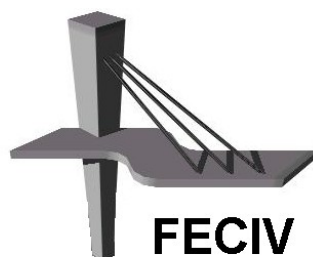


DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 031

**DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO  
RIO UBERABINHA – UM DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA  
NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA (MG)**



**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**  
**Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**

---



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**



**Luiz Vitor Leonardi Harter**

**DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos  
para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Luiza Ferreira Campos Maragno**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Luiz Nishiyama**

Uberlândia, 02 de Abril de 2007

---

---

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

H328a Harter, Luiz Vitor Leonardi, 1970-  
Aspectos físico-químicos e microbiológicos do rio Uberabinha: um diagnóstico da qualidade da água no município de Uberlândia (MG) / Luiz Vitor Leonardi Harter. - 2007.  
78 f. : il.

Orientadora: Ana Luiza Ferreira Campos Maragno.

Co-Orientador: Luiz Nishiyama.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui bibliografia.

1. Água - Qualidade - Teses. 2. Água - Qualidade - Uberlândia (MG) - Teses. 3. Água - Análise - Teses. 4. Água - Análise - Uberlândia (MG) - Teses. I. Maragno, Ana Luiza Ferreira Campos. II. Nishiyama, Luiz. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 628.16

---

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de Catalogação e Classificação

---



## ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 031/2007

CANDIDATO: Luiz Vitor Leonardi Harter

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Luiza Ferreira Campos Maragno

TÍTULO: "Aspectos físico-químicos e microbiológicos do rio Uberabinha – um diagnóstico da qualidade da água no município de Uberlândia (MG)"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infra-estrutura Urbana

DATA: 23 de março de 2007

LOCAL: Sala de Reuniões da FECIV

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 13h40min À 17h05min

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é assinada pelos membros da Banca Examinadora:

Ana Luiza Ferreira Campos Maragno  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Luiza Ferreira Campos Maragno – FECIV/UFU

José Luiz Rodrigues Torres  
Membro: Prof. Dr. José Luiz Rodrigues Torres – CEFET/Uberaba - MG

Luís Alfredo Pavanin  
Membro: Prof. Dr. Luís Alfredo Pavanin – IQUFU/UFU

Uberlândia, 23 de março de 2007.

---

A minha filha Gabriela pela alegria e  
entusiasmo.

A minha esposa Joyce pelo carinho,  
companheirismo, auxílio e compreensão.

---

---

Aos meus pais que mesmo à distância  
sempre me incentivaram.

---

---

## AGRADECIMENTOS

---

À Universidade Federal de Uberlândia e a Faculdade de Engenharia Civil pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

A professora Dra. Ana Luiza Ferreira Campos Maragno, pela orientação, amizade, confiança, dedicação, e grande aprendizado que se estendeu a várias áreas além desse estudo.

Ao professor Dr. Luiz Nishiyama, pela co-orientação, amizade, apoio, dedicação e sugestões.

Aos professores Iridalques Fernandes de Paula e Luiz Alfredo Pavanin membros da banca de qualificação pela atenção dedicada.

A secretária da pós-graduação, Sueli Maria, pelo auxílio e esclarecimentos durante o período do curso.

Ao gerente do SENAI, Celso Antônio Medina Falavigna, pelo apoio, através da parceria firmada entre SENAI e o Departamento de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da UFU.

Ao coordenador técnico do Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente do SENAI, Fabrício S. Flauzino, pelo apoio e possibilidade de realização das análises.

---

---

Aos amigos e colegas técnicos do laboratório do SENAI, que realizaram, auxiliaram ou contribuíram de uma forma ou de outra para o desenvolvimento das análises.

A minha esposa Joyce, ao meu irmão Fábio e ao amigo Luiz Carlos pelo apoio e companheirismo na realização dos trabalhos de campo.

Aos professores Ms. Gilvane Gonçalves Corrêa, Ms. Carlos Venício Siqueira e Dr. Marcelo Tavares, pelos auxílios prestados.

---

---

Harter, L. V. L. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do rio Uberabinha – um diagnóstico da qualidade da água no município de Uberlândia (MG) . 78p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

## RESUMO

---

O trabalho teve por objetivo verificar a qualidade das águas do rio Uberabinha (Uberlândia – MG) através de análises físico-químicas e microbiológicas em períodos de seca e chuva. Foram estabelecidos seis pontos de amostragem em áreas com diferentes características: fora do perímetro urbano, durante o perímetro urbano e após a região urbana, já na região rural de Uberlândia. O período de coleta foi de outubro de 2005 a outubro de 2006 e, para cada ponto obteve-se cinco amostragens referentes à condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), detergentes, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos sedimentáveis, temperatura da água, temperatura ambiente, coliformes fecais e totais. A vazão do rio foi determinada em dois pontos ao longo de seu percurso. Os resultados mostraram índices de poluição bem superiores aos estabelecidos pela legislação do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), mostrando que existe grande influência da cidade de Uberlândia na qualidade das águas do rio Uberabinha. O maior valor de DBO e DQO registrado foi de 37,0 mg/L O<sub>2</sub> e 58,3 mg/L O<sub>2</sub>, respectivamente, ocorrido em novembro/ 2005. Os menores valores de OD variaram de 1,0 a 3,0 mg/L, todos registrados no mesmo período (novembro/ 2005). A relação DQO/ DBO, para todos os pontos analisados, foi em média 1,5, caracterizando uma carga poluidora biodegradável. Os principais problemas observados no percurso analisado são: desmatamento, uso e ocupação desordenada do solo, poluição do solo por disposição de resíduos sólidos, que são carregados para as águas do rio, e poluição gerada através de lançamentos clandestinos de esgoto, sem prévio tratamento adequado.

**Palavras-chave:** Qualidade da água; rio Uberabinha; demanda bioquímica de oxigênio; esgoto; autodepuração.

---

---

Harter, L. V. L. Aspects physic-chemical and microbiological of the Uberabinha River – a water quality diagnoses in Uberlândia (MG) . 78p. MSc Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2007.

## ABSTRACT

---

This research aimed to verify the quality of the Uberabinha River water (in Uberlândia - MG) through physic-chemical and microbiological analysis from samples taken during the rainy and the dry seasons. We established six points of sampling in areas with different characteristics: prior to the urban area, within the urban area and further on the urban area, which represents the rural area of Uberlândia. The samples were taken from October 2005 through October 2006. In each point there were five samples referring to: conductivity, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), detergents, oil and grease, dissolved oxygen (DO) hydrogen potential (pH), insoluble solid particles, water temperature, local temperature, fecal and total coliforms. The river throughput was determined in two spots along its way. The results have shown that the pollution rate is highly above the ones established by the legislation of CONAMA (National Council of Environment), showing that there is a great influence of the city of Uberlândia in the quality of the water from the Uberabinha River. The highest concentration of BOD and COD found was 37.0 mg/L O<sub>2</sub> and 58.3 mg/L O<sub>2</sub>, respectively, all registered in November/2005. The lowest values of DO varied from 1.0 to 3.0 mg/L, all registered during the same period (November/2005). The proportion COD/BOD, for all the characteristics evaluated, was around 1.5, which means a polluting biodegradable mass. The main problems observed along the area studied are: deforesting, disorganized use and occupation of land (soil), soil pollution caused by solid residual dumping, that are taken into the river, and pollution generated by illegal sewage deposit, without previous adequate treatment.

**Keywords:** water quality, the Uberabinha River, biochemical oxygen demand, sewage, self-purification.

---

---

# SÍMBOLOS E SIGLAS

---

## SÍMBOLOS

$\sigma$  - Desvio padrão

## SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CETAL – Centro Tecnológico em Alimentos

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Comissão de Política Ambiental

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

---

---

# LISTAS

---

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 2.1: Representação da degradação biológica de compostos</b>                                                                 | <b>33</b> |
| <b>Figura 3.1: Local de coleta ponte BR 050</b>                                                                                       | <b>40</b> |
| <b>Figura 3.2: Montante do local de coleta, passarela DMAE</b>                                                                        | <b>41</b> |
| <b>Figura 3.3: Local de coleta, passarela DMAE</b>                                                                                    | <b>41</b> |
| <b>Figura 3.4: Local de coleta, Anel Viário (ponte)</b>                                                                               | <b>41</b> |
| <b>Figura 3.5: Montante do local de coleta, Anel Viário (ponte)</b>                                                                   | <b>41</b> |
| <b>Figura 3.6: Montante do local de coleta, Fazenda Capim Branco</b>                                                                  | <b>42</b> |
| <b>Figura 3.7: Local de coleta, Fazenda Capim Branco (margem esquerda)</b>                                                            | <b>42</b> |
| <b>Figura 3.8: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Vegetação da margem esquerda com resíduos</b>                        | <b>42</b> |
| <b>Figura 3.9: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Resíduos sólidos depositados à margem esquerda após cheia do rio</b> | <b>42</b> |
| <b>Figura 3.10: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Resíduos sólidos depositados à margem direita após cheia do rio</b> | <b>42</b> |
| <b>Figura 3.11: Local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida (margem direita)</b>                                                    | <b>43</b> |
| <b>Figura 3.12: Mata ciliar, margem direita do rio (Fazenda Nossa Sra. Aparecida)</b>                                                 | <b>43</b> |
| <b>Figura 3.13: Local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida (margem esquerda)</b>                                                   | <b>43</b> |
| <b>Figura 3.14: Montante do local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida</b>                                                         | <b>43</b> |
| <b>Figura 3.15: Local de coleta, ponte João Rezende (Distrito de Martinésia)</b>                                                      | <b>44</b> |
| <b>Figura 3.16: Local de coleta, ponte João Rezende (vista do rio)</b>                                                                | <b>44</b> |
| <b>Figura 3.17: Montante do local de coleta, ponte João Rezende (Distrito de Martinésia)</b>                                          | <b>44</b> |
| <b>Figura 3.18: Seqüência e distância dos pontos de coleta</b>                                                                        | <b>45</b> |
| <b>Figura 3.19: Coleta de amostra (em detalhe amostrador)</b>                                                                         | <b>47</b> |
| <b>Figura 3.20: Acondicionamento de amostra em frasco plástico</b>                                                                    | <b>47</b> |
| <b>Figura 3.21: Acondicionamento de amostra em vidro âmbar</b>                                                                        | <b>47</b> |

