3: 1º trecho do Córrego Segredo

S5: tanque de água

S7: 2º tributário, próximo a sua nascente

S9: 2º trecho do Córrego Segredo

S11: Córrego Seminário

S13: exutória da bacia

S2: nascente do 1º tributário

S4: 1º tributário

S6: tanque de água

S8: 2º tributário antes de desaguar Córrego Segredo

S10: 3º trecho do Córrego Segredo

S12: nascente do Córrego Seminário

Na figura 5.2 observa-se as características do entorno dos pontos de amostragem, coletados na Bacia do Córrego Segredo, inclusive as condições dos tanques de água, utilizados para pré-lavagem das verduras.

Conclui-se portanto, que as águas do Córrego Segredo, assim como as águas do Córrego Bandeira, apresentaram uma piora na qualidade durante a campanha do período de chuva, essa situação provavelmente é agravada pela drenagem pluvial, associada à acentuada declividade dessa bacia, que favorece o carreamento de partículas para o leito do córrego.

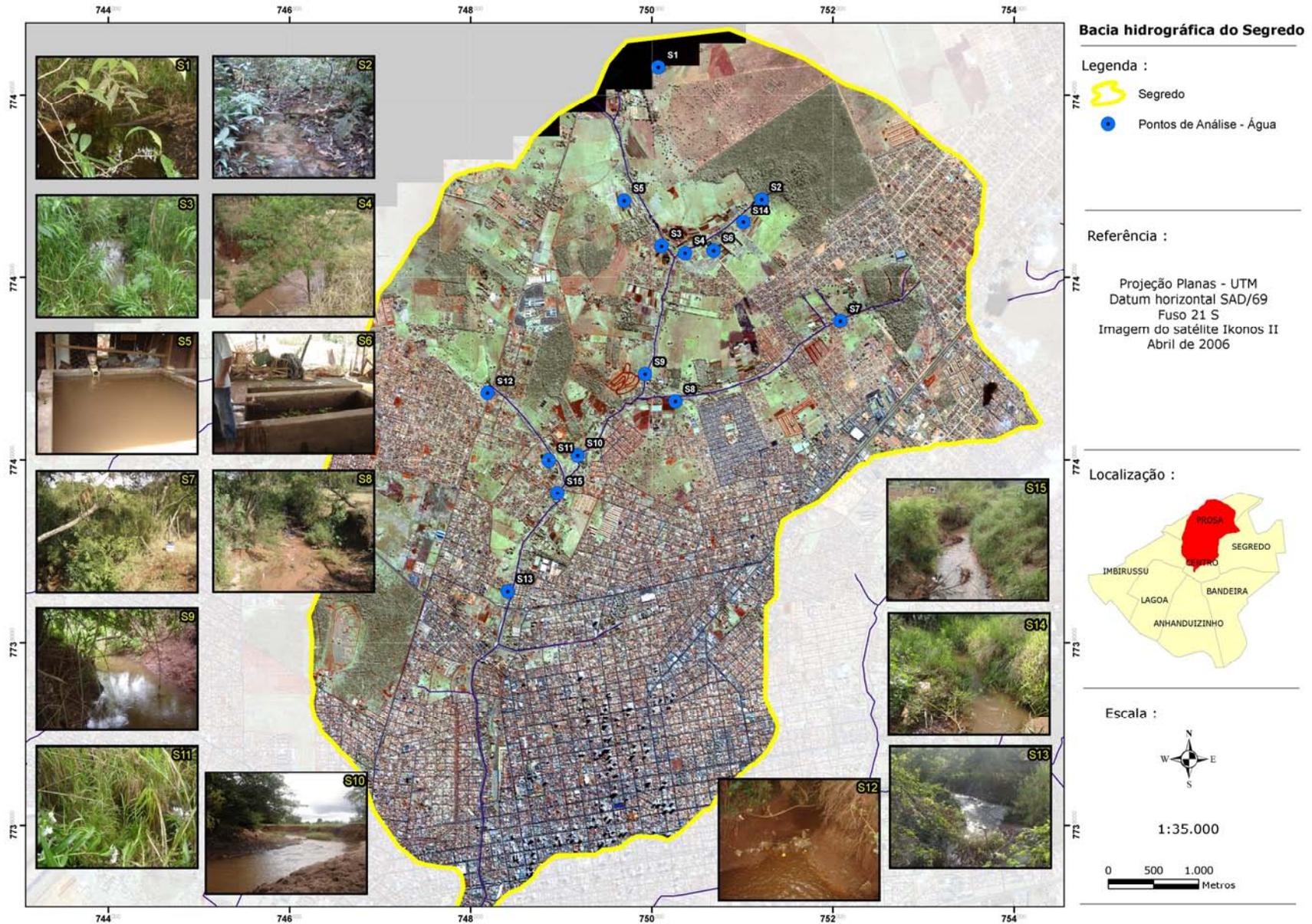


FIGURA 5.2 Características do entorno dos pontos amostrados na Bacia do Córrego Segredo.

### 5.3 Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA) da CETESB

A aplicação do cálculo do IQA, adotada por agências brasileiras de monitoramento e regulamentação ambiental, caso da CETESB, é utilizada com o objetivo específico de informar sobre a qualidade da água aos usuários e a comunidade em geral. Como o  $IQA_{CETESB}$  foi adaptado para aplicação nos rios do Estado de São Paulo, em águas utilizadas para o abastecimento público, é importante mencionar que, neste estudo, fez-se a comparação dos resultados do  $IQA_{CETESB}$  com os parâmetros físicos, químicos e biológicos, para verificação se o  $IQA_{CETESB}$  representa a realidade local.

#### 5.3.1 $IQA_{CETESB}$ para o Córrego Bandeira

O plano de amostragem no Córrego Bandeira foi realizado durante duas campanhas, uma no período de estiagem (julho de 2007), que não houve ocorrência de chuva durante a realização dos trabalhos de campo, e outra no período de chuva (novembro de 2007), onde as amostras foram coletadas 48 horas após o término de uma chuva.

A tabela 5.5 apresenta os resultados do  $IQA_{CETESB}$  para o Córrego Bandeira durante a primeira campanha, no período de estiagem. O posicionamento dos pontos de coleta foram alterados de uma campanha para outra, de modo que, pudessem ser amostrados diferentes trechos do córrego, por isso, as amostras de água nos pontos B2, B3, B4 e B11 não foram coletadas nesta campanha, no entanto, esses pontos foram amostrados na segunda campanha, durante o período de chuva.

TABELA 5.5 Resultados do  $IQA_{CETESB}$  para o Córrego Bandeira, no período de estiagem.

Sub-índices	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>	q <sub>8</sub>	q <sub>9</sub>	$IQA_{CETESB}$	
Pesos (w <sub>i</sub> )	0,17	0,10	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08		
B1	74,9	90,0	40,5	65,4	85,7	96,7	93,1	67,3	85,3	72,9	BOA
B5	92,6	65,0	29,6	88,6	95,7	89,9	80,7	53,7	86,0	70,4	BOA
B6	90,3	55,0	14,0	81,8	89,6	87,1	73,3	53,7	86,1	59,8	BOA
B7	91,8	75,0	10,1	92,5	61,0	78,6	35,1	58,7	84,2	53,2	BOA
B8	99,8	65,0	20,5	82,7	73,3	79,5	53,8	48,7	83,7	61,2	BOA
B9	87,7	75,0	3,0	92,5	68,9	70,1	28,8	46,2	81,8	42,3	REGULAR
B10	92,2	50,0	20,5	91,3	75,1	65,8	34,2	45,4	80,4	55,4	BOA
B12	51,8	75,0	8,7	92,5	82,3	68,8	16,5	86,0	71,7	45,3	REGULAR
B13	94,5	93,0	39,5	87,5	97,3	90,6	98,5	65,1	85,7	79,2	ÓTIMA
B14	93,4	90,0	8,4	92,5	79,7	74,2	44,4	50,3	83,5	54,5	BOA

Legenda:

q<sub>1</sub> – OD em % de saturação

q<sub>4</sub> – pH

q<sub>7</sub> – Fósforo Total

q<sub>2</sub> – Temperatura

q<sub>5</sub> – DBO<sub>5,20</sub>

q<sub>8</sub> – Turbidez

q<sub>3</sub> – Coliformes Termotolerantes

q<sub>6</sub> – Nitrogênio Total

q<sub>9</sub> – Sólidos Totais

Da aplicação do  $IQA_{CETESB}$ , observa-se que na maioria dos pontos de coleta na Bacia do Córrego Bandeira, a qualidade da água foi BOA (tabela 5.5). Porém, isso não significa que esse córrego não receba lançamentos de esgotos domésticos ou industriais tratados ou não, uma vez que, se observa o decréscimo da qualidade nos pontos B9 (jusante da ETE Lago do Amor) e B12 (Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS), provocado principalmente pela concentração de coliformes termotolerantes.

A tabela 5.6 apresenta os resultados de vazão medidos no Córrego Bandeira, durante o período de estiagem.

TABELA 5.6 Resultados das vazões do Córrego Bandeira, no período de estiagem.

Pontos	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Profundidade Média (m)
B1	0,02	0,01	0,36	0,60	0,10
B5	0,09	0,30	0,30	1,70	0,18
B6	0,12	0,32	0,37	2,50	0,13
B7	0,10	0,28	0,38	3,60	0,08
B8	0,26	0,34	0,76	3,30	0,10
B10	0,34	0,37	0,92	1,00	0,37
B12	0,21	0,39	0,54	2,30	0,17
B13	0,05	0,21	0,24	1,70	0,12

Legenda:

B1: nascente do Córrego Bandeira

B6: montante da fábrica de bebidas

B8: Jusante do Lago do Amor

B12: Córrego Cabaça (dentro do campus UFMS)

B5: jusante do Rádio Clube Campo

B7: jusante da fábrica de bebidas

B10: exutória da bacia

B13: montante do Rádio Clube Campo

A capacidade de diluição do corpo receptor pode ser notada pelos altos valores dos sub-índices  $q_1$ , referente à porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido e  $q_5$ , referente à concentração da demanda bioquímica de oxigênio, mostrados na tabela 5.5. Portanto, este cenário, mostra que o Córrego Bandeira apresenta uma situação não preocupante, já que as coletas da primeira campanha foram realizadas em condições de seca e águas baixas, com vazão de  $0,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na exutória da bacia (ponto B10). Logo, os resultados do  $IQA_{CETESB}$  apenas retratam que o Córrego Bandeira, na época da coleta, possuía uma capacidade de diluição superior àquela requerida pelos lançamentos.