---

---

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.22: Saquinho estéril para acondicionamento de amostra para análise microbiológica                              | 47 |
| Figura 3.23: Amostras e caixa de isopor para preservação.                                                               | 47 |
| Figura 3.24: Amostras e caixa de isopor para preservação                                                                | 47 |
| Figura 3.25: Amostras preservadas no gelo                                                                               | 48 |
| Figura 3.26: Molinete utilizado na determinação de vazão                                                                | 48 |
| Figura 3.27: Molinete utilizado na determinação de vazão                                                                | 48 |
| Figura 3.28: Posição do molinete no rio (ponte BR 050) na determinação do número de rotações da hélice (vista superior) | 49 |
| Figura 3.29: Posição do molinete no rio (ponte BR 050) na determinação do número de rotações da hélice (vista lateral)  | 49 |
| Figura 3.30: Divisão da seção transversal do rio Uberabinha, ponte BR 050, para determinação de vazão                   | 49 |
| Figura 3.31: Detalhe da divisão da seção transversal do rio Uberabinha, através de marcações na ponte                   | 49 |
| Figura 3.32: Leitura de pH e condutividade, pHmetro Schott                                                              | 50 |
| Figura 3.33: Posicionamento de sonda do oxímetro para determinação de OD e temperatura da água (ponte BR 050)           | 51 |
| Figura 3.34: Oxímetro Schott, leitura de OD e temperatura da água (Distrito de Martinésia                               | 51 |
| Figura 3.35: Bacia do Rio Uberabinha- pontos de coleta                                                                  | 53 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 4.1: Variação temporal de DBO, em todos os locais de coleta                    | 57 |
| Gráfico 4.2: Variação temporal de DQO, em todos os locais de coleta                    | 58 |
| Gráfico 4.3: Variação temporal do oxigênio dissolvido, em todos os locais de coleta    | 59 |
| Gráfico 4.4: Variação temporal de óleos e graxas, em todos os locais de coleta         | 61 |
| Gráfico 4.5: Variação temporal do pH, em todos os locais de coleta                     | 62 |
| Gráfico 4.6: Variação temporal da condutividade, em todos os locais de coleta          | 63 |
| Gráfico 4.7: Variação temporal dos sólidos sedimentáveis, em todos os locais de coleta | 64 |
| Gráfico 4.8: Variação temporal do detergente, em todos os locais de coleta             | 65 |
| Gráfico 4.9: Variação temporal dos coliformes totais, em todos os locais de coleta     | 66 |
| Gráfico 4.10: Variação temporal dos coliformes fecais, em todos os locais de coleta    | 67 |
| Gráfico 4.11: Variação temporal da temperatura da água, em todos os locais de coleta   | 68 |
| Gráfico 4.12: Variação temporal da temperatura ambiente, em todos os locais de coleta  | 69 |
| Gráfico 4.13: Variação temporal da vazão, em todos os locais de coleta                 | 70 |
| Gráfico 4.14: Alturas pluviométricas mensais (mm) – Uberlândia (MG)                    | 70 |

---

# LISTA DE TABELA

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.1: Cálculo da velocidade média na vertical (método detalhado)                 | 25 |
| Tabela 2.2: Distância recomendada entre verticais                                      | 26 |
| Tabela 4.1: Valores de média aritmética e desvio padrão para os parâmetros analisados. | 55 |
| Tabela 4.2: Valores de média aritmética e desvio padrão para os parâmetros analisados. | 56 |

---

# SUMÁRIO

---

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1: Introdução</b>                                                    | <b>16</b> |
| <b>1.1 Objetivos</b>                                                             | <b>19</b> |
| 1.1.1 Objetivo Geral                                                             | 19        |
| 1.1.2 Objetivos Específicos                                                      | 19        |
| <b>Capítulo 2: Revisão Bibliográfica</b>                                         | <b>20</b> |
| <b>2.1 Poluição das águas</b>                                                    | <b>20</b> |
| 2.1.1 Área de estudo                                                             | 22        |
| 2.1.2 Vazão                                                                      | 24        |
| 2.1.2.1 Medição de Vazão – Método da Integração do Diagrama de Velocidades       | 24        |
| 2.1.3 Parâmetros físicos e químicos                                              | 26        |
| 2.1.3.1 Variáveis Climatológicas                                                 | 27        |
| 2.1.3.2 Temperatura da Água                                                      | 27        |
| 2.1.3.3 Oxigênio dissolvido                                                      | 27        |
| 2.1.3.4 pH e alcalinidade                                                        | 29        |
| 2.1.3.5 Condutividade Elétrica                                                   | 32        |
| 2.1.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) | 33        |
| 2.1.3.7 Óleos e Graxas                                                           | 35        |
| 2.1.3.8 Sólidos Sedimentáveis                                                    | 36        |
| 2.1.3.9 Detergentes                                                              | 36        |
| 2.1.4 Parâmetros biológicos                                                      | 37        |
| 2.1.4.1 Coliformes                                                               | 38        |
| <b>Capítulo 3: Materiais e Métodos</b>                                           | <b>40</b> |
| <b>3.1 Descrição das áreas estudadas</b>                                         | <b>40</b> |
| <b>3.2 Períodos de amostragens</b>                                               | <b>46</b> |
| <b>3.3 Métodos de amostragem</b>                                                 | <b>46</b> |
| 3.3.1 Medição de Vazão                                                           | 48        |

---

---

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2 Parâmetros Físicos e Químicos                       | 50 |
| 3.3.2.1 Potencial Hidrogeniônico e Condutividade Elétrica | 50 |
| 3.3.2.2 Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água         | 50 |
| 3.3.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio                    | 51 |
| 3.3.2.4 Demanda Química de Oxigênio                       | 51 |
| 3.3.2.5 Óleos e Graxas                                    | 52 |
| 3.3.2.6 Sólidos Sedimentáveis                             | 52 |
| 3.3.2.7 Detergente                                        | 52 |
| 3.3.3 Parâmetros microbiológicos                          | 52 |
| Capítulo 4: Resultados e Discussão                        | 54 |
| 4.1 DBO e DQO                                             | 56 |
| 4.2 OD                                                    | 59 |
| 4.3 Óleos e Graxas                                        | 60 |
| 4.4 pH e Condutividade                                    | 61 |
| 4.5 Sólidos Sedimentáveis                                 | 63 |
| 4.6 Detergente                                            | 64 |
| 4.7 Coliformes Totais e Fecais                            | 65 |
| 4.8 Temperatura Ambiente e Temperatura da Água            | 68 |
| 4.9 Vazão                                                 | 69 |
| Capítulo 5: Conclusão                                     | 72 |
| 5.1 Considerações Finais                                  | 73 |
| Referências                                               | 74 |

---

## Capítulo 1: INTRODUÇÃO

A água, apesar de apresentar composição molecular simples ( $H_2O$ ), nunca é encontrada pura na natureza; gases, incluindo o dióxido de carbono e nitrogênio, estão dissolvidos entre suas moléculas. Ânions, como nitratos, cloretos e carbonatos, também se tornam parte da solução líquida. Sólidos – pequenos pedaços de matéria animal, poeira e areia – podem ser carregados em suspensão. Finalmente alguns íons podem causar ainda uma reação quimicamente ácida ou alcalina (SEWELL, 1978).

Utilizando-se dessa complexa mistura, existem ainda uma flora e fauna exuberantes e, mesmo os seres terrestres, possuem em seu interior uma grande porcentagem deste precioso líquido; que merecidamente recebe o nome de “fonte da vida” (RICKLEFS, 1996; BAIRD, 2002).

Segundo Machado (2004), mais de 97% da água do mundo é água marinha, indisponível para beber e para a maioria dos usos agrícolas. Três quartas partes da água doce estão presas em geleiras e nas calotas polares. Lagos e rios são as principais fontes de água potável, mesmo constituindo, em seu conjunto, menos de 0,01% do suprimento total de água. Recentemente, foi estimado que a humanidade utiliza, sobretudo para a agricultura, cerca de um quinto da água que escoa para os mares; e as previsões indicam que essa fração atingirá cerca de três quartas partes no ano de 2025.

É por isso que o uso da água deve ser discutido amplamente em todos os meios da comunidade leiga e científica, pois desde o advento da Revolução Industrial, o consumo de água pelas sociedades humanas vem aumentando significativamente, seja para suprir as demandas geradas pelas inúmeras atividades econômicas, seja para garantir as necessidades

---

de consumo per capita da humanidade, que tem crescido em progressão geométrica nas últimas décadas (BRUCE, 1992).

De acordo com Telles (1999), um dos problemas mais sérios e de âmbito mundial enfrentados atualmente é o da poluição de águas naturais por contaminantes tanto biológicos quanto químicos; poucas áreas povoadas, sejam em países desenvolvidos ou não-desenvolvidos, não sofrem de uma ou outra forma de poluição.

Dentre os contaminantes biológicos, as bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de possibilidades de contaminação por bactérias e vírus. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2006).

Segundo Machado (2004), o Brasil, apesar de ostentar um invejável índice de cobertura do serviço de abastecimento de água, ao redor de 92%, ainda tem uma baixa cobertura do serviço de tratamento de esgotos, cerca de 12% para o território brasileiro como um todo, e de aproximadamente 18% quando se trata apenas das zonas urbanas.

Um dado importante, é que não há no Brasil, um rio, lago ou mesmo um aquífero próximo a uma cidade de médio ou grande porte que não apresente maior ou menor grau de contaminação, causando enormes prejuízos econômicos pelo aumento nos custos de tratamento de água cada vez mais poluída para abastecimento público e uso industrial (MACHADO, 2004).

Para Telles (1999), a atividade agrícola, além de maior consumidora de água, após o uso esta não é devolvida para o uso original, implicando numa redução no volume original da fonte onde é captada, sendo assim, de uso consuntivo.

A agricultura irrigada também passou a aglomerar-se sob a forma de distritos ou perímetros públicos, estes últimos no Nordeste do Brasil. Sendo o setor usuário que exerce as maiores demandas por água de mananciais, essas concentrações terminam por responder por uma fatia mais significativa da demanda para uso consuntivo, influenciando sobretudo a

---

formação de preços a serem cobrados pelo uso da água. Uma causa constante de conflitos pelo uso da água tem sido a localização de distritos de irrigação a montante de barragens hidrelétricas. Para determinadas situações não há outra saída, pois a irrigação depende de solos propícios a essas atividades e a geração depende de vazão e de alturas topográficas que se localizam muitas vezes à jusante daqueles solos (MACHADO, 2004).

A sustentabilidade da produção alimentar dependerá portanto, das práticas adequadas de manejo que forem adotadas para a água; a manutenção da quantidade e da qualidade da água é fundamental para o desenvolvimento. A escassez de novas fontes de recursos hídricos e os custos cada vez mais elevados para sua utilização podem comprometer o desenvolvimento e o crescimento econômico. Uma gestão eficaz dos recursos hídricos, eliminando-se os modelos insustentáveis de uso da água, pode representar uma contribuição importante para a mitigação da pobreza e da melhoria da saúde e da qualidade de vida da humanidade (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, RJ (CNUMAD), 1992; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR, DF (ABEAS), 1996).

Seja qual for o caso, ao contrário dos bens e serviços usualmente adquiridos por consumidores isolados, a demanda por serviços na área ambiental é eminentemente coletiva e assim, merece uma avaliação do Estado e uma ampla regulamentação. Exemplificando, se na cidade de São Paulo (SP) se decidisse dispor de um ambiente com características diferentes das atuais, seria indispensável um esforço de grande envergadura que, necessariamente, deveria refletir um desejo coletivo (BRANCO & ROCHA, 1980).

---

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O trabalho tem por objetivo estudar a possível ocorrência de lançamento de esgoto sanitário (doméstico, industrial e pluvial), bem como o impacto no rio Uberabinha, verificando o índice de poluição através de análises físico-químicas e microbiológicas em períodos de seca e chuva. Fornecendo dados para subsidiar um diagnóstico da sub-bacia do rio Uberabinha, num curso de aproximadamente 50 Km do rio Uberabinha

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Quantificar e classificar os níveis de poluição em que se encontram as áreas investigadas, através de análises físico-químicas e microbiológicas, em 06 (seis) pontos de coleta. Em áreas com diferentes características: fora do perímetro urbano, onde a possibilidade de lançamentos é menor, durante o perímetro urbano e após a região urbana, já na região rural de Uberlândia, verificando a possível ocorrência de lançamentos clandestinos de esgoto sanitário no rio Uberabinha, bem como comparar com os padrões definidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Determinar a vazão do rio Uberabinha em períodos de seca e chuva em 02 (dois) pontos, verificando a sua alteração, bem como a influência direta da diluição em relação aos parâmetros analisados.

---

## Capítulo 2: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

As principais fontes de poluição das águas são os despejos líquidos e sólidos, provenientes de aglomerações humanas e regiões industrializadas. Os esgotos domésticos são geralmente constituídos de uma mistura de substâncias orgânicas e de alguns nutrientes, como detergentes e sabões. Os esgotos industriais, geralmente possuem maior diversidade de composição, contendo, inclusive, ácidos, bases e toxinas. Já os esgotos de indústrias alimentícias apresentam uma mistura mais heterogênea devido ao tipo de produção e de produto, geralmente com elevado teor de substâncias orgânicas (SCHÄFER, 1985; STAMOU et al., 1999).

Outras fontes poluidoras dos rios são decorrentes do carreamento de contaminantes pela água da chuva que escoar pela superfície do solo ou pavimentação (SOARES & MAIA, 1999).

Portanto, para a água se manter com qualidade, deve-se evitar sua contaminação por resíduos, sejam eles agrícolas (de natureza sintética ou natural), esgotos, resíduos industriais, lixo ou sedimentos carregados pelas águas pluviais (BAIRD, 2002).

Sobre a contaminação agrícola tem-se, no primeiro caso, os resíduos do uso de agrotóxicos (comum na agropecuária), que provêm de uma prática muitas vezes desnecessária ou

---

intensiva nos campos, enviando grandes quantidades de substâncias tóxicas para os rios através das chuvas, o mesmo ocorrendo com a eliminação do esterco de animais criados em pastagens. No segundo caso, há o uso de adubos, muitas vezes exagerado, que acabam por ser carregados pelas chuvas aos rios locais, acarretando o aumento de nutrientes nestes pontos; isso propicia a ocorrência de um aumento de bactérias decompositoras que consomem oxigênio, contribuindo ainda para diminuir a concentração do mesmo na água, produzindo sulfeto de hidrogênio, um gás de cheiro muito forte que, em grandes quantidades, é tóxico. Isso também afetaria as formas superiores de vida animal e vegetal, que utilizam o oxigênio na respiração, além das bactérias aeróbicas, que seriam impedidas de decompor a matéria orgânica, sem deixar odores nocivos através do consumo de oxigênio. Os resíduos gerados pelas indústrias, cidades e atividades agrícolas são sólidos ou líquidos, tendo um potencial de poluição muito grande. Os resíduos gerados pelas cidades, como “lixo”, entulhos e produtos tóxicos são carregados para os rios com a ajuda das chuvas. Os resíduos líquidos carregam poluentes orgânicos (que são mais fáceis de ser controlados do que os inorgânicos, quando em pequena quantidade). As indústrias produzem grande quantidade de resíduos em seus processos, sendo uma parte retida pelas instalações de tratamento da própria indústria, que retêm tanto resíduos sólidos quanto líquidos, e a outra parte despejada no ambiente. No processo de tratamento dos resíduos também é produzido outro resíduo chamado "chorume", líquido que precisa novamente de tratamento e controle. Enfim, a poluição das águas pode aparecer de vários modos, incluindo a poluição térmica, que é a descarga de efluentes a altas temperaturas, poluição física, que é a descarga de material sólido em suspensão, poluição biológica, que é a descarga de microrganismos patogênicos e vírus, e poluição química, que pode ocorrer por deficiência de oxigênio, toxidez e eutrofização, sendo esta causada por processos de erosão e decomposição que fazem aumentar o conteúdo de nutrientes, aumentando a produtividade biológica, permitindo periódicas proliferações de algas, que tornam a água turva causando deficiência de oxigênio pela sua decomposição e aumento de toxidez para os organismos que nela vivem, como os peixes que aparecem mortos junto a espumas tóxicas (ZAMPIERON & VIEIRA, 2006).

A carga de sólidos é constituída por todos os contaminantes da água exceto os gases dissolvidos, razão pela qual são analisadas separadamente e classificados por suas características físicas, químicas e granulométricas. Os sólidos passíveis de serem retidos em papel de filtro de porosidade 1,2  $\mu\text{m}$  correspondem aos sólidos suspensos, aqueles que não se

retém por filtros de 1,2  $\mu\text{m}$  são considerados sólidos dissolvidos. Quimicamente podem ser orgânicos ou inorgânicos de acordo com a capacidade de volatilizar quando expostos a uma elevada temperatura (550°C). A fração orgânica é volatilizada (sólidos voláteis), a fração inorgânica ou mineral constitui os sólidos não voláteis (fixos) que permanecem após a carbonização da amostra em mufla. Dentre os resíduos sólidos, o material em suspensão que sedimenta, por ação da gravidade, recebe a denominação de sólidos sedimentáveis (VON SPERLING, 1996 & ABNT NBR 10561, 1988).

### 2.1.1 Área de estudo

Segundo Nishiyama (1989), a zona geográfica do Triângulo, em quase sua totalidade, está inserida na Bacia sedimentar do Paraná, onde é representada pelas litologias de idade Mesozóica: arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e rochas do Grupo Bauru. Na maior parte da área urbana de Uberlândia desenvolve-se uma cobertura cenozóica, que recobre extensivamente os basaltos que afloram no vale do rio Uberabinha e afluentes.

Baccaro (1991) classificou a zona geográfica do Triângulo em quatro grandes unidades geomorfológicas: área de relevo intensamente dissecado, área com relevo medianamente dissecado, área de relevo residual e áreas elevadas de cimeira com topos planos, amplos e largos.

A bacia do rio Uberabinha localiza-se na zona geográfica do Triângulo, abrangendo parte dos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, numa área aproximada de 2000 km<sup>2</sup>. O rio Uberabinha, afluente da margem esquerda do rio Araguari, que por sua vez deságua no rio Paranaíba, é parte integrante da bacia do rio Paraná. Suas nascentes estão localizadas na porção norte do município de Uberaba e, após atravessar todo o município de Uberlândia, no sentido sudeste-nordeste, numa extensão aproximada de 118 km, deságua no rio Araguari, fazendo divisa entre Uberlândia e Tupaciguara (SCHNEIDER, 1996).

As nascentes do rio Uberabinha e do seu afluente ribeirão Bom Jardim estão localizadas na área de relevo com topo plano. A partir da área urbana de Uberlândia até a sua foz junto ao

---

rio Araguari, o rio Uberabinha corre sobre uma porção de relevo intensamente dissecado, caracterizado pelo profundo encaixamento do seu vale. Nesta porção, o entalhamento fluvial sobre os basaltos da formação Serra Geral produz uma série de cachoeiras e corredeiras (BACCARO, 1989).

Para Silva e Schneider (1989), a bacia do rio Uberabinha caracteriza-se por três unidades topomorfológicas: de chapada, de dissecação suave e de relevo dissecado. O clima da região é o tropical, caracterizado pela alternância de estações úmidas e secas, por influência sazonal de massas de ar tropicais e polares.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Uberlândia é caracterizado como sendo do tipo Aw, megatérmico, com chuvas de verão e seca de inverno, sendo que habitualmente, o período de estiagem começa em maio e se prolonga até setembro, com a retomada gradual das chuvas a partir de outubro, estendendo-se até abril (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991).

O rio Uberabinha, em sua porção situada a montante da área urbana de Uberlândia, é responsável pelo abastecimento de água à sua população, com aproximadamente 600.000 habitantes (SCHNEIDER, 1996). A bacia do Uberabinha vem sofrendo consequências de ações antrópicas, efetivadas mediante a exploração de argila para cerâmica refratária nas suas nascentes (SILVA & SCHNEIDER, 1989) e, principalmente quanto ao uso do solo, que a partir da década de 60 passou pela pecuária extensiva, na década de 70 pela implantação de extensas florestas de *Pinus* e *Eucaliptus*, na década de 80 passou à agricultura de grãos, especialmente a soja (SCHNEIDER, 1996).