Apesar dos resultados contidos na tabela 5.5 estarem refletindo uma qualidade BOA para a maioria dos pontos de coleta do Córrego Bandeira, é necessário ressaltar os parâmetros responsáveis por esses resultados. Os valores das concentrações de oxigênio dissolvido, turbidez, pH e sólidos dissolvidos totais, mostram que esses parâmetros estão com valores aceitáveis para a Classe 1 estabelecida na Resolução CONAMA N° 357/2005. O parâmetro oxigênio dissolvido apresentou concentrações relativamente altas e a demanda bioquímica de oxigênio concentrações relativamente baixas.

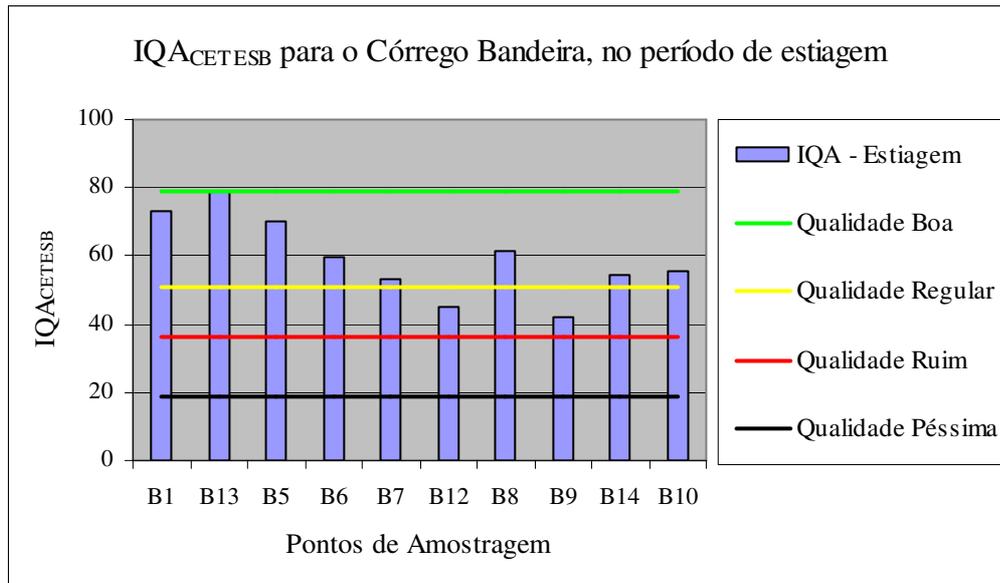
Observa-se na tabela 5.5, que os valores do sub-índice  $q_3$ , referente aos coliformes termotolerantes são, de forma geral, os maiores responsáveis pelos resultados do  $IQA_{CETESB}$  terem sido classificados como BOA e não como ÓTIMA, variando de 3,0 na amostra B9 (jusante da ETE Lago do Amor) a 40,5 na amostra B1 (nascente do Córrego Bandeira), os valores do sub-índice  $q_3$  são, juntamente com os valores do sub-índice  $q_7$ , referente à fósforo total, responsáveis pelos resultados, por apresentarem os menores valores e por possuírem pesos intermediários na composição do índice.

A figura 5.3 representa o perfil dos resultados do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Bandeira, no período de estiagem. Observa-se que, mesmo tendo resultado em qualidade BOA, os pontos, B9 (jusante da ETE Lago do Amor) e B12 (Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS), apresentaram um significativo decréscimo do  $IQA_{CETESB}$  em relação aos demais.

O ponto B12, localizado no Córrego Cabaça, sofre influência direta de uma região que apresenta elevada densidade demográfica e, portanto a qualidade da água neste trecho do córrego sofreu uma queda considerável da qualidade, na época da coleta a vazão neste ponto foi de  $0,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Já o ponto B9, está localizado no Córrego Bandeira, a jusante da ETE Lago do Amor, o que justifica o decréscimo da qualidade da água, uma vez que a vazão neste ponto foi de  $0,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Porém, depois de percorrido aproximadamente 650m do ponto B9, até o ponto B14 (jusante das hortas), a qualidade da água, segundo o  $IQA_{CETESB}$ , retorna ao patamar de 54 a 55, com vazão de  $0,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na exutória da bacia.

É importante relatar a capacidade de diluição do córrego, pois, as águas do trecho seguinte (B14-B10), até a chegada na exutória da bacia, têm sua qualidade melhorada. Isso pode ser verificado pelos valores do  $IQA_{CETESB}$  dos pontos B14 (jusante das hortas) e B10 (exutória da bacia), na figura 5.3.

Dias (2005) avaliou a qualidade das águas do Córrego Bandeira, e constatou que, para o período de estiagem (inverno de 2004) os resultados do  $IQA_{CETESB}$  para o trecho entre os pontos B5 (jusante do Rádio Clube Campo) e B10 (exutória da bacia), classificaram a água em BOA, no ponto B5, a REGULAR, no ponto B10. Enquanto que, neste estudo, para o período de julho de 2007, classificou a qualidade da água em BOA, no ponto B5, decrescendo a REGULAR, nos pontos B9 (jusante da ETE Lago do Amor) e B12 (Córrego Cabaça, dentro do campus UFMS) e, retomando a qualidade BOA na exutória da bacia (ponto B10). Portanto, mesmo com a ação antrópica, as águas do Córrego Bandeira, ao longo dos anos de 2004 a 2007, tiveram sua qualidade melhorada.



Legenda:

B1: nascente do Córrego Bandeira  
 B5: jusante do Rádio Clube Campo  
 B7: jusante da fábrica de bebidas  
 B8: Jusante do Lago do Amor  
 B14: jusante das hortas

B13: montante do Rádio Clube Campo  
 B6: montante da fábrica de bebidas  
 B12: Córrego Cabaça (dentro do campus UFMS)  
 B9: jusante da ETE Lago do Amor  
 B10: exutória da bacia

FIGURA 5.3 Perfil do IQA<sub>CETESB</sub> ao longo do Córrego Bandeira, no período de estiagem.

A tabela 5.7 apresenta os resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Bandeira, durante o período de chuva. Nesta campanha, os pontos de amostragem foram rearranjados, para coletar amostras de diferentes trechos do córrego e, portanto, os pontos B13 e B14 não foram amostrados.

A tabela 5.8 apresenta os resultados das vazões medidas no Córrego Bandeira, durante o período de chuva.

TABELA 5.7 Resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Bandeira, no período de chuva.

Sub-índices	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>	q <sub>8</sub>	q <sub>9</sub>	IQA <sub>CETESB</sub>	
Pesos (w <sub>i</sub> )	0,17	0,10	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08		
B1	85,3	90,0	44,7	90,3	80,8	96,7	97,7	78,9	84,9	79,5	ÓTIMA
B2	89,7	90,0	44,7	88,8	85,5	88,5	91,6	87,7	85,8	80,0	ÓTIMA
B3	92,4	70,0	46,6	92,1	85,5	86,1	93,6	70,4	86,0	77,8	BOA
B4	86,8	90,0	57,1	90,3	85,3	85,2	96,3	73,2	86,0	81,6	ÓTIMA
B5	86,0	65,0	34,5	76,6	80,4	82,1	93,6	57,4	85,2	69,4	BOA
B6	94,6	55,0	21,2	77,3	67,7	73,4	76,7	62,9	85,8	62,0	BOA
B7	89,2	75,0	23,0	91,0	59,1	75,5	52,4	74,1	71,1	62,1	BOA
B8	94,5	65,0	38,6	91,6	74,2	81,8	63,9	5,0	73,6	56,8	BOA
B9	79,1	75,0	12,6	78,8	61,7	74,6	57,1	18,4	76,5	49,7	REGULAR
B10	95,3	50,0	9,1	92,2	65,6	77,8	68,4	26,1	78,8	50,7	REGULAR
B11	37,9	90,0	5,5	91,9	77,7	59,0	33,9	79,5	70,4	42,6	REGULAR
B12	30,4	75,0	4,2	92,5	70,5	55,4	37,8	77,6	65,8	38,2	REGULAR

Legenda:

q<sub>1</sub> – OD em % de saturação  
 q<sub>4</sub> – pH  
 q<sub>7</sub> – Fósforo Total

q<sub>2</sub> – Temperatura  
 q<sub>5</sub> – DBO<sub>5,20</sub>  
 q<sub>8</sub> – Turbidez

q<sub>3</sub> – Coliformes Termotolerantes  
 q<sub>6</sub> – Nitrogênio Total  
 q<sub>9</sub> – Sólidos Totais

Conforme a tabela 5.7, diferentemente da primeira campanha, durante o período de chuva, os resultados obtidos a partir da aplicação do IQA<sub>CETESB</sub> apresentaram um decréscimo significativo na qualidade das águas ao longo do Córrego Bandeira, desde a nascente até sua foz no Córrego Anhanduí. No entanto, a qualidade da água das nascentes dessa bacia, no período de chuva, foi melhorada, alcançando valores de 79,5 na nascente do Córrego Bandeira (ponto B1), a 80 na nascente do Córrego Portinho Pache (ponto B2).

TABELA 5.8 Resultados das vazões do Córrego Bandeira, no período de chuva.