A cidade de Uberlândia possui um sistema de captação de água em duas estações localizadas na bacia do rio Uberabinha: a de Sucupira e do Bom Jardim. Desta forma, este rio desempenha um papel fundamental no abastecimento urbano-industrial, bem como no âmbito agrícola.

As estações de tratamento de água, a ETA Bom Jardim e a ETA Sucupira, tratam respectivamente, 2.715.650 m<sup>3</sup> e 2.805.867 m<sup>3</sup>, por mês. A captação da água é feita em dois mananciais, Rio Uberabinha e Ribeirão Bom Jardim, que apresentam uma vazão média do rio no local de captação de 12,29 m<sup>3</sup>/s e 6,21 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. O esgoto da área urbana

---

de Uberlândia é tratado em três estações de tratamento, Aclimação, com volume médio anual tratado de 441.504 m<sup>3</sup>, Ipanema, com 378.432 m<sup>3</sup> e Uberabinha, 31.536.000 m<sup>3</sup>. O consumo de água em Uberlândia é de cerca de 1,5 m<sup>3</sup>/segundo; somando-se a isto um crescimento populacional da ordem de 3% ao ano, pressupõe-se um contingente de pouco mais de 1 milhão de habitantes dentro de 25 anos. Ao se manter o nível atual de consumo, a demanda por água será duas vezes maior e nesse momento, o rio Uberabinha terá atingido o seu limite de fornecimento. (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO, UBERLÂNDIA MG (DMAE), 2006).

## 2.1.2 Vazão

A vazão, ou volume escoado por unidade de tempo, é a principal grandeza que caracteriza um escoamento. Normalmente é expressa em metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) ou em litros por segundo (L/s) (FOUST, 1982).

Dentre os fatores que influenciam na vazão de cursos d'água podem-se destacar a intensidade e a duração da precipitação, pois quanto maior a intensidade mais rapidamente o solo atingirá a sua capacidade de infiltração provocando um excesso de precipitação que escoará superficialmente (AZEVEDO NETTO, 1998).

### 2.1.2.1 Medição de Vazão – Método da Integração do Diagrama de Velocidades

A medição convencional da vazão em cursos de rios consiste em determinar a área da seção transversal do rio e a velocidade média do fluxo que passa nesta seção. O método que utiliza o molinete hidrométrico, para determinação do perfil de velocidades, consiste em mergulhar um pequeno rotor no sentido do fluxo da água e determinar a velocidade média do fluido neste ponto contabilizando o número de voltas dentro de um determinado tempo, através de sinal acústico que é emitido (AZEVEDO NETTO, 1998).

---

O número de pontos que deve ser posicionado o molinete dependem da profundidade do curso de água em estudo, de acordo com a tabela 2.1: (AZEVEDO NETTO, 1998)

Tabela 2.1: Cálculo da velocidade média na vertical (método detalhado)

| Nº de pontos | Profundidade (P) | Cálculo da velocidade média ( $V_m$ ) na vertical                 | Posição na vertical (*) em relação à profundidade (P) |
|--------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1            | 0,15 a 0,60      | $V_m = V_{0,6}$                                                   | 0,6P                                                  |
| 2            | 0,60 a 1,20      | $V_m = (V_{0,2} + V_{0,8})/2$                                     | 0,2P e 0,8P                                           |
| 3            | 1,20 a 2,00      | $V_m = (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/4$                          | 0,2P; 0,6P e 0,8P                                     |
| 4            | 2,00 a 4,00      | $V_m = (V_{0,2} + 2V_{0,4} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/6$               | S; 0,2P; 0,4P; 0,6P e 0,8P                            |
| 5            | > 4,00           | $V_m = [V_s + 2(V_{0,2} + V_{0,4} + V_{0,6} + V_{0,8}) + V_F]/10$ | S; 0,2P; 0,4P; 0,6P; 0,8P; e F                        |

(\*) S – superfície; F - fundo

Fonte: AZEVEDO NETTO (1998)

A velocidade superficial (S) é medida a 10 cm de profundidade para que a hélice do molinete fique submersa, enquanto que a velocidade do fundo (F) é medida entre 15 e 25 cm acima do fundo, em função da distância do lastro ao eixo do molinete (AZEVEDO NETTO, 1998).

Como 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 seguinte equação: (AZEVEDO NETTO, 1998)

$$V = a \times M + b$$

Sendo:

V = velocidade em (m/s)

M = número de rotações da hélice (rpm)

a, b = são constantes características da hélice e fornecidas pelo fabricante do molinete e/ou determinadas através da calibração do molinete.

A distância recomendada entre verticais para divisão do rio é descrita na tabela 2.2, de acordo com Azevedo Netto (1998):

Tabela 2.2: Distância recomendada entre verticais

| Largura do rio (m)    | Distância entre verticais (m) |
|-----------------------|-------------------------------|
| menor ou igual a 3,00 | 0,30                          |
| 3,00 – 6,00           | 0,50                          |
| 6,00 – 15,00          | 1,00                          |
| 15,00 – 50,00         | 2,00                          |

Fonte: AZEVEDO NETTO (1998)

### 2.1.3 Parâmetros físicos e químicos

Quando destinada ao consumo humano, a água deve enquadrar-se nos parâmetros dispostos na Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 que estabelece procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Em seu artigo 16 dispõe sobre o padrão de aceitação para consumo humano (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), 2005).

Segundo a ANVISA (2005), o grau de potabilidade da água é medido através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, as quais são identificadas pelos parâmetros de qualidade da água considerados na legislação anteriormente citada.

As análises físicas medem e indicam as características perceptíveis pelos sentidos. Geralmente, são características de ordem estética e, dentro de certos limites de valores, não apresentam inconvenientes de natureza sanitária. As características da água, de ordem física, incluem a temperatura, cor, turbidez, odor e sabor (ANDRADE & MARTYN, 1982).

Segundo os autores citados acima, as características químicas da água são resultantes da presença de substâncias dissolvidas, em geral, avaliáveis somente por meios analíticos, mas de grande importância sob o aspecto de processamento, ou higiênico-sanitário.

### 2.1.3.1 Variáveis Climatológicas

Os aspectos climatológicos de uma região influenciam diretamente o corpo d'água, provocando sensíveis alterações no seu metabolismo. Num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão. O vento por sua vez pode provocar uma mistura na água, ocasionando uma ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas (DEBERDT, 2006).

### 2.1.3.2 Temperatura da Água

Variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam as solubilidades com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB), 2006).

### 2.1.3.3 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido tem sido utilizado tradicionalmente para determinar-se o grau de poluição e a capacidade de oxidação da matéria orgânica em cursos d'água, pois as águas

---

constituem ambientes bastante pobres em oxigênio, em virtude da baixa solubilidade. A introdução de matéria orgânica biodegradável em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. Tal fato se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica, realizados por bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para obtenção de energia. O fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes, os compostos orgânicos são convertidos em compostos inertes e não prejudiciais do ponto de vista ecológico, sendo que há um balanço entre as fontes de consumo e as fontes de produção de oxigênio; sendo estes, os principais fenômenos interagentes no balanço do oxigênio dissolvido em um curso d'água (VON SPERLING, 1996).

Segundo o autor anteriormente citado, o conceito de autodepuração apresenta a mesma relatividade que o conceito de poluição. Uma água pode ser considerada depurada, mesmo que não esteja totalmente purificada em termos higiênicos, apresentando, por exemplo, organismos patogênicos. Dentro de um enfoque prático, deve-se considerar que uma água esteja depurada quando as suas características não mais sejam conflitantes com a sua utilização prevista em cada trecho do curso d'água.

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 (DEBERDT, 2006).

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura:

$$C_{SAT} = a \cdot p_{gás}$$

onde **a** é uma constante que varia inversamente proporcional à temperatura e  $p_{gás}$  é a pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido. No caso do oxigênio, considerando-se como constituinte de 21% da atmosfera, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Para 20°C, por exemplo, **a** é igual a 43,9 e, portanto, a concentração de saturação de oxigênio em uma água superficial é igual a  $43,9 \times 0,21 = 9,2$  mg/L (CETESB, 2006).

---

A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície, depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, onde a velocidade normalmente é bastante baixa. Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas eutrofizadas, ou seja, aquelas em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados levou à liberação de sais minerais no meio, especialmente os de nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. Esta fonte, não é muito significativa nos trechos iniciais de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz (CETESB, 2006).

Sob este aspecto, águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas, chegando até a um pouco abaixo da concentração de saturação. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais. Através de medição do teor de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (CETESB, 2006).

A determinação do oxigênio dissolvido na água pode ser feita através do método "Winkler" ou eletrométrico (DEBERDT, 2006).

#### 2.1.3.4 pH e alcalinidade

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons

---

de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de 0 (zero) indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade (CETESB, 2006).

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. Às vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um pHmetro digital (BAIRD, 2002).

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem para neutralizar ácidos a ele adicionados. Esta capacidade depende de alguns compostos, principalmente bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. A alcalinidade é determinada através da titulação (DEBERDT, 2006).

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, determinadas condições de pH contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal (Resolução nº 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005), como pela legislação do Estado de Minas Gerais (COPAM 10). Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2006).

Nos ecossistemas formados nos tratamentos biológicos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo. Normalmente, a condição de pH que

---

corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio é acusada pelo decréscimo do pH do lodo, indicando situação de desequilíbrio. A produção de ácidos orgânicos voláteis pelas bactérias acidificadoras e a não utilização destes últimos pelas metanobactérias, é uma situação de desequilíbrio que pode ser devido a diversas causas. É possível que alguns efluentes industriais possam ser tratados biologicamente em seus valores naturais de pH, por exemplo, em torno de 5,0. Nesta condição, o meio talvez não permita uma grande diversificação hidrobiológica, mas pode acontecer que os grupos mais resistentes, algumas bactérias e fungos, principalmente, tornem possível a manutenção de um tratamento eficiente e estável. Mas, em geral, procede-se à neutralização prévia do pH dos efluentes industriais antes de serem submetidos ao tratamento biológico (CETESB, 2006 & VON SPERLING, 1996).