Pontos	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Profundidade Média (m)
B1	0,04	0,09	0,40	0,95	0,10
B2	0,10	0,18	0,56	0,80	0,22
B3	0,03	0,08	0,34	1,35	0,06
B5	0,11	0,18	0,61	0,69	0,27
B6	0,05	0,15	0,33	1,05	0,15
B7	0,15	0,13	1,11	0,90	0,15
B8	0,24	0,16	1,53	2,50	0,06
B11	0,03	0,06	0,47	0,60	0,09
B12	0,05	0,07	0,62	0,70	0,11
B13	0,10	0,21	0,47	0,80	0,27

Legenda:

B1: nascente do Córrego Bandeira

B3: Córrego Portinho Pache

B6: montante da fábrica de bebidas

B8: Jusante do Lago do Amor

B12: Córrego Cabaça (dentro do campus UFMS)

B2: nascente do Córrego Portinho Pache

B5: jusante do Rádio Clube Campo

B7: jusante da fábrica de bebidas

B11: nascente do Córrego Cabaça

B13: montante do Rádio Clube Campo

A vazão na nascente do Córrego Bandeira foi de  $0,02 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , no período de estiagem, e como esperado, no período de chuva, a vazão passou para  $0,04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Porém, a qualidade da água do Córrego Cabaça (ponto B12, dentro do campus UFMS), manteve-se REGULAR durante as duas campanhas. O Córrego Cabaça deságua no Lago do Amor, que por sua vez, pode estar atuando como uma lagoa de estabilização, pelo grande volume de água e tempo de detenção. Por isso, o ponto B8, localizado no Córrego Bandeira, a jusante do Lago do Amor, tem sua qualidade melhorada. O ponto B11, coletado na nascente do Córrego Cabaça, também apresentou qualidade REGULAR. É importante lembrar que, o Córrego Cabaça localiza-se em uma região altamente povoada e, recebe algum lançamento de efluentes, ressaltando um aspecto agravante, que foi observado pela baixa vazão do córrego, medindo  $0,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na nascente do Córrego Cabaça (ponto B11) e  $0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , dentro do campus UFMS (ponto B12).

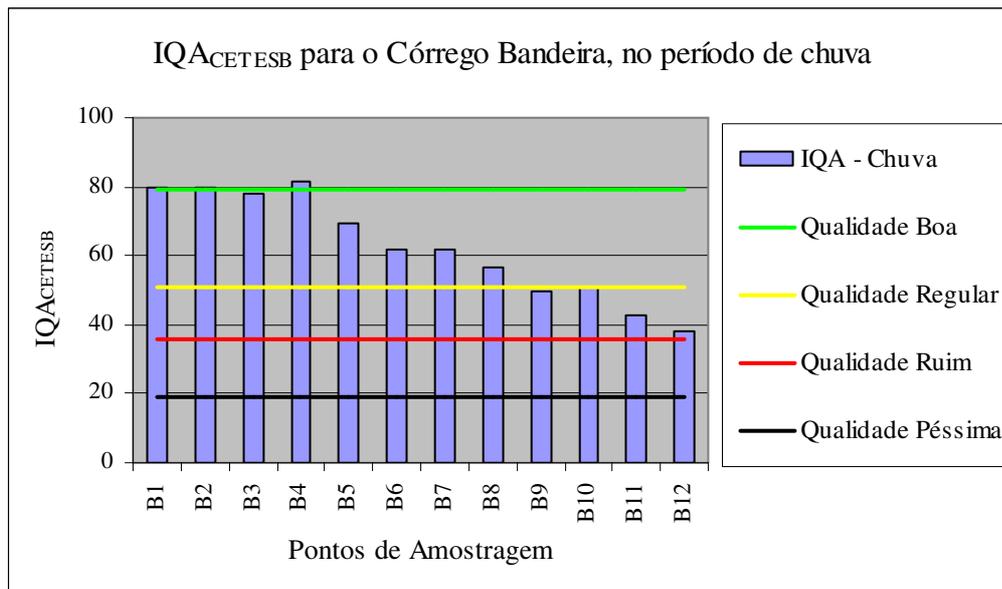
A classificação da qualidade das águas do Córrego Cabaça em REGULAR, pode ser verificada pelos baixos valores dos sub-índices  $q_1$ , referente à porcentagem de saturação do

oxigênio dissolvido e  $q_3$ , referente à concentração de coliformes termotolerantes, mostrados na tabela 5.7.

Os resultados do  $IQA_{CETESB}$  para o ponto B9 (jusante da ETE Lago do Amor) mantiveram a qualidade da água REGULAR nos dois períodos de coleta, isso indica que o volume de água do córrego, no período das coletas para esse ponto, não exerceu influência direta na qualidade da água. Uma vez que, o baixo valor do sub-índice  $q_3$ , referente à coliformes termotolerantes, é um dos responsáveis pela classificação da qualidade da água em REGULAR, juntamente com o sub-índice  $q_8$ , referente à turbidez. A qualidade da água permaneceu em REGULAR até o ponto B10, localizado na exutória da bacia.

A figura 5.4 representa o perfil dos resultados do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Bandeira, durante a segunda campanha, realizada no período de chuva.

Os resultados contidos na figura 5.4, retratam que o Córrego Bandeira apresentou um decréscimo contínuo na qualidade de suas águas, não retomando a qualidade BOA na exutória da bacia (ponto B10), como ocorrido durante o período de estiagem.



Legenda:

B1: nascente do Córrego Bandeira  
 B3: Córrego Portinho Pache  
 B5: jusante do Rádio Clube Campo  
 B7: jusante da fábrica de bebidas  
 B9: jusante da ETE Lago do Amor  
 B11: nascente do Córrego Cabaça

B2: nascente do Córrego Portinho Pache  
 B4: Córrego Bandeira antes do 1º tributário  
 B6: montante da fábrica de bebidas  
 B8: Jusante do Lago do Amor  
 B10: exutória da bacia  
 B12: Córrego Cabaça (dentro do campus UFMS)

FIGURA 5.4 Perfil do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Bandeira, no período de chuva.

Dias (2005) analisou a qualidade das águas do Córrego Bandeira, durante um período chuvoso (verão de 2004/2005) e constatou que, os resultados do  $IQA_{CETESB}$  para o trecho entre os pontos B5 (jusante do Rádio Clube Campo) e B10 (exutória da bacia), classificaram a

água em BOA, no ponto B5, a REGULAR, no ponto B10. Esta mesma situação foi observada neste estudo, com a variação da qualidade em BOA a REGULAR para o mesmo trecho estudado pela pesquisadora.

De acordo com as pesquisas de Dias (2005), a qualidade da água do Córrego Bandeira, permaneceu inalterada nas diferentes épocas de coleta. Porém, observou-se, neste estudo, que a qualidade da água apresentou uma piora durante o período de chuva, provavelmente, influenciada pela contribuição de fontes difusas, com uma chuva que ocorreu três dias antes da coleta.

### 5.3.2 IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo

Os planos de amostragem para as coletas no Córrego Segredo foram realizados durante os períodos de estiagem e chuva. No período de estiagem não houve ocorrência de chuva. As coletas no período de chuva foram realizadas após 48 horas do término de uma chuva.

A tabela 5.9 apresenta os resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo, durante o período de estiagem. Os pontos S3, S4, S5, S7 e S12 não foram amostrados nesta campanha (16/07/07), devido à redistribuição dos pontos de coleta no plano de amostragem.

Conforme a aplicação do IQA<sub>CETESB</sub>, para as amostras referentes à tabela 5.9, nota-se que a qualidade das águas do Córrego Segredo, no período de estiagem, apresentou variações de BOA a REGULAR. Assim como para o Córrego Bandeira, durante a primeira campanha, a qualidade da água foi recuperada tendo classificação BOA na exutória da bacia, ponto S13.

TABELA 5.9 Resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo, no período de estiagem.

Sub-índices	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>	q <sub>8</sub>	q <sub>9</sub>	IQA <sub>CETESB</sub>	
Pesos (w <sub>i</sub> )	0,17	0,10	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08		
S1	39,1	80,0	27,2	31,8	68,5	97,9	82,1	95,6	83,5	55,3	BOA
S2	90,3	90,0	46,6	65,9	70,0	98,9	81,6	96,6	84,4	76,7	BOA
S6*	86,4	75,0	20,5	82,3	69,5	94,0	61,1	64,1	85,1	63,5	BOA
S8	95,3	94,0	3,0	92,0	74,8	65,2	21,7	41,1	80,1	42,2	REGULAR
S9	92,3	93,0	4,4	91,6	61,6	86,8	38,7	36,1	85,1	47,1	REGULAR
S10	96,8	92,0	3,0	92,1	77,5	71,9	19,5	52,6	83,9	43,3	REGULAR
S11	93,4	87,0	11,5	91,4	74,4	94,3	75,6	86,0	85,9	63,9	BOA
S13	93,4	92,0	9,6	91,6	61,7	69,8	38,7	61,2	82,9	54,0	BOA
S14*	96,1	94,0	6,6	83,9	71,2	94,0	57,9	45,4	85,0	54,2	BOA
S15	97,9	94,0	3,0	92,3	54,6	71,0	34,1	50,9	83,7	44,2	REGULAR

Legenda:

q<sub>1</sub> – OD em % de saturação

q<sub>2</sub> – Temperatura

q<sub>3</sub> – Coliformes Termotolerantes

q<sub>4</sub> – pH

q<sub>5</sub> – DBO<sub>5,20</sub>

q<sub>6</sub> – Nitrogênio Total

q<sub>7</sub> – Fósforo Total

q<sub>8</sub> – Turbidez

q<sub>9</sub> – Sólidos Totais

\* amostras coletadas em tanques de água, utilizadas para pré-lavagem de verduras.

Como pode ser observado na tabela 5.9, os pontos S8 (2º tributário antes de desaguar no Córrego Segredo) e S9 (2º trecho do Córrego Segredo) apresentaram classificação da qualidade da água em REGULAR. A mesma classificação é observada nas amostras S10 (3º trecho do Córrego Segredo) e S15 (jusante do tributário Córrego Seminário).

Na tabela 5.10 são apresentados os resultados das medições de vazão do Córrego Segredo, durante o período de estiagem.

TABELA 5.10 Resultados das vazões do Córrego Segredo, no período de estiagem.