Nas estações de tratamento de águas, são várias as operações cujo controle envolve as determinações de pH. O processo de coagulação e floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada "pH ótimo" de coagulação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 e 9,0, de acordo com a Portaria 518 do Ministério da Saúde. Outros processos físico-químicos de tratamento como o abrandamento pela cal, são dependentes do pH (CETESB, 2006).

No tratamento físico-químico de efluentes industriais muitos são os exemplos de reações dependentes do pH: a precipitação química de metais pesados ocorre em pH básico, à oxidação química de cianeto ocorre em pH básico, a redução do cromo hexavalente à forma trivalente ocorre em pH ácido; a oxidação química de fenóis em pH ácido; a quebra de emulsões oleosas mediante acidificação; o arraste de amônia convertida à forma gasosa se dá em pH básico. Desta forma, o pH é um parâmetro importante no controle dos processos físico-químicos de tratamento de efluentes industriais. Constitui-se também em padrão de

---

emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, tanto pela legislação federal quanto pela estadual. Estabelece-se faixa de pH entre 5 e 9 para o lançamento direto nos corpos receptores e entre 6 e 10 para o lançamento na rede pública seguida de estação de tratamento de esgotos (BAIRD, 2002).

### 2.1.3.5 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos. 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, ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc (DEBERDT, 2006).

A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias iônicas 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 também às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais frequentes são o  $\text{H}^+$  e o  $\text{OH}^-$ . A determinação da condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um condutivímetro digital (DEBERDT, 2006).

Representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a  $100 \mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos iônicos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2006).

---

### 2.1.3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (DEBERDT, 2006).

Conforme a CETESB (2006), na figura 2.1 esquematiza-se o fenômeno da degradação biológica de compostos que ocorre nas águas naturais, que também se procura reproduzir sob condições controladas nas estações de tratamento de esgotos e, particularmente durante a análise da DBO.

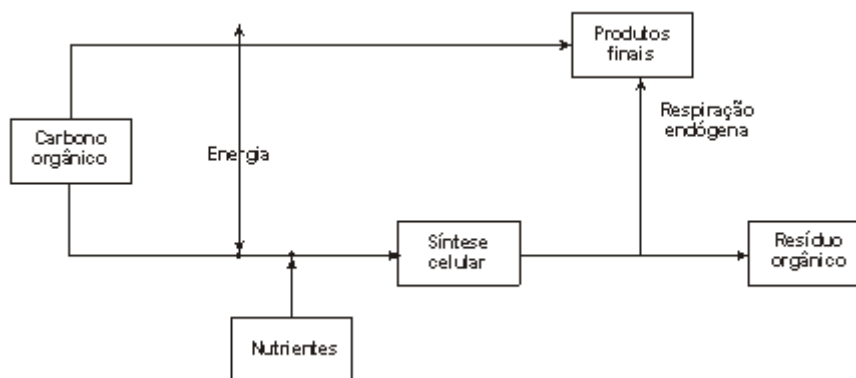


Figura 2.1: Representação da degradação biológica de compostos

#### 2.1.3.6.1 Metabolismo de microrganismos heterotróficos

Neste esquema, apresenta-se o metabolismo dos microrganismos heterotróficos, em que os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como água, gás carbônico, sulfatos, fosfatos, amônia, nitratos, etc. Nesse processo há consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas. Os microrganismos desempenham este importante

papel no tratamento de esgotos pois necessitam desta energia liberada, além de outros nutrientes que por ventura não estejam presentes em quantidades suficientes nos despejos, para exercer suas funções celulares tais como reprodução e locomoção, o que genericamente se denomina síntese celular. Quando passa a ocorrer insuficiência de nutrientes no meio, os microrganismos sobreviventes passam a se alimentar do material das células que têm a membrana celular rompida. Este processo se denomina respiração endógena. Finalmente, há neste circuito, compostos que os microrganismos são incapazes de produzir enzimas que possam romper suas ligações químicas, permanecendo inalterados. Ao conjunto destes compostos dá-se o nome de resíduo não biodegradável ou recalcitrante. Pelo fato de a DBO somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2006).

O teste de Demanda Química de Oxigênio (DQO) baseia-se no fato de que todos os compostos orgânicos, com poucas exceções, podem ser oxidados pela ação de um agente oxidante forte em meio ácido. Uma das limitações, entretanto é o fato de que o teste não diferencia matéria orgânica biodegradável e matéria orgânica não biodegradável, a primeira determinada pelo teste de DBO. A vantagem é o tempo de teste, realizado em poucas horas, enquanto o teste de DBO requer no mínimo 5 dias (período de incubação) (DEBERDT, 2006).

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Desta forma os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos de DBO. Como na DBO mede-se

---

apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. É comum aplicar-se tratamentos biológicos para efluentes com relações DQO/DBO de 3/1, por exemplo. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável (CETESB, 2006).

### 2.1.3.7 Óleos e Graxas

Óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C. Estas substância ditas solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por MSH - material solúvel em hexano. Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água. Dentre os despejos podemos citar os de refinarias, frigoríficos, saboarias, etc. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento d'água. A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBO e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira não existe limite estabelecido para esse parâmetro; a recomendação é

---

de que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3 (ABNT/NBR 13348, 1995 & CETESB, 2006).

Segundo Deberdt (2006), a ocorrência de óleos e graxas, como definido pelo Standard Methods, nos sistemas de abastecimento público de água, pode causar sabor e odor objetável, rejeição do abastecimento de água além de ocasionar o aparecimento de problemas de origem sanitária.

### 2.1.3.8 Sólidos Sedimentáveis

A determinação de sólidos sedimentáveis contidos em uma amostra de água indica o volume de sólidos que se deposita no fundo de um cone *Imhoff* após um determinado tempo de repouso do líquido, normalmente 45 minutos ou 1 hora. Os sólidos sedimentáveis constituem a parte de maior granulometria dos sólidos suspensos contidos na amostra, e que sedimenta rapidamente nos leitos dos rios (ABNT/NBR 10561, 1988).

### 2.1.3.9 Detergentes

Os detergentes aparecem nas águas naturais como resultado das diversas lavagens domésticas e industriais. Muitas vezes provocam a formação de espumas brancas que reduzem a penetração de oxigênio na água afetando as formas aeróbicas aquáticas (BAIRD, 2002).

Fosfatos inorgânicos condensados são adicionados aos detergentes em pó, com o objetivo de complexar os íons metálicos responsáveis pela dureza das águas e tornar o meio alcalino, melhorando a ação de limpeza. Detergentes comerciais típicos da década de 50, por exemplo, continham cerca de 40% de tripolifosfato de sódio ou uma mistura deste com pirofosfato de sódio. Com o passar do tempo, a utilização crescente desses produtos de limpeza aliada à aplicação não criteriosa de fertilizantes fosfatados nas lavouras levou ao surgimento de problemas ambientais de poluição de águas. Os fosfatos não atuam como

---

materiais tóxicos no meio ambiente, mas sim como nutrientes. Em águas naturais estagnadas, o resultado é o crescimento excessivo de algas, que pode provocar a eutrofização do manancial (OSÓRIO & OLIVEIRA, 2001).

O aporte de efluentes, esgotos e fertilizantes de lavouras nas vias hídricas elevam os níveis de nitratos e fosfatos. Em lagos e águas com baixa correnteza, essa supernutrição pode provocar um aumento na população de cianofíceas ou cianobactérias, algas verdes azuladas que efetuam fotossíntese. Elas são espécies planctônicas, isto é, vivem soltas na massa d'água. A sua multiplicação excessiva origina o fenômeno chamado floração. A superfície da água fica recoberta por uma camada tão espessa desses organismos, que a luz solar não consegue mais atravessá-la. As algas da parte inferior morrem e passam a sofrer degradação por bactérias aeróbicas. As bactérias se multiplicam e consomem oxigênio para converter compostos orgânicos complexos em espécies mais simples como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ . Ocorre pois um aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A quantidade de oxigênio dissolvido na água diminui, às vezes ao ponto em que outros organismos aquáticos não podem mais sobreviver, ocorrendo a morte dos peixes. Se o conteúdo de oxigênio cair a valores muito baixos, as bactérias anaeróbicas podem assumir o processo de decomposição. Ao invés de oxidar a matéria orgânica, estas bactérias efetuam a sua redução. Assim, compostos contendo enxofre são convertidos em substâncias fétidas como  $\text{H}_2\text{S}$  e metanotiol,  $\text{CH}_3\text{SH}$ . Compostos nitrogenados são reduzidos a  $\text{NH}_3$  e aminas que também conferem mau cheiro (OSÓRIO & OLIVEIRA, 2001).

Os esgotos sanitários possuem de 3 a 6 mg/L de detergentes. As indústrias de detergentes descarregam efluentes líquidos com cerca de 2000 mg/L do princípio ativo. Outras indústrias, incluindo as que processam peças metálicas, empregam detergentes especiais com a função de desengraxante, como é o caso do percloroetileno (CETESB, 2006).

## 2.1.4 Parâmetros biológicos

A presença das bactérias coliformes na água de um rio significa que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam,

---

para as águas ou para o solo, os organismos causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo microrganismos patogênicos. Por isso, a presença de coliformes fecais na água indica a presença de fezes e, portanto, a possibilidade da presença de organismos patogênicos (DEBERDT, 2006).

#### 2.1.4.10 Coliformes

O rio é habitado normalmente, por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, alimentando-se de matérias orgânicas, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela autodepuração do rio (ODUM, 1988).

Contudo, quando o rio recebe esgotos domésticos, ele passa a conter outros tipos de bactérias: as do grupo coliforme; também chamadas de “microrganismos indicadores” (MCCARTY, 1979).

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. Este tipo de poluição indica que qualquer microrganismo patogênico que ocorre no trato intestinal desses animais pode também estar presente (PELCZAR Jr, 1997).

Bactérias do grupo coliforme são caracterizadas como bacilos Gram-negativos não esporulados, facultativos, que fermentam a lactose com produção de ácido e gás em um período de 48 h a 35°C. A *Escherichia coli* é um habitante normal do trato intestinal de humanos e outros animais de sangue quente e, assim, é considerada um tipo *fecal* de coliforme. (PELCZAR Jr, 1997).