Pontos	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Profundidade Média (m)
S1	0,001	0,01	0,08	0,30	0,05
S2	0,03	0,09	0,27	0,65	0,14
S8	0,09	0,12	0,74	1,10	0,11
S9	0,02	0,63	0,32	2,95	0,21
S10	0,33	0,49	0,68	2,70	0,18
S11	0,12	0,32	0,39	1,90	0,17
S13	0,99	0,72	1,38	3,20	0,22

Legenda:

S1: nascente do Córrego Segredo

S8: 2º tributário

S10: 3º trecho do Córrego Segredo

S13: exutória da bacia

S2: nascente do 1º tributário

S9: 2º trecho do Córrego Segredo

S11: Córrego Seminário

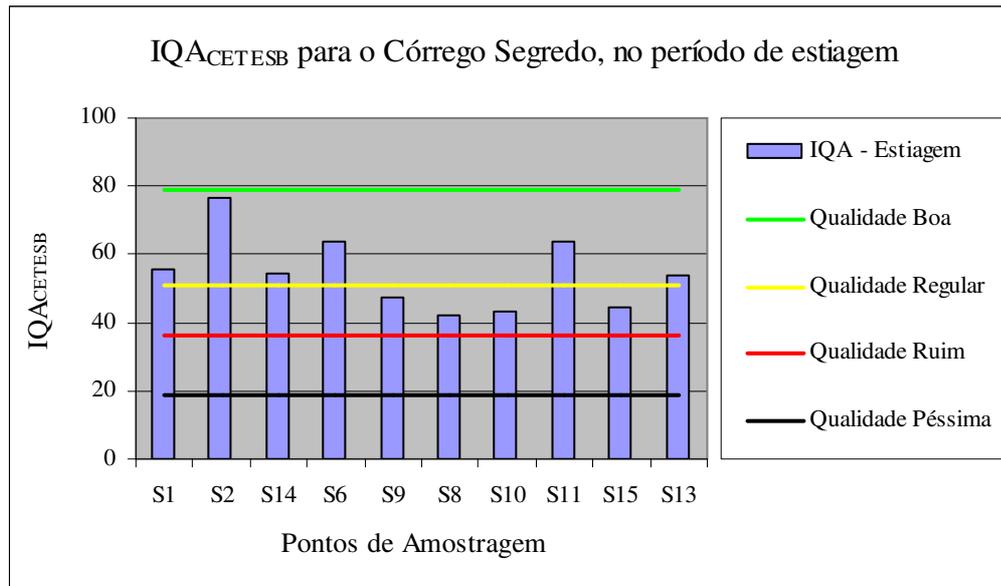
Observa-se que, os pontos com classificação da qualidade da água em REGULAR, apresentaram baixos valores do sub-índice  $q_3$ , referente à coliformes termotolerantes. Este sub-índice é o principal causador da classificação da qualidade da água em REGULAR. Portanto, percebe-se que as águas do Córrego Segredo recebem despejos de origem fecal. Na amostra S15, observou-se claramente em campo, o lançamento direto de efluentes sem tratamento no córrego. Este ponto localiza-se a jusante de uma comunidade, denominada Comunidade Tia Eva, que é povoada por pessoas com renda muito baixa, não apresentando nenhum sistema de tratamento de efluentes (rede coletora de esgoto doméstico, nem sistema fossa-séptica/sumidouro).

Com exceção dos pontos de coleta comentados anteriormente, os demais resultados apresentados na tabela 5.9 estão refletindo uma qualidade BOA. Porém, para esses pontos de coleta, é necessário ressaltar o parâmetro responsável pelos resultados. Nota-se, na tabela 5.9, que os valores do sub-índice  $q_1$ , referentes à oxigênio dissolvido, de forma geral, apresentou os maiores valores. Exceto pela amostra S1, que apresenta águas lentas devido à localização na nascente do Córrego Segredo, que obteve o menor valor do sub-índice  $q_1$ . A vazão neste ponto S1 foi de  $0,001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , no período de estiagem.

As amostras S6 e S14, que foram coletadas em tanques de água localizados nas próprias hortas e que são utilizadas para pré-lavagem das verduras, apresentaram qualidade

BOA, segundo o  $IQA_{CETESB}$ . Porém, as águas dos tanques de pré-lavagem são captadas do próprio córrego. Mas, como este índice é aplicado apenas para águas de córregos, então, os resultados de qualidade obtidos para estes pontos são importantes no aspecto sanitário, uma vez que, as verduras são previamente lavadas nessas águas e encaminhadas para o consumo.

A figura 5.5 representa o perfil dos resultados do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Segredo, durante a primeira campanha, no período de estiagem.



Legenda:

S1: nascente do Córrego Segredo

S14: tanque de água

S9: 2º trecho do Córrego Segredo

S10: 3º trecho do Córrego Segredo

S15: jusante do tributário Córrego Seminário

S2: nascente do 1º tributário

S6: tanque de água

S8: 2º tributário

S11: Córrego Seminário

S13: exutória da bacia

FIGURA 5.5 Perfil do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Segredo, no período de estiagem.

Segundo a figura 5.5, os resultados do  $IQA_{CETESB}$  retratam que, o Córrego Segredo apresentou variações na qualidade de BOA a REGULAR ao longo do trecho estudado, retomando a qualidade BOA na exutória da bacia (ponto S13), que apresentou vazão de  $0,99\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  no período de estiagem.

Dias (2005), analisou dois pontos no Córrego Segredo, durante uma campanha de estiagem (inverno de 2004) e, concluiu que, segundo a aplicação do  $IQA_{CETESB}$ , a qualidade da água nos pontos S15 (jusante do tributário Córrego Seminário) e S13 (exutória da bacia) foi classificada em REGULAR. Porém, neste estudo, a qualidade da água no ponto S15 foi classificada em BOA, e no ponto S13, a qualidade foi REGULAR.

Os resultados do  $IQA_{CETESB}$ , obtidos nas duas campanhas de coleta, mostram similaridades na qualidade das águas. A tabela 5.11 apresenta os resultados da aplicação do  $IQA_{CETESB}$  para o Córrego Segredo durante as coletas no período chuvoso (fevereiro de 2008).

TABELA 5.11 Resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo, no período de chuva.

Sub-índices	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	q <sub>6</sub>	q <sub>7</sub>	q <sub>8</sub>	q <sub>9</sub>	IQA <sub>CETESB</sub>	
Pesos (w <sub>i</sub> )	0,17	0,10	0,15	0,12	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08		
S1	64,0	80,0	10,1	43,3	98,7	98,4	78,0	96,1	84,4	55,6	BOA
S2	92,3	90,0	36,3	76,3	86,4	95,1	88,3	96,6	86,1	77,5	BOA
S3	91,7	94,0	17,5	86,6	77,4	88,8	72,1	64,9	85,7	65,9	BOA
S4	91,7	94,0	24,9	92,3	78,8	85,3	74,2	76,1	85,9	71,0	BOA
S5*	92,4	94,0	10,7	88,8	85,7	88,3	74,8	84,6	83,4	63,5	BOA
S6*	89,2	75,0	23,0	74,7	77,0	87,6	77,1	66,7	86,1	66,1	BOA
S7	96,6	94,0	4,2	91,4	58,7	86,7	26,5	5,0	57,7	37,4	REGULAR
S8	88,4	94,0	33,0	85,7	82,8	86,2	65,2	69,4	86,1	71,9	BOA
S9	92,3	93,0	4,3	91,8	82,1	92,5	34,8	17,2	79,0	45,1	REGULAR
S10	96,1	92,0	7,4	92,5	70,0	84,1	63,0	40,1	82,6	54,7	BOA
S11	98,0	87,0	32,2	92,5	84,2	91,2	83,7	81,2	86,1	76,4	BOA
S12	29,9	94,0	19,3	79,1	93,2	92,0	77,6	81,9	85,8	57,4	BOA
S13	89,3	92,0	5,3	91,0	65,0	84,1	43,6	46,6	78,3	49,4	REGULAR

Legenda:

q<sub>1</sub> – OD em % de saturação

q<sub>2</sub> – Temperatura

q<sub>3</sub> – Coliformes Termotolerantes

q<sub>4</sub> – pH

q<sub>5</sub> – DBO<sub>5,20</sub>

q<sub>6</sub> – Nitrogênio Total

q<sub>7</sub> – Fósforo Total

q<sub>8</sub> – Turbidez

q<sub>9</sub> – Sólidos Totais

\* amostras coletadas em tanques de água, utilizadas para pré-lavagem de verduras.

Na tabela 5.12 são apresentados os resultados das medições de vazão do Córrego Segredo, durante o período de chuva.

TABELA 5.12 Resultados das vazões do Córrego Segredo, no período de chuva.

Pontos	Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Área (m <sup>2</sup> )	Velocidade Média (m/s)	Largura (m)	Profundidade Média (m)
S1	0,002	0,02	0,09	0,41	0,04
S2	0,04	0,13	0,30	0,85	0,15
S8	0,13	0,17	0,78	1,33	0,13
S9	0,16	0,54	0,30	2,70	0,20
S10	0,40	0,59	0,68	3,01	0,20
S11	0,15	0,35	0,44	1,85	0,19
S13	1,20	0,84	1,43	3,20	0,26

Legenda:

S1: nascente do Córrego Segredo

S2: nascente do 1º tributário

S8: 2º tributário

S9: 2º trecho do Córrego Segredo

S10: 3º trecho do Córrego Segredo

S11: Córrego Seminário

S13: exutória da bacia

A aplicação do IQA<sub>CETESB</sub> para as amostras referentes à tabela 5.11, mostra que na maioria dos pontos de coleta a qualidade da água foi BOA. Porém, os pontos S7 (2º tributário do Córrego Segredo), S9 (2º trecho do Córrego Segredo) e S13 (exutória da bacia) apresentaram qualidade da água REGULAR.

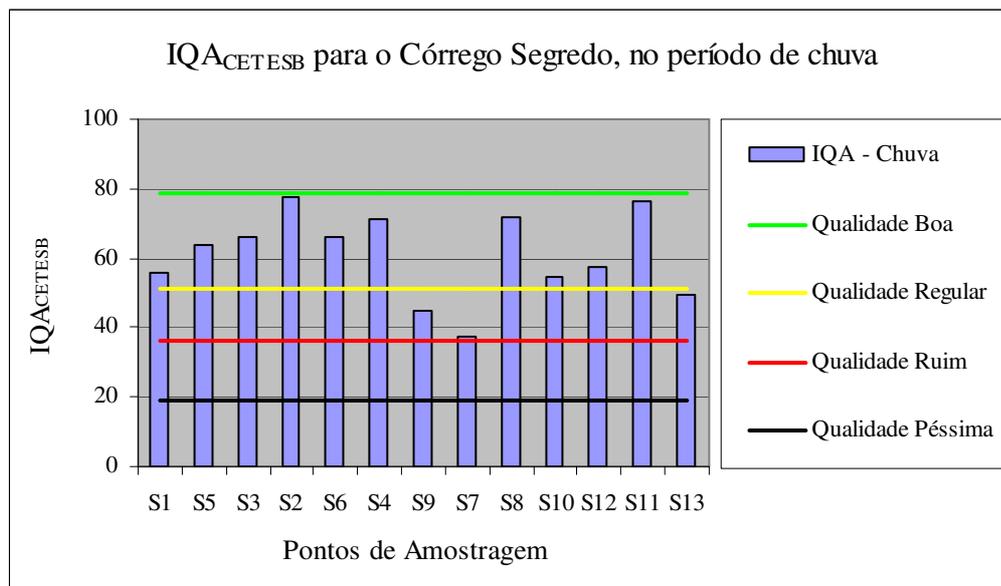
As amostras que receberam classificação REGULAR, S7 (2º tributário do Córrego Segredo) e S9 (2º trecho do Córrego Segredo), apresentaram baixos valores dos sub-índices q<sub>3</sub> e q<sub>8</sub>, referentes à coliformes termotolerantes e turbidez, respectivamente. A amostra S9 foi coletada em um ponto localizado a jusante de uma propriedade onde há exploração de areia, isto justifica o valor de 17,2 do sub-índice q<sub>8</sub> (turbidez). O ponto S7 localiza-se nas

proximidades de propriedades rurais, as quais possuem pequena criação de gado, e esses produtores acabam utilizando o leito do córrego para dessedentação dos animais, provocando alterações nas condições naturais do córrego.

O ponto S13 (exutória da bacia), também apresentou baixos valores para o sub-índice  $q_3$ , referente à coliformes termotolerantes. Portanto, este parâmetro foi o responsável pela classificação da qualidade da água em REGULAR.

As amostras de água S5 e S6, coletadas em tanques para pré-lavagem de verduras tiveram classificação BOA, segundo a aplicação do  $IQA_{CETESB}$ . Porém, é importante lembrar que, o índice é aplicado para classificação de águas de rios e córregos e, nesta ocasião foi aplicado pela importância da utilização da água.

Na figura 5.6 é apresentado o perfil dos resultados do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Segredo, durante a segunda campanha, no período de chuva.



Legenda:

S1: nascente do Córrego Segredo

S3: 1º trecho do Córrego Segredo

S6: tanque de água

S9: 2º trecho do Córrego Segredo

S8: 2º tributário antes de desaguar Córrego Segredo

S12: nascente do Córrego Seminário

S13: exutória da bacia

S5: tanque de água

S2: nascente do 1º tributário

S4: 1º tributário

S7: 2º tributário, próximo a sua nascente

S10: 3º trecho do Córrego Segredo

S11: Córrego Seminário

FIGURA 5.6 Perfil do  $IQA_{CETESB}$  ao longo do Córrego Segredo, no período de chuva.

Conforme a figura 5.6, os resultados do  $IQA_{CETESB}$  mostraram que, o Córrego Segredo apresentou variações na qualidade de BOA a REGULAR ao longo do trecho estudado, no período de chuva. Porém, na exutória da bacia (ponto S13), a qualidade foi REGULAR.

Observou-se, portanto, que as águas do Córrego Segredo tiveram sua qualidade melhorada no período de chuva, visto que, a maioria dos pontos foram classificados em qualidade BOA.

Dias (2005), avaliou a qualidade das águas do Córrego Segredo, em dois pontos de coleta, durante um período de chuva (verão de 2004/2005) e constatou que, os resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para os pontos S12 (nascente do Córrego Seminário) e S13 (exutória da bacia), classificaram as águas em REGULAR. Já a qualidade da água classificada segundo este estudo, apresentou variações em BOA, para a amostra S12 a REGULAR, para a amostra S13, ponto da exutória da bacia.

Dentro dessa discussão é importante ressaltar que, a concentração de coliformes termotolerantes encontrada nos córregos estudados, possuem grande contribuição advinda de lançamentos de efluentes e de fontes provenientes da pecuária, já que foram constatados lançamentos de efluentes nas proximidades de alguns pontos de coleta.

#### **5.4 Resultados das análises em verduras comparados com a legislação**

A tabela 5.13 apresenta os resultados das análises microbiológicas em amostra de verduras, na primeira campanha, período de estiagem, para as duas bacias estudadas.

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL, 2001) estabelece o seguinte limite para a contagem de coliformes termotolerantes (45°C):  $10^2$  UFC/g de amostra, para hortaliças e legumes pertencentes à categoria frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. O resultado da determinação de *Salmonella* sp, deve ser expresso como Presença ou Ausência na alíquota analisada, conforme a resolução vigente, para a mesma categoria de hortaliças e legumes.

Comparando os resultados das análises com os padrões estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001), conforme mostrado na tabela 5.13, para coliformes termotolerantes, observou-se que, durante a campanha de estiagem, apenas uma amostra de alface, na Bacia do Córrego Bandeira, apresentou valor acima do estabelecido pela legislação. As demais amostras apresentaram valores inferiores a  $10^2$  UFC/g de amostra, atendendo aos padrões da legislação.

Já na Bacia do Córrego Segredo, três amostras de verduras ultrapassaram os limites de coliformes termotolerantes estabelecidos pela resolução. Porém, quando se considera o patógeno *Salmonella* sp., verificou-se que as amostras, coletadas no período de estiagem, em todas as hortas estudadas, atenderam a esta exigência da resolução.

TABELA 5.13 Valores dos parâmetros microbiológicos em amostras de verduras, produzidas no período de estiagem, nas duas bacias estudadas.

BACIAS	HORTAS	PONTOS	AMOSTRA	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS			
				Coliformes Totais	CT	<i>Salmonella</i> sp	<i>Enterococos</i>
				UFC/g amostra	UFC/g amostra	(em 25g)	UFC/g amostra
CÓRREGO BANDEIRA	HB2	P1-V	Agrião	53.000	< 10	ausente	20
		P2-V	Chicória	2.300	< 10	ausente	< 10
		P3-V	Alface	8.800	500	ausente	30
	HB3	P1-N	Agrião	50.000	< 10	ausente	500
		P2-N	Rúcula	190.000	< 10	ausente	520
		P3-N	Alface	40.000	< 10	ausente	< 10
	HB1	P1-R	Agrião	5.300	< 10	ausente	93
		P2-R	Chicória	70.000	< 10	ausente	5.000
		P3-R	Alface	9.800	< 10	ausente	370
CÓRREGO SEGREDO	HS1	P1-1	Alface	1.000.000	< 10	ausente	800
		P1-2	Rúcula	850.000	50	ausente	50
		P1-3	Agrião	660.000	20	ausente	8.400
	HS2	P2-1	Couve	3.800	< 10	ausente	< 10
		P2-2	Alface	72.000	20	ausente	360
		P2-3	Rúcula	80.000	< 10	ausente	10
	HS3	P3-1	Brócolis	570.000	10	ausente	20
		P3-2	Couve	70.000	< 10	ausente	360
		P3-3	Alface	290.000	30	ausente	6.400
	HS4	P4-1	Alface	40.000	1.000	ausente	120
		P4-2	Agrião	650	< 10	ausente	10
		P4-3	Rúcula	200.000	270	ausente	1.500
	HS5	P5-1	Alface	500.000	< 10	ausente	180
		P5-2	Rúcula	190.000	85	ausente	480
		P5-3	Brócolis	2.300.000	4.100	ausente	300
LIMITES DA RDC Nº 12/2001 DA ANVISA				NE	100	ausência	NE

Legenda:

CT: coliformes termotolerantes

NE: não exigido

HB: horta na Bacia do Córrego Bandeira

HS: horta na Bacia do Córrego Segredo

HB1: horta próxima ao trecho final do Córrego Bandeira

HB2: horta próxima a nascente do Córrego Bandeira

HB3: horta próxima a nascente do Córrego Bandeira

HS1: horta próxima às margens 1º tributário (Segredo)

HS2: horta às margens do 1º tributário (Segredo)

HS3: horta localizada no 2º trecho do Córrego Segredo

HS4: horta próxima exutória da Bacia Córrego Segredo

HS5: horta às margens do 2º tributário (Segredo)

Conforme a tabela 5.13, as concentrações de coliformes termotolerantes superaram o valor máximo estabelecido pela resolução, em apenas 16,67% (4/24) das amostras de hortaliças, considerando o total de amostras coletadas nas duas bacias estudadas durante o período de estiagem. No entanto, o parâmetro *Salmonella* sp. foi atendido em 100% das amostras analisadas.

Na figura 5.7 são apresentadas as condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Bandeira.

Observou-se que, as condições dos locais no entorno das hortas investigadas na Bacia do Córrego Bandeira apresentaram-se satisfatórias, sob os aspectos de disposição e destinação

final dos resíduos sólidos. Entretanto, a água utilizada na irrigação das hortaliças é proveniente de poços subterrâneos e, do próprio corpo d'água superficial, e não é submetida a nenhum tratamento prévio, apresentando maior risco de contaminação para as hortaliças.

A tabela 5.14 mostra os valores dos parâmetros microbiológicos analisados em amostras de verduras, coletadas durante o período de chuva, nas duas bacias estudadas, comparando-os com padrões estabelecidos pela Resolução RDC N° 12/2001 da ANVISA.

Conforme a tabela 5.14, observa-se que em 100% das hortas analisadas, pelo menos uma amostra apresentou valor acima do padrão estabelecido pela legislação, para o parâmetro coliforme termotolerante. O mesmo acontece para os coliformes totais que apresentaram concentrações muito elevadas na maioria das hortas analisadas, quando comparadas com os resultados obtidos na campanha de estiagem.

Os valores encontrados assemelham-se aos de Barros *et. al.* (1999), que observaram níveis de coliformes totais de até  $1,6 \times 10^6$  UFC/g de amostra em alfaces produzidas no Agreste e Brejo paraibanos. Enquanto que, Nascimento *et. al.* (2003) obtiveram valores inferiores a  $10^4$  UFC/g de amostra de coliformes totais em hortaliças comercializadas em Campinas, SP. Estas características de qualidade foram também observadas nas duas campanhas de coleta, o que demonstra haver muita variação na contaminação destes tipos de alimentos, dependendo das condições ambientes.

Os resultados obtidos na análise de *Salmonella* sp. atenderam ao padrão estabelecido pela resolução na maioria das amostras analisadas. Por outro lado, no período de chuva (tabela 5.14), este padrão não foi atendido em apenas uma amostra (chicória), na horta HB3 localizada próxima a nascente do Córrego Bandeira, este resultado indica a contaminação da hortaliça por material de origem fecal, proveniente da utilização inadequada de esterco, sem prévio tratamento, como adubo orgânico. A presença dessa bactéria classifica as hortaliças em produtos impróprios para consumo, uma vez que, a legislação brasileira estabelece ausência de *Salmonella* sp. em alimentos dessa categoria.