Para o autor anteriormente citado, outros membros do grupo coliforme, por exemplo, *Enterobacter aerogenes*, encontram-se amplamente distribuídos na natureza, são encontrados no solo, na água, nos cereais e também no trato intestinal humano e de outros animais e são considerados coliformes *não-fecais*. Assim sendo, o somatório das bactérias fecais e não fecais, resulta nos coliformes totais.

---

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2006).

## Capítulo 3: MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS ESTUDADAS

Foram escolhidos seis pontos de coleta: o primeiro antes do rio receber lançamentos de esgoto da cidade de Uberlândia, outros quatro pontos em que o rio possivelmente já recebeu lançamento de esgoto, sendo que três deles estão localizados após a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto); e o último ponto, próximo ao distrito de Martinésia onde pode-se avaliar a oxidação da matéria orgânica presente no rio (figura 3.18 e 3.35).

Os pontos determinados para realização das coletas são detalhados abaixo:

**1 – BR – 050:** Coleta realizada sobre a ponte da BR 050, na saída para Uberaba. O rio neste ponto ainda não recebeu lançamentos de esgoto da cidade de Uberlândia, tendo assim um parâmetro de água de boa qualidade (figura 3.1). Existe no local área de pastagem com pequena mata ciliar a montante do local. Neste ponto foi determinada a vazão. Coordenada geográfica do local 18°59'12,9" S e 48°12'41,1" W.



Figura 3.1: Local de coleta ponte BR 050

**2 – Passarela DMAE Bom Jardim:** Cerca de 7,9 Km a jusante do ponto anterior. Localizado a montante do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, situado na estação de captação Bom Jardim do DMAE. A coleta foi realizada de cima de uma passarela localizada transversalmente ao rio (figura 3.3). A montante existe corredeiras que auxiliam na oxigenação da água (figura 3.2). Coordenada geográfica do local 18°59'40,1" S e 48°16'27,4" W.



Figura 3.2: Montante do local de coleta, passarela DMAE



Figura 3.3: Local de coleta, passarela DMAE

**3 – Anel Viário:** Distante 13,9 Km do local passarela DMAE Bom Jardim. Neste ponto, o rio praticamente já recebeu toda a contribuição dos esgotos doméstico e industrial da cidade de Uberlândia. A montante deste ponto ausência de mata ciliar, com área de pastagem, residências e indústrias no entorno (figura 3.5). A jusante deste ponto de coleta (figura 3.4) está localizado o aterro sanitário de Uberlândia. Neste ponto será determinada a vazão. Coordenada geográfica do local 18°53'29,1" S e 48°19'10,4" W.



Figura 3.4: Local de coleta, Anel Viário (ponte)



Figura 3.5: Montante do local de coleta, Anel Viário (ponte)

**4 – Fazenda Capim Branco:** 2,9 Km a jusante do Anel Viário. A coleta foi realizada a margem esquerda do rio (figura 3.7), sendo que o local está à jusante de duas quedas (figura

3.6), do aterro sanitário municipal e da estação de tratamento de esgoto. Existe área de pastagem no entorno. Coordenada geográfica do local 18°52'38,6" S e 48°20'18,9" W.



Figura 3.6: Montante do local de coleta, Fazenda Capim Branco



Figura 3.7: Local de coleta, Fazenda Capim Branco (margem esquerda)



Figura 3.8: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Vegetação da margem esquerda com resíduos



Figura 3.9: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Resíduos sólidos depositados à margem esquerda após cheia do rio



Figura 3.10: Entorno do local de coleta, Fazenda Capim Branco. Resíduos sólidos depositados à margem direita após cheia do rio

**5 – Fazenda Nossa Senhora Aparecida:** 3,6 Km a jusante da Fazenda Capim Branco. Coleta realizada a margem direita do rio (figura 3.11). A montante do local de coleta existem corredeiras de água (figura 3.14). Área de pastagem e plantação de hortaliças no entorno e

estreita mata ciliar a margem direita (figura 3.12) e esquerda (figura 3.13). Coordenada geográfica do local 18°50'42,6" S e 48°21'38,6" W.



Figura 3.11: Local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida (margem direita)



Figura 3.12: Mata ciliar, margem direita do rio (Fazenda Nossa Sra. Aparecida)

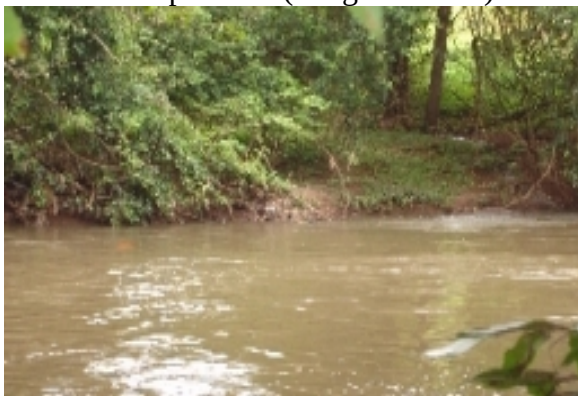


Figura 3.13: Local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida (margem esquerda)



Figura 3.14: Montante do local de coleta, Fazenda Nossa Sra. Aparecida

**6 – Ponte João Rezende:** Local a 14,0 Km a jusante do ponto de coleta anterior, localizado próximo ao distrito de Martinésia. Coleta realizada sobre a ponte João Rezende (figura 3.15 e 3.16). O local fica situado num vale, com cerrado no entorno, pequena mata ciliar e área de pastagem (figura 3.17). Até este ponto, a partir da BR 050, o rio percorreu 42,3 Km. Coordenada geográfica do local 18°46'08,5" S e 48°26'13,1" W.



Figura 3.15: Local de coleta, ponte João Rezende (Distrito de Martinésia)



Figura 3.16: Local de coleta, ponte João Rezende (vista do rio)



Figura 3.17: Montante do local de coleta, ponte João Rezende (Distrito de Martinésia)

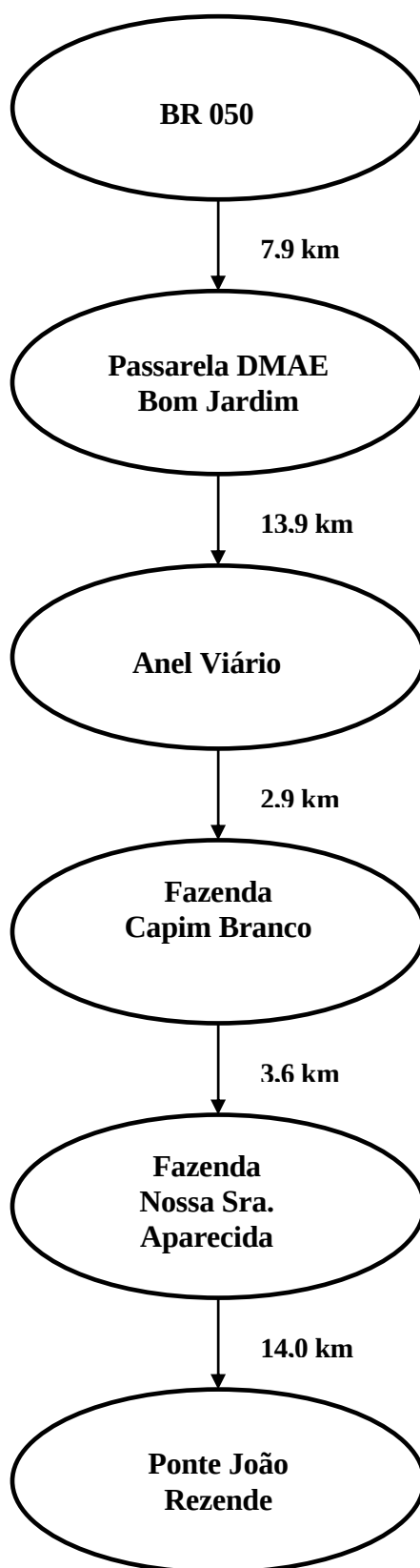


Figura 3.18: Seqüência e distância dos pontos de coleta

## 3.2 PERÍODOS DE AMOSTRAGENS

Foram realizados trabalhos de campo trimestrais, nos seis pontos de amostragem, no período de outubro de 2005 a outubro de 2006, tendo-se efetuado medidas nos locais de coleta, de temperatura da água do rio, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido. Os demais parâmetros foram determinados em laboratório.

As amostras foram coletadas em períodos de chuva, de seca e períodos de transição entre precipitação intensa e seca, para determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, tendo-se efetuado também medidas da velocidade instantânea em determinados pontos, para posterior determinação da vazão.

## 3.3 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

A coleta das amostras de água foi realizada com auxílio de amostrador fabricado por Hidrologia S.A., modelo AMS-3 (DH-59) (figura 3.19), procurando sempre manter o mesmo local e horário, sendo acondicionadas em frascos plásticos (figura 3.20) e vidro âmbar (figura 3.21), e em saquinhos estéreis (figura 3.22), para análises microbiológicas. Sendo estes, preservados em caixa térmica com gelo (figuras 3.23 a 3.25) e encaminhados para o Laboratório de Ensaio em Alimentos e Meio Ambiente, do SENAI/ CETAL – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/ Centro Tecnológico de Alimentos – Uberlândia (MG).

Os procedimentos para a coleta das amostras seguiram as orientações da ABNT NBR 9897 (1997) e NBR 9898 (1997), de planejamento, preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.



Figura 3.19: Coleta de amostra (em detalhe amostrador)



Figura 3.20: Acondicionamento de amostra em frasco plástico



Figura 3.21: Acondicionamento de amostra em vidro âmbar



Figura 3.22: Saquinho estéril para acondicionamento de amostra para análise microbiológica



Figura 3.23: Amostras e caixa de isopor para preservação.