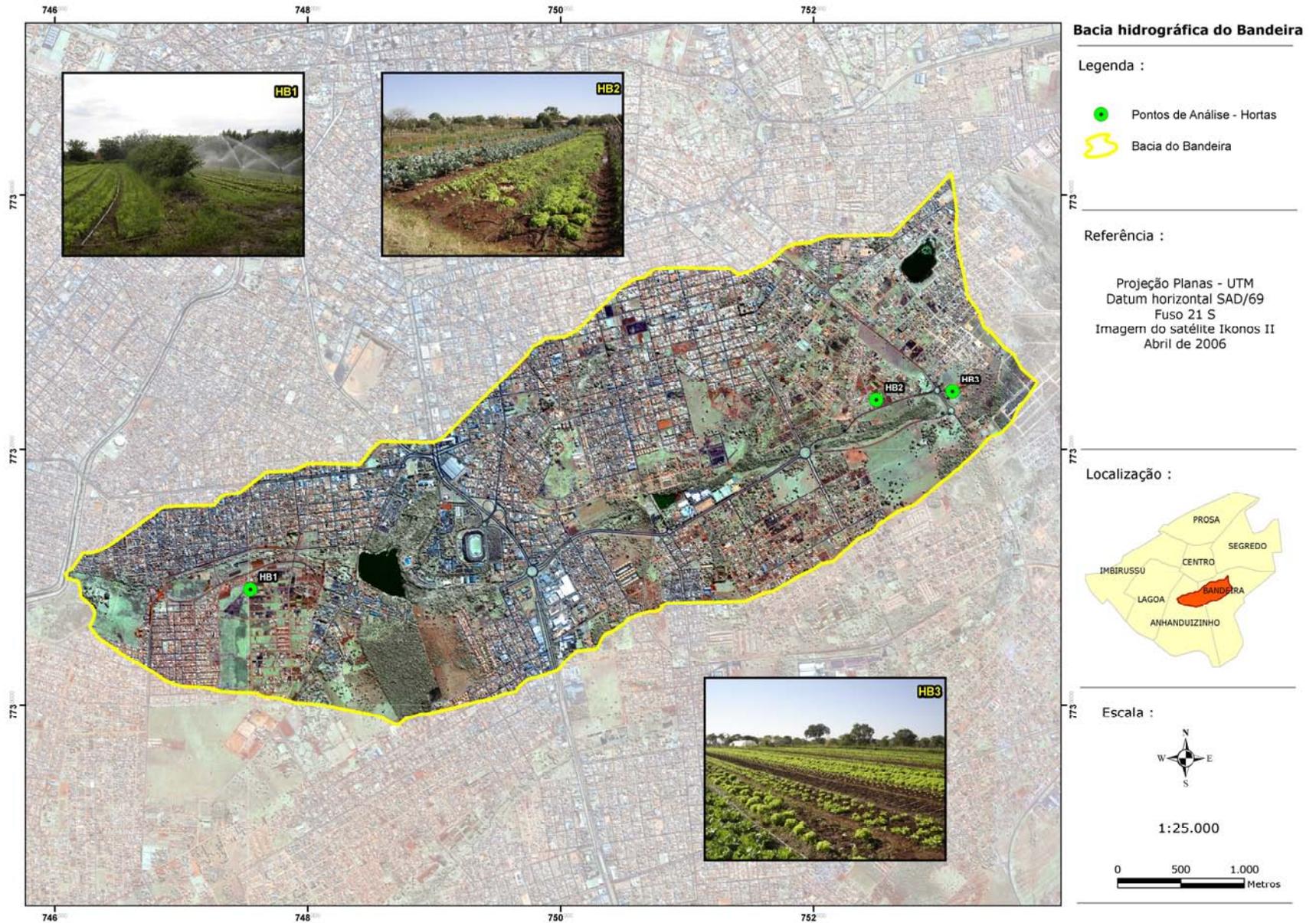


FIGURA 5.7 Condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Bandeira.

TABELA 5.14 Valores dos parâmetros microbiológicos em amostras de verduras, produzidas no período de chuva, nas duas bacias estudadas.

BACIAS	HORTAS	PONTOS	AMOSTRA	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS			
				Coliformes Totais UFC/g amostra	CT UFC/g amostra	<i>Salmonella</i> sp (em 25g)	<i>Enterococos</i> UFC/g amostra
CÓRREGO BANDEIRA	HB2	P1-V	Rúcula	600.000	4.000	ausente	31.000
		P2-V	Espinafre	100.000	30	ausente	120
		P3-V	Alface	540.000	100	ausente	150
	HB3	P1-N	Chicória	40.000	50	presente	< 10
		P2-N	Rúcula	460.000	19.000	ausente	80.000
		P3-N	Alface	73.000	200	ausente	300
	HB1	P1-R	Rúcula	430.000	< 10	ausente	2.700
		P2-R	Couve	320.000	50	ausente	20.000
		P3-R	Alface	600.000	5.000	ausente	13.000
CÓRREGO SEGREDO	HS1	P1-1	Alface	350.000	600	ausente	820
		P1-2	Rúcula	85.000	30	ausente	700
		P1-3	Espinafre	420.000	1.200	ausente	2.600
	HS2	P2-1	Couve	710	70	ausente	220
		P2-2	Alface	1.800.000	1.100	ausente	540
		P2-3	Brócolis	1.700.000	1.600	ausente	40
	HS3	P3-1	Brócolis	6.100.000	< 10	ausente	30.000
		P3-2	Couve	8.800	< 10	ausente	500
		P3-3	Alface	2.700.000	280	ausente	26.000
	HS4	P4-1	Alface	45.000	1.500	ausente	1.400
		P4-2	Couve	690	< 10	ausente	10
		P4-3	Rúcula	220.000	300	ausente	1.800
	HS5	P5-1	Alface	550.000	< 10	ausente	200
		P5-2	Rúcula	210.000	90	ausente	520
		P5-3	Chicória	2.600.000	4.400	ausente	320
LIMITES DA RDC Nº 12/2001 DA ANVISA				NE	100	ausência	NE

Legenda:

CT: coliformes termotolerantes

NE: não exigido

HB: horta na Bacia do Córrego Bandeira

HS: horta na Bacia do Córrego Segredo

HB1: horta próxima ao trecho final do Córrego Bandeira

HB2: horta próxima a nascente do Córrego Bandeira

HB3: horta próxima a nascente do Córrego Bandeira

HS1: horta próxima às margens 1º tributário (Segredo)

HS2: horta às margens do 1º tributário (Segredo)

HS3: horta localizada no 2º trecho do Córrego Segredo

HS4: horta próxima exutória da Bacia Córrego Segredo

HS5: horta às margens do 2º tributário (Segredo)

As condições do entorno das hortas investigadas, favoreceram a contaminação das hortaliças cultivadas. Tal fato também foi observado por Souto (2005), onde constatou que em 100% dos casos, a água de irrigação das hortaliças não recebia nenhum tratamento prévio; foram observados animais domésticos nas proximidades das hortas, como também dos reservatórios de água. Outros aspectos importantes observados como o uso de adubo orgânico não tratado nas hortaliças e, a declividade acentuada do solo, são fatores que contribuíram para a contaminação das águas de corpos d'água.

Na figura 5.8 são mostradas as condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Segredo.

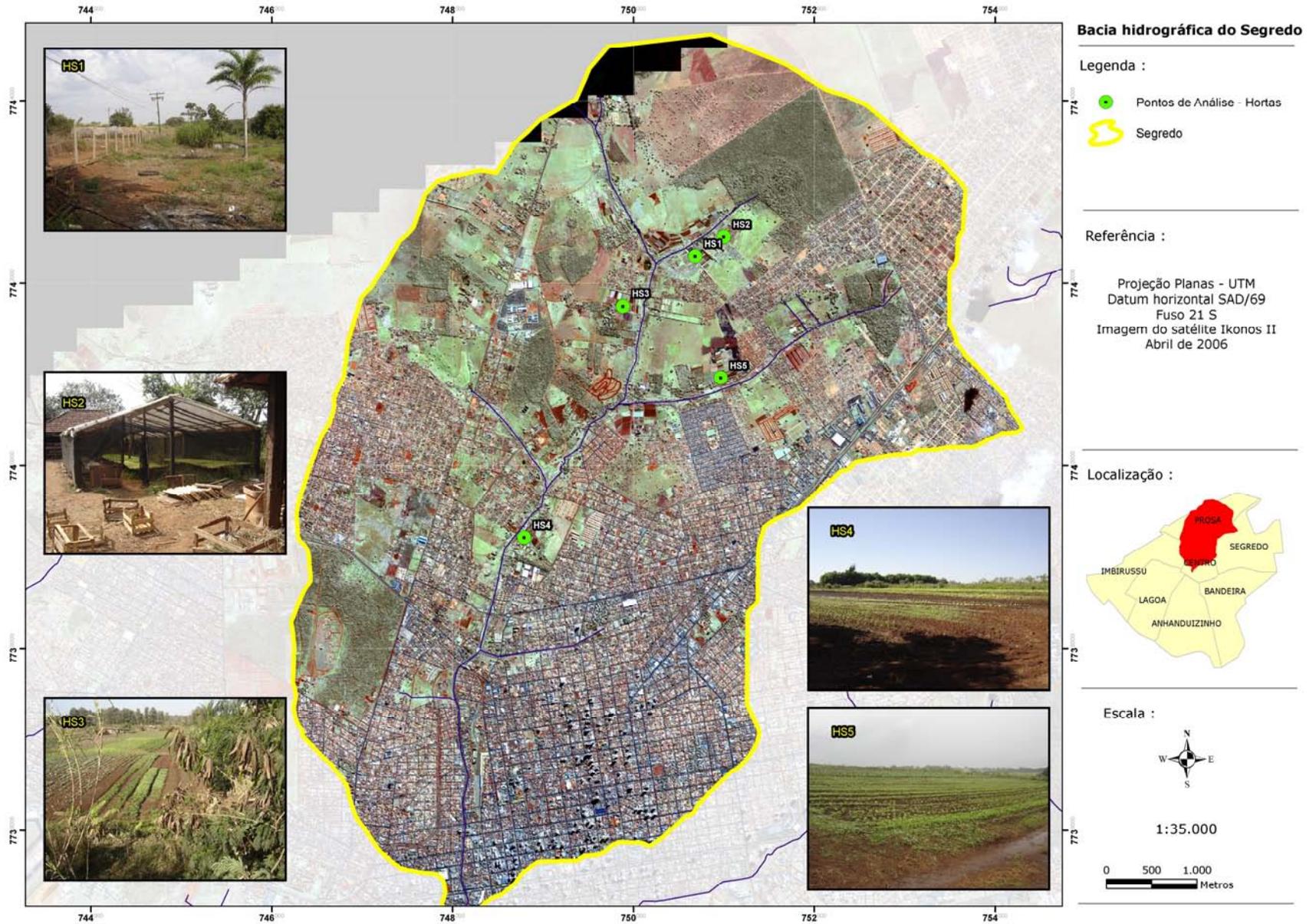


FIGURA 5.8 Condições ecológicas das hortas localizadas na Bacia do Córrego Segredo.

Conforme tabela 5.14, a concentração de coliformes termotolerantes ultrapassou o limite máximo permitido pela resolução em 50% (12/24) das amostras de hortaliças, considerando as amostras coletas nas duas bacias estudadas no período de chuva.

A alta concentração fecal, evidenciada nas amostras de verduras em todas as propriedades analisadas, foi favorecida pela utilização de esterco, como adubo orgânico, sem prévio tratamento, acarretando na retenção de resíduos de esterco, de solo, de água e outros possíveis contaminantes nas folhas destas hortaliças, que crescem rente ao solo. Tal constatação está coerente com as afirmações de Barros *et. al.* (1999), segundo as quais folhas imbricadas, úmidas e de superfície irregular oferecem melhores condições para sobrevivência de bactérias nelas depositadas.

De acordo com a figura 5.8, as características do entorno das hortas investigadas na Bacia do Córrego Segredo apresentaram-se insatisfatórias sob os aspectos de gestão de resíduos sólidos, procedência duvidosa da qualidade da água utilizada na irrigação, animais domésticos nas proximidades das hortas, e utilização de esterco como adubo, esses fatores favoreceram a contaminação das hortaliças cultivadas.

Portanto, as precárias condições ecológicas das hortas investigadas, associadas às práticas inadequadas de irrigação e adubação das verduras, contribuíram significativamente para a elevada contaminação microbiológica das hortaliças, tornando-as insatisfatórias para o consumo.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo geral deste estudo foi avaliar a qualidade das águas superficiais dos Córregos Bandeira e Segredo, através da aplicação do IQA<sub>CETESB</sub> e estabelecer comparações com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N° 357/2005. E, para as amostras de verduras fazer comparações com os padrões estabelecidos pela RDC N° 12/2001 da ANVISA.

A maioria dos parâmetros analisados permite a classificação das águas do Córrego Bandeira, nas duas campanhas de amostragem realizadas, como Classe 1 e 2, considerando a Resolução CONAMA N° 357/2005. As concentrações de fósforo total e coliformes termotolerantes elevam essa classificação para 3 e 4. No entanto, as elevadas concentrações de fósforo total e coliformes termotolerantes podem ser atribuídas aos lançamentos de efluentes, já que, nas proximidades dos pontos de amostragem, há indústrias e atividade antrópica.

De acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005, as águas do Córrego Segredo, nas duas campanhas de amostragem, foram classificadas em Classes 1 e 2, segundo a maioria dos parâmetros analisados. No entanto, as concentrações de amônia, fósforo total e coliformes termotolerantes elevaram a qualidade para as Classes 3 e 4. A qualidade das águas nesta bacia é agravada devido a declividade acentuada do terreno, que favorece o carreamento de poluentes para o leito do córrego, além das constatações de lançamentos de efluentes não tratados no corpo d'água.

Os parâmetros mais preocupantes, que prejudicaram a classificação dos corpos d'água, conforme a Resolução CONAMA N° 357/2005, foram o fósforo total e coliformes termotolerantes, observados nas duas campanhas de coleta e para as duas bacias estudadas. Em relação a esses parâmetros, é necessário manter um programa de monitoramento nas Bacias dos Córregos Bandeira e Segredo, para verificar se este cenário é alterado ou não.

Os resultados da aplicação do IQA<sub>CETESB</sub> indicaram que, na maioria dos pontos de coleta do Córrego Bandeira, a qualidade das águas estava BOA, para ambas as campanhas, o que condiz com as condições levantadas em campo. Porém, os pontos de coleta localizados próximos a exutória da bacia obtiveram qualidade REGULAR, isto se deve ao fato de lançamentos de esgotos, neste trecho do córrego.

Os resultados dos IQA<sub>CETESB</sub> obtidos entre as duas campanhas foram similares, portanto concluindo-se que, para o Córrego Bandeira, o tempo de detenção de chuvas na área

da bacia é baixo, logo, o volume de águas deste córrego não influencia diretamente na qualidade da água.

A aplicação do IQA<sub>CETESB</sub>, apontou qualidade BOA, para a maioria das amostras coletadas no Córrego Segredo, na campanha de cheia. Este índice apontou coliformes termotolerantes e turbidez, como sendo os parâmetros que diminuiram a qualidade das águas desse córrego em três pontos amostrados. Na campanha de estiagem, os resultados do IQA<sub>CETESB</sub>, apontaram para uma qualidade BOA, em 60% dos pontos analisados. Essa característica só é modificada em quatro pontos de amostragem, passando a qualidade REGULAR. Porém, a qualidade das águas é retomada a BOA no ponto de saída da bacia.

Os resultados do IQA<sub>CETESB</sub> para o Córrego Segredo, nas duas campanhas, apresentaram concentrações similares aos do Córrego Bandeira. Portanto, as características de qualidade das águas nas duas bacias estudadas assemelham entre si, para as duas campanhas de amostragem.

De acordo com os resultados obtidos a partir das análises microbiológicas em verduras, durante a campanha de estiagem, verificou-se que as concentrações de coliformes termotolerantes, na maioria das amostras analisadas, atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação. No entanto, quatro amostras de verduras apresentaram valores acima dos limites estipulados pela legislação.

Em relação ao parâmetro *Salmonella* sp, todas as amostras coletadas no período de estiagem atenderam ao padrão estabelecido pela legislação.

Diferentemente da campanha realizada no período de estiagem, as amostras de verduras coletadas na campanha do período de chuva, apresentaram valores acima dos padrões estabelecidos pela legislação em 12 amostras, para o parâmetro coliforme termotolerante. Em uma amostra de chicória, coletada na horta BH3, foi detectada a presença de *Salmonella* sp.

As hortas localizadas na Bacia do Córrego Segredo apresentaram precárias condições ecológicas, favorecendo o crescimento e manutenção das péssimas condições higiênico-sanitárias constatadas nas propriedades.

As condições sanitárias das verduras, de modo geral, estão insatisfatórias para o consumo, uma vez que, apresentaram elevado percentual de contaminação microbiológica.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, recomenda-se:

- Realização de estudos comparativos, com aplicação de outros índices de qualidade da água nos córregos das bacias estudadas;

- o tratamento prévio da água que será utilizada na irrigação de verduras, através de sistemas eficientes na remoção de microrganismos patogênicos;
- destinação adequada dos resíduos sólidos, de preferência afastado dos reservatórios de água e dos locais de cultivo;
- escolha de locais apropriados para o cultivo de verduras, distantes de fontes poluidoras como esgotos domésticos, currais, dentre outros;
- utilização de esterco que tenham sido submetidos a processos de tratamento adequados para inativação e remoção de enteropatógenos;
- orientação da população sobre a importância da sanitização correta de verduras consumidas cruas, informando os procedimentos necessários para desinfetá-las antes do consumo;
- empenho governamental, no sentido de implementar recursos financeiros em ações estratégicas para ampliação da rede de monitoramento da qualidade da água, a fim de acompanhar a evolução espaço-temporal dos parâmetros e as variações da qualidade das águas dos Córregos Bandeira e Segredo;
- auxiliar na sensibilização dos órgãos governamentais competentes para que tomem as medidas necessárias de controle sanitário e prevenção que lhes são cabíveis, resguardando sempre a saúde do produtor e do consumidor de verduras.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARESTRUP, F. M.; BUTAYE, P.; WOLGANG, W. Nonhuman Reservoirs of Enterococci. In: GILMORE, M. S. **The Enterococci – Pathogenesis, Molecular Biology, and Antibiotic Resistance**. Washington, DC: ASM Press, 2002.
- ALMEIDA, R. M. A. A.; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRIANI JUNIOR, A. L. Qualidade microbiológica do Córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal, SP. **Engenharia Ambiental**, v. 1, n. 1, p.51-56, 2004.
- ALVES, E. G. L.; GUIMARÃES, A. M.; FIGUEIREDO, H. C. P.; COSTA, G. M. **Parasitas intestinais em hortaliças comercializadas em Lavras, Minas Gerais**. Rev. Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 36(5). p. 621-623, 2003.
- APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4<sup>th</sup> ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001.
- APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st. Edition, APHA, Washington D.C., 2005.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Water Quality for Agriculture. Tradução Ghety, H. R. e Medeiros, J. F., UFPB, Campina Grande – PB. 217p., 1991.
- BARROS, A. J. M., CEBALLOS, B. S. O., KONIG, A., GHEYI, H.R. Avaliação sanitária e físico-química das águas para irrigação de hortaliças no agreste e brejo paraibanos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 335 – 360, 1999.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Viçosa, MG. UFV. 657 p., 1995.
- BLUMENTHAL, U. J., MARA, D. D., PEASEY, A., RUIZ-PALACIOS, G., STOTT, R. Redução dos riscos para a saúde com a utilização agrícola de águas residuais: mudanças recomendadas nas pautas da Organização Mundial da Saúde (OMS). **Revista de Agricultura Urbana**, nº 3, 2001. Disponível em: <<http://www.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU3/AU3o.ms.html>>. Acesso em: 25/01/2007.
- BONILHA, P. R. M.; FALCÃO, D. P. Ocorrência de enteropatógenos em alfaces e suas águas de irrigação. São Paulo. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 05, p. 87-97, 1994.
- BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Food Quality**. v. 10, p. 195 – 206, 1987.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo; Prentice Hall, 305 p., 2002.
- BRANCO, S. M. **Poluição: a morte de nossos rios**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1983.
- BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. 640 p., 1986.

BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Manual para Serviços de Hidrometria**. Brasília: DNAEE, 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA). **Aprova as Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro**. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. São Paulo, 1978. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78.pdf](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf)>. Acesso em: 07/07/2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. In: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. **Compêndio de legislação de alimentos**. São Paulo: ABIA, 1997.

BRASIL. **Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Brasília, 200 p., 2000a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 12, de 19 de julho de 2000. Brasília, 2000b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Brasília: ANVISA, 2001.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**: Resolução CONAMA Nº 357, de 17/03/2005. Brasília, 2005.

BRITO, L. T. L. **Avaliação dos impactos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos da Bacia do Salitre, BA e classificação das fontes hídricas**. Campina Grande, 2003. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande, 184 p., 2003.

CARMOUZE, J. P. O. **Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo. Editora Edgard Blücher. FAPESP. 253p., 1994.

CARVALHO, J. B.; NASCIMENTO, E. R.; RIBEIRO, V. R.; NOGUEIRA NETO, J. F.; CARVALHO, I. S.; CARVALHO, F. S.; CARVALHO, L. S.; CARVALHO, J. S. Presença de ovos de helmintos em hortaliças fertilizadas com lodo de lagoa de estabilização. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 35, n. 02, p.101-103, 2003.

CEBALLOS, B. S. O.; KONIG, A.; DINIZ, C. R.; WATANABE, T.; MISHINAS, S. V. Viabilidade da qualidade das águas de açudes nordestinos. In: Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 14., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: ABEAS, 1997.

CEBALLOS, B. S. O. Determinação de coliformes fecais E. coli pelo método do substrato definidos: alguns inconvenientes. Atualidades técnicas. **Revista de Engenharia sanitária e ambiental**. v. 3. n° 1:jan./fev. e n° 2 abr./jun. p. 9-10, 1998.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo (2001)**. (Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103). São Paulo: CETESB, 2002.

CONEZA, V. F. **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. Madrid, España: Mundi-Prensa, 412 p., 1997.

CONSOLI, M. A. F., BRAGA, M. J. S., FREITAS, S. L., SILVA, A. C. P., AMORIM, P. S., BATALHA, A. A., DORNELLAS, S. Estudo introdutório sobre o uso de Petrifilm como meio base para a utilização de membrana filtrante na análise de água. **Revista Analytica**. n° 25, 2006.

CURTIS, H. **Biologia**. Rio de Janeiro. 2ª edição: Guanabara Koogan., 964 p., 1977.

DIAS, C. A. **Avaliação das águas superficiais dos corpos hídricos urbanos na cidade de Campo Grande-MS, utilizando Índice de Qualidade das Águas**. Campo Grande, 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Orientadora: Profª Drª Maria Lúcia Ribeiro. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS, 111 p., 2005.

DIAS, L. E.; ÁLVAREZ, V. H. V. **Fertilidade do solo**. Viçosa – MG. UFRV. 204 p., 1996.

DINIZ, C. R. **Aspectos sanitários de corpos lênticos temporários utilizados para consumo humano**. Campina Grande, 1994. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 143 p., 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 575 p., 1988.

FACKLAM, R. R.; CARVALHO, M. G. S.; TEIXEIRA, L. M. History, Taxonomy, Biochemical Characteristics and Antibiotic Susceptibility Testing of Enterococci. In: GILMORE, M. S. (Ed.). **The enterococci: pathogenesis, molecular biology, and antibiotic resistance**. Washington: ASM Press, 2002.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Orientadores: Profª Vera Lúcia Antunes de Lima e Profº José Dantas Neto. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 152 p., 2006.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

FREITAS, A. A., KWIATKOWSKI, A., NUNES, S.C., SIMONELLI, S.M., SANGIONI, L.A. Avaliação parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres e supermercados do município de Campo Mourão, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum**. Biological Sciences. Maringá, v. 26, n. 4, 2004.

GALINDO, E. F. **A intersectorialidade como requisito para construção de uma Cidade Saudável: política de Saneamento e de Saúde no Recife (gestão 2001-2004) – Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, UFPE, 2004.

GERTEL, P.; TAU-K-TORNISIELO, S. M.; MALAGUTI, E. N. Qualidade das águas dos Córregos São Joaquim e Ribeirão Claro, Bacia do Rio Corumbataí, SP, Brasil. **HOLOS Environment**, v. 3, n. 2. p. 103-119, 2003.

GRABOW, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. **Water S. A.**, v. 22, p. 193-202, 1996.

GUILHERME, A. L. F.; ARAUJO, S. M.; FALAVIGNA, D. L. M.; PUPULIM, A. R. T.; DIAS, M. L. G. G.; OLIVEIRA, H. S.; MAROCO, E.; FUKUSHIGUE, Y. Prevalência de enteroparasitas em horticultores e hortaliças da feira do produtor de Maringá, Paraná. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 32, n. 4, p.1-9, 1999.

GUIMARÃES, A. M.; ALVES, E. G. L.; FIGUEIREDO, H. C. P.; COSTA, G. M.; RODRIGUES, L. S. Frequência de enteroparasitas em amostra de alface (*Lactuca sativa*) comercializada em Lavras, Minas Gerais. **Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 5, p. 621-623, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/MS.pdf>>. Contagem da população/2007. Acesso em 01/11/2007.

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO E DE MEIO AMBIENTE (PLANURB). Carta de Drenagem do município de Campo Grande, MS. 3 p., 1997.

ISAAC-MÁRQUEZ, A. P., LEZAMA-DAVILA, C. M., KU-PECH, R. P., TAMAY-SEGOVIA, P. Calidad sanitaria de los suministros de água para consumo humano em Campeche. **Salud Publica**, Cidade de México, v. 36, n. 6, p. 55-61, 1994.

LANNA, A. E. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: Aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 1995.

MAKISHIMA, N. **Mapeamento da produção e consumo de hortaliças no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2000.

MARZOCHI, M. C. A. Estudos dos fatores envolvidos na disseminação dos enteroparasitas. II Estudo da contaminação de verduras e solo de hortas na cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v.19, p.148-155, 1977.

MATO GROSSO DO SUL. BRASIL. **Deliberação CECA N° 003**, de 20 de junho de 1997, dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul.

MEYBECK, M. **The Global Change of continental aquatic systems: dominant impacts of human activities**. Water Sci. Technol, 2004.

MURRAY, B. E. Life and times of the enterococcus. **Clin Microbiol Rev**, v. 3, p. 46-65, 1990.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L. M. Avaliação microbiológica de frutas e hortaliças frescas, comercializadas no município de Campinas, SP. **Higiene Alimentar**, v. 17, n. 114/115, p.73–76, 2003.

OGERA, R. C. **Remoção de nitrogênio no esgoto sanitário pelo processo de lodo ativado por batelada**. São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas – São Paulo, 1995.

OLIVEIRA, C. A. F., GERMANO, P. M. L. Aspectos sanitários da contaminação de hortaliças por enteroparasitas. **Comunidade Científica Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v.16, n.1/2, p.27–32, 1992.

PACHECO, M. S. R; FONSECA, Y. S. K.; DIAS, H. G. G.; CANDIDO, V. L. P.; GOMES, A. H. S.; ARMELIN, J. M.; BERNARDES, R. Condições higiênicos–sanitárias de verduras e legumes comercializadas no Ceagesp de Sorocaba–SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 101, p. 50-51, 2002.

PELCZAR JR., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. Volume 2, 2ª edição: São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1997.

PESSOA, M. C. P. Y., SILVA, A. S., CAMARGO, C. P. **Qualidade e certificação de produtos agropecuários**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 188 p., 2002.

PHILIPPI, A. JR; ROMERO M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Barueri, São Paulo: Manole, 2004.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; DE JESUS, E. F.; GOMES, E. Avaliação da relação entre os tipos de mananciais e a qualidade de água utilizada na zona rural do município de Lavras-MG. In: Congresso Brasileiro de Epidemiologia, 5., 2002, Curitiba. **Resumos**. Curitiba: SBE, 458 p., 2002.

SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering**. 4 ed. New York. McGraw-Hill Book Company. 658p., 1994.

SHINMA, E. A. **Avaliação da qualidade das águas dos rios da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai – Pantanal**. Campo Grande, 2004. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Orientador: Profº Drº Carlos Nobuyoshi Ide. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS, 2004.

SILVA, C. G. M.; OLIVEIRA, A. M.; STAMFORD, T. L. M. Enteroparasitas em vegetais: uma revisão. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 109, p.13-17, 2003.

SOUTO, R. A. **Avaliação sanitária das águas de irrigação e de alfaces (*Lactuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba.** Areia – PB, 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Orientador: Prof<sup>o</sup> Adailson Pereira de Souza. Universidade Federal da Paraíba, Areia , PB, 2005.

STUDART, T.; CAMPOS, N. **Gestão das Águas. Princípios e práticas.** 2 ed. Porto Alegre. ABRH, 2003.

TAKAYANAGUI, O. M.; CASTRO E SILVA, A. A. M. C.; SANTIAGO, R. C.; ODASHIMA, N. S.; TERRA, V. C.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Notificação compulsória da cisticercose em Ribeirão Preto – SP. **Arquivos de Neuropsiquiatria**, v.54, p.557–564, 1996.

TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L. H. P.; BERGAMINI, A. M.; OKINO, M. H. T.; CASTRO E SILVA, A. A. M. C.; SANTIAGO, R. C.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, M. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 33: p. 169–174, 2000.

TOLEDO, L. G., NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, vol 59, n. 1, 2004.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 5ª edição. São Paulo: Atheneu, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH. 1001p., 2001.

UCHÔA, C. M. A.; LOBO, A. G. B.; BASTOS, O. M. P.; MATOS, A. D. Parasitoses intestinais: prevalência em creches comunitárias da cidade de Niterói, Rio de Janeiro – Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 60(2):97-101, 2001.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water for people, water for life**. Executive Summary of the UN World Water Development Report. França, UNESCO-WWAP, 2003.

Von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Editora SEGRAC, 1996. 243p.

ZEEUW, H. **Urban and Periurban Agriculture, Health and Environment**. Discussion paper for FAO-ETC/RUAF electronic conference "Urban and Periurban Agriculture on the Policy Agenda" August 21 – September 30, 2000. ELECTRONIC CONFERENCE URBAN AND PERIURBAN AGRICULTURE ON THE POLICY AGENDA. Disponível em: <<http://www.fao.org/urbanag/default.asp>>. Acesso em: 7/06/2005.