Figura 3.24: Amostras e caixa de isopor para preservação



Figura 3.25: Amostras preservadas no gelo

### 3.3.2 Medição de Vazão

A determinação de vazão foi realizada em dois pontos de coleta, BR 050 e Anel Viário, através do método de integração do diagrama de velocidades, proposto por Azevedo Netto (1998). A velocidade instantânea da água foi verificada em vários pontos da seção transversal utilizando-se de molinete hidrométrico modelo MLN-5, fabricado pela Hidrologia S.A. (figura 3.26 e 3.27), que é constituído por uma hélice calibrada ligada a um eixo de rotação que aciona o comando de um contato elétrico, que aciona um sinal sonoro, que serve como contador de rotações. Sendo a equação para determinação da velocidade:

$$V = 0,249 \times M + 0,00218$$

Onde:

V = velocidade em metros/ segundo

M = número de rotações da hélice por segundo



Figura 3.26: Molinete utilizado na determinação de vazão



Figura 3.27: Molinete utilizado na determinação de vazão

Inicialmente foi medida a profundidade e largura do rio, para determinar o perfil da calha. A seção transversal do rio foi dividida de acordo com a tabela 2.1 e 2.2, através de marcações feitas na própria ponte (figura 3.30 e 3.31). Definiu-se uma série de linhas verticais na seção de estudo e mediu-se a velocidade a 20% e 80% de profundidade em cada vertical (figura 3.28 e 3.29).



Figura 3.28: Posição do molinete no rio (ponte BR 050) na determinação do número de rotações da hélice (vista superior)



Figura 3.29: Posição do molinete no rio (ponte BR 050) na determinação do número de rotações da hélice (vista lateral)



Figura 3.30: Divisão da seção transversal do rio Uberabinha, ponte BR 050, para determinação de vazão



Figura 3.31: Detalhe da divisão da seção transversal do rio Uberabinha, através de marcações na ponte

### 3.3.3 Parâmetros Físicos e Químicos

#### 3.3.3.2 Potencial Hidrogeniônico e Condutividade Elétrica

Os valores de pH e condutividade foram determinados nos locais de coleta, por leitura direta, utilizando-se um pHmetro Schott modelo 340 i, que também apresenta função de condutivímetro (figura 3.32).



Figura 3.32: Leitura de pH e condutividade, pHmetro Schott

#### 3.3.3.3 Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água

Os valores de oxigênio dissolvido e temperatura da água foram determinados nos locais, por leitura direta, utilizando-se um oxímetro Schott modelo Ox1/Set (figura 3.34). Sendo que o mesmo fornece a temperatura da água pontual, pois o aparelho é provido de sonda (figura 3.33), que permitiu a leitura de oxigênio dissolvido e temperatura da água através da introdução direta desta no rio.



Figura 3.33: Posicionamento de sonda do oxímetro para determinação de OD e temperatura da água (ponte BR 050)



Figura 3.34: Oxímetro Schott, leitura de OD e temperatura da água (Distrito de Martinésia)

As análises físico-químicas e microbiológicas descritas a seguir foram realizadas no Laboratório de Ensaaios em Alimentos e Meio Ambiente do SENAI/ CETAL – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/ Centro Tecnológico de Alimentos, em Uberlândia, Minas Gerais, com a assessoria de técnicos dos laboratórios.

#### 3.3.3.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Determinação realizada através do método de incubação a 20°C por cinco dias, seguindo metodologia da ABNT/ NBR 12614 (maio/1992).

#### 3.3.3.5 Demanda Química de Oxigênio

Oxidação de matérias orgânicas e inorgânicas da amostra em meio ácido por uma quantidade conhecida de um agente oxidante forte. A quantidade da matéria oxidada, expressa como equivalente em oxigênio, é proporcional à quantidade do agente oxidante consumido. Determinação realizada através de refluxo aberto, segundo metodologia da ABNT/ NBR 10357 (julho/1988).

### 3.3.3.6 Óleos e Graxas

O método de Soxhlet baseia-se na solubilização de toda gordura (óleos e graxas) presente na amostra por um solvente orgânico, segundo metodologia da ABNT/ NBR 13348 (abril/1995).

### 3.3.3.7 Sólidos Sedimentáveis

Determinação realizada através de leitura do material sedimentado em cone Imhoff, seguindo metodologia da ABNT/ NBR 10561 (dezembro/ 1988).

### 3.3.3.8 Detergente

Detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno sob certas condições especificadas. Estes compostos são designados "substâncias ativas ao azul de metileno" (MBAS - Metilene Blue Active Substances) e suas concentrações são relativas ao sulfonato de alquil benzeno linear (LAS) que é utilizado como padrão na análise, com leitura de absorvância a 650 nm, em espectrofotômetro da RACH, modelo DR 4000, através de metodologia descrita no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.

## 3.3.4 Parâmetros microbiológicos

A avaliação microbiológica foi feita pela contagem de coliformes totais e coliformes fecais semeados em meio de cultura agar, segundo os critérios de assepsia recomendados na literatura, de acordo com metodologia descrita Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.

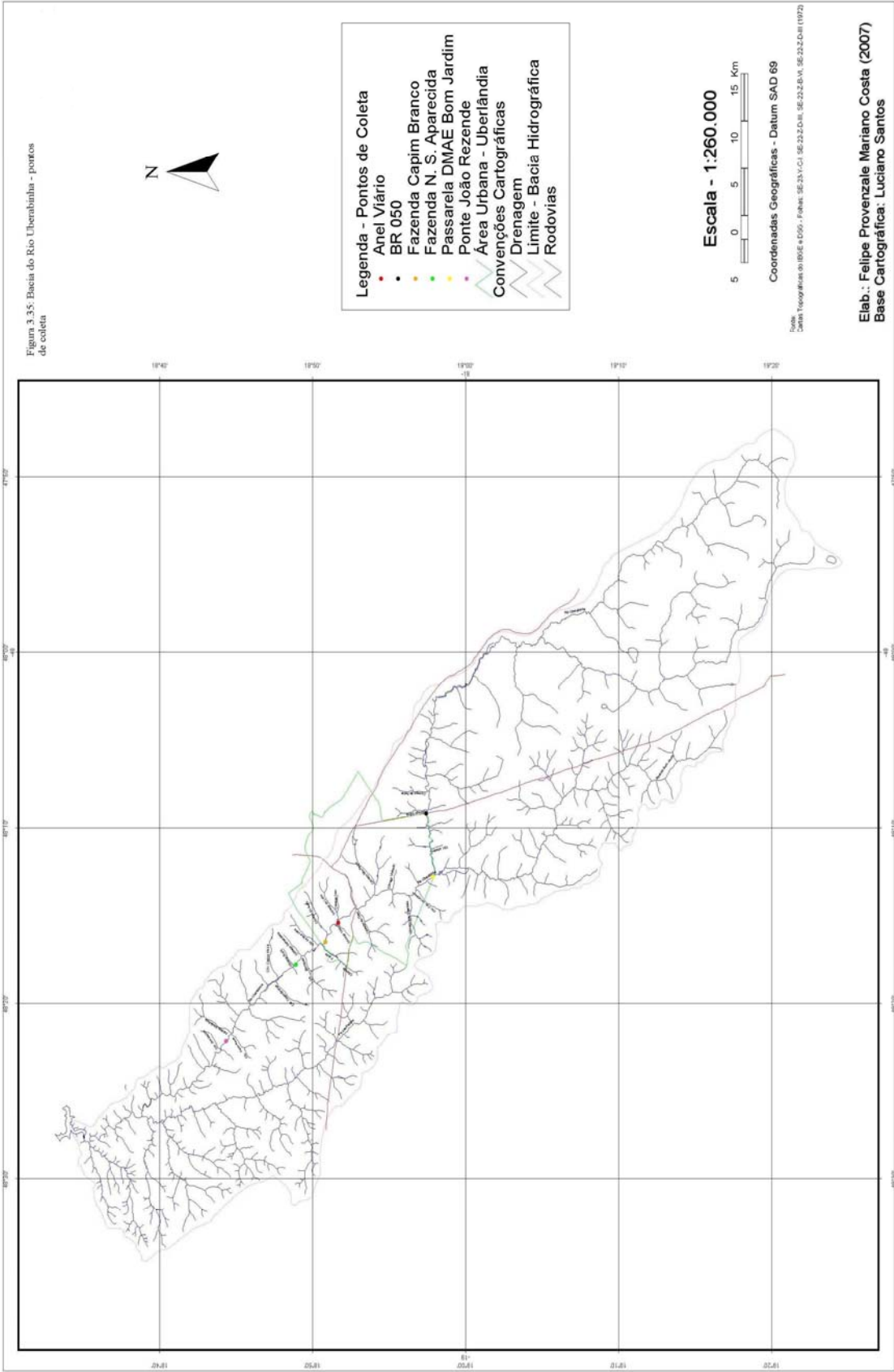


Figura 3.35: Bacia do Rio Uberabinha- pontos de coleta

## Capítulo 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, fala-se em degradação ambiental de uma área quando a vegetação e, por conseqüência a fauna é destruída, removida ou expulsa. Também quando a camada de solo fértil é perdida, removida ou coberta, afetando a vazão e qualidade ambiental dos corpos d'água. Ou mesmo o lançamento de esgoto sanitário, sem prévio tratamento, ultrapassando o poder de autodepuração dos corpos receptores.

O conceito de degradação ambiental, encontrado na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente – Lei Federal 6.938/81, refere-se a qualquer atividade que direta ou indiretamente prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população, e que crie condições adversas às atividades sociais e econômicas, que afete desfavoravelmente a biota, que atinja as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lance matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

As águas doces superficiais para efeito de enquadramento, segundo a Resolução Nº 357 de 17 de março de 2005 do CONAMA, são classificadas segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes em cinco classes, sendo, classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Na citada resolução, no capítulo VI, artigo 42, tem-se que, “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

---

Nas tabelas 4.1 e 4.2 são apresentados os valores médios com o desvio padrão dos parâmetros analisados, sendo que, 04 apresentaram correlações estatísticas significativas ( $\alpha < 0,05$ ) nas áreas estudadas (DBO, DQO, condutividade, óleos e graxas).

Tabela 4.1: Valores de média aritmética e desvio padrão para os parâmetros analisados.

| Parâmetros                                | Ponte BR 050        | Passarela DMAE      | Anel Viário         |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                           | Média $\pm \sigma$  | Média $\pm \sigma$  | Média $\pm \sigma$  |
| DBO (mgO <sub>2</sub> /L)                 | 4,61 $\pm$ 2,025    | 2,52 $\pm$ 1,245    | 7,53 $\pm$ 5,755    |
| DQO (mgO <sub>2</sub> /L)                 | 7,25 $\pm$ 3,330    | 3,72 $\pm$ 1,779    | 11,70 $\pm$ 9,115   |
| Óleos e Graxas (mg/L)                     | 9,84 $\pm$ 7,331    | 5,36 $\pm$ 1,946    | 5,84 $\pm$ 4,155    |
| pH                                        | 6,81 $\pm$ 0,178    | 7,01 $\pm$ 0,218    | 6,91 $\pm$ 0,206    |
| Sólidos Sedimentáveis (mL/L)              | 0,08 $\pm$ 0,179    | 0,06 $\pm$ 0,089    | 0,22 $\pm$ 0,295    |
| Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) | 7,17 $\pm$ 0,498    | 7,42 $\pm$ 0,694    | 5,90 $\pm$ 1,683    |
| Detergente (mg/L)                         | 0,048 $\pm$ 0,00166 | 0,040 $\pm$ 0,00436 | 0,18 $\pm$ 0,194    |
| Condutividade (μS/cm)                     | 9,23 $\pm$ 2,871    | 10,19 $\pm$ 1,417   | 35,24 $\pm$ 19,942  |
| Coliformes Totais (UFC/mL)                | 424 $\pm$ 339,308   | 1224 $\pm$ 1112,353 | 4578 $\pm$ 3766,221 |
| Coliformes Fecais (UFC/mL)                | 32 $\pm$ 43,244     | 50 $\pm$ 62,183     | 712 $\pm$ 777,219   |
| Temperatura da Água (°C)                  | 22,64 $\pm$ 2,439   | 22,70 $\pm$ 2,992   | 23,32 $\pm$ 2,239   |
| Temperatura Ambiente (°C)                 | 27,4 $\pm$ 2,881    | 27,2 $\pm$ 2,588    | 28,2 $\pm$ 3,114    |
| Vazão (m <sup>3</sup> /s)                 | 7,61 $\pm$ 4,070    | _____               | 12,61 $\pm$ 6,286   |

Tabela 4.2: Valores de média aritmética e desvio padrão para os parâmetros analisados.

| Parâmetros                                | Faz. Capim Branco   | Faz. Nossa Sra. Aparecida | Distrito de Martinésia |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|
|                                           | Média $\pm \sigma$  | Média $\pm \sigma$        | Média $\pm \sigma$     |
| DBO (mgO <sub>2</sub> /L)                 | 17,218 $\pm$ 8,317  | 16,304 $\pm$ 12,842       | 15,880 $\pm$ 11,813    |
| DQO (mgO <sub>2</sub> /L)                 | 26,602 $\pm$ 13,050 | 25,464 $\pm$ 20,236       | 24,284 $\pm$ 18,332    |
| Óleos e Graxas (mg/L)                     | 9,040 $\pm$ 4,439   | 5,160 $\pm$ 1,203         | 19,280 $\pm$ 30,108    |
| pH                                        | 6,960 $\pm$ 0,285   | 6,888 $\pm$ 0,157         | 6,946 $\pm$ 0,134      |
| Sólidos Sedimentáveis (mL/L)              | 0,220 $\pm$ 0,192   | 0,420 $\pm$ 0,249         | 0,240 $\pm$ 0,207      |
| Oxigênio Dissolvido (mgO <sub>2</sub> /L) | 5,012 $\pm$ 1,899   | 5,102 $\pm$ 1,914         | 4,890 $\pm$ 2,598      |
| Detergente (mg/L)                         | 0,220 $\pm$ 0,160   | 0,324 $\pm$ 0,120         | 0,440 $\pm$ 0,483      |
| Condutividade ( $\mu$ S/cm)               | 56,520 $\pm$ 26,523 | 66,400 $\pm$ 19,489       | 79,324 $\pm$ 64,918    |
| Coliformes Totais (UFC/mL)                | 32860,000 $\pm$     | 55600,000 $\pm$           | 50520,000 $\pm$        |
|                                           | 36214,610           | 48096,777                 | 59109,661              |
| Coliformes Fecais (UFC/mL)                | 9400,000 $\pm$      | 16696,000 $\pm$           | 1626,000 $\pm$         |
|                                           | 10013,990           | 23286,886                 | 2566,881               |
| Temperatura da Água (°C)                  | 23,860 $\pm$ 2,549  | 23,360 $\pm$ 2,549        | 22,140 $\pm$ 2,889     |
| Temperatura Ambiente (°C)                 | 27,400 $\pm$ 2,702  | 27,200 $\pm$ 2,588        | 27,800 $\pm$ 3,114     |
| Vazão (m <sup>3</sup> /s)                 | —                   | —                         | —                      |

## 4.1 DBO E DQO

Através de análise dos resultados das determinações físico-químicas apresentadas nas tabelas e gráficos 4.1 e 4.2, observa-se que ao entrar na cidade de Uberlândia as águas do rio Uberabinha sofrem um aumento nos valores de DBO e DQO e diminuição de oxigênio dissolvido (OD), evidenciando um aumento de matéria orgânica, provavelmente devido ao lançamento clandestino de esgoto sanitário. Os maiores valores de DBO e DQO foram observados nos pontos Fazenda Capim Branco, Fazenda Nossa Senhora Aparecida e Distrito de Martinésia, pontos esses localizados após a área urbana da cidade. Sendo que a Fazenda Capim Branco é o primeiro ponto de coleta situado após a ETE Uberabinha e a foz do Córrego do Salto.

Verifica-se um aumento nos valores de DBO e DQO do ponto Anel Viário para a Fazenda Capim Branco, sendo possível nos momentos de coleta sentir o odor característico de esgoto e verificar a presença de resíduos sólidos nas águas e margens do rio (figuras 3.8 a 3.10), caracterizando-se esse ponto como uma região em processo de degradação.

Pavanin & Bottecchia, (2006), em estudo realizado no Córrego do Salto, importante afluente do Rio Uberabinha, localizado próximo ao distrito industrial de Uberlândia, responsável pelo saneamento local, observaram valores de DBO próximo a sua nascente, superiores a 100 mg/L. Os resultados das análises físico-químicas indicaram um elevado teor de matéria orgânica, maior nas adjacências da nascente, com diminuição ao longo do curso.

Assim, pode-se atribuir influência do Córrego do Salto e do lançamento de esgoto tratado da ETE Uberabinha, no aumento do índice de poluição verificado após o ponto de coleta Anel Viário. Shimizu (2000), em trabalho realizado no mesmo local observou valores máximos de DBO em 130 mg/L (Anel Viário) e 110 mg/L (Fazenda Capim Branco), em setembro de 1999, período de seca. Sendo que não existia a ETE Uberabinha neste período.

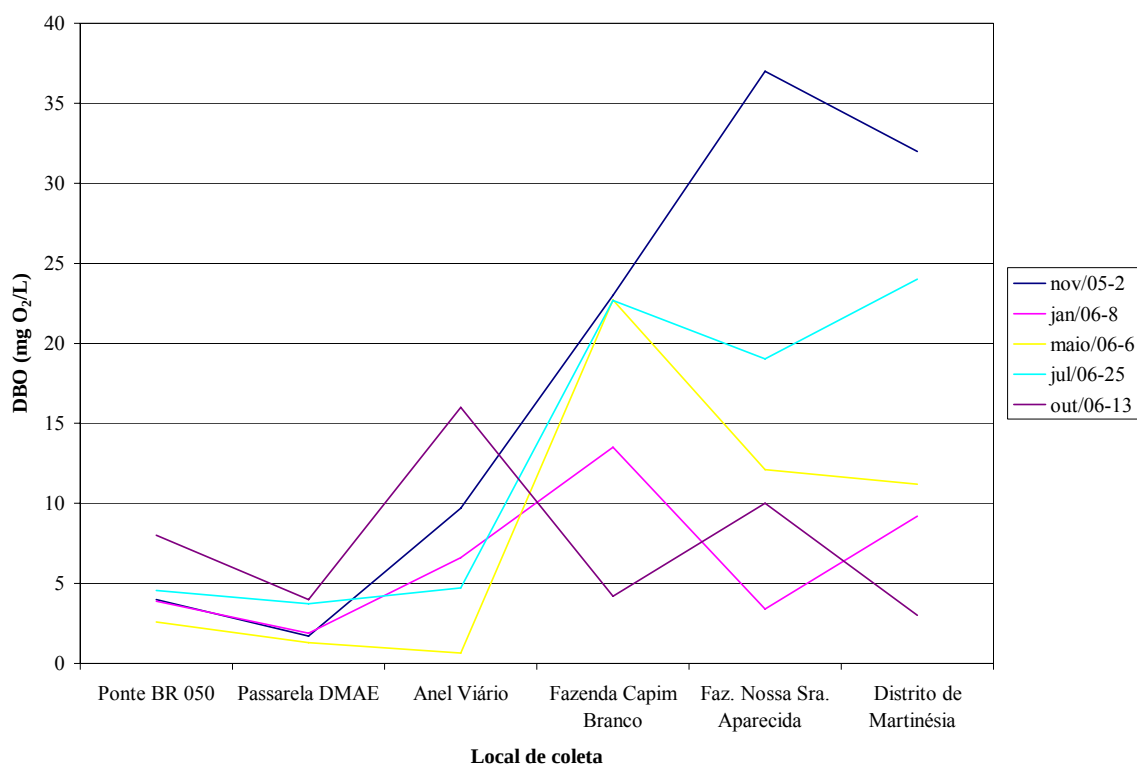


Gráfico 4.1: Variação temporal de DBO, em todos os locais de coleta

O maior valor de DBO e DQO foi registrado no ponto de coleta Fazenda Nossa Senhora Aparecida, sendo de 37,0 mg/L e 58,3 mg/L, respectivamente, em coleta realizada em novembro/ 2005, porém para o mesmo local, em outubro/ 2006, os resultados obtidos, para os mesmos parâmetros, sofreram um decréscimo para 10,0 mg/L e 15,6 mg/L, respectivamente. Possivelmente devido ao aumento de vazão que ocorreu neste período, favorecendo a diluição da carga poluidora.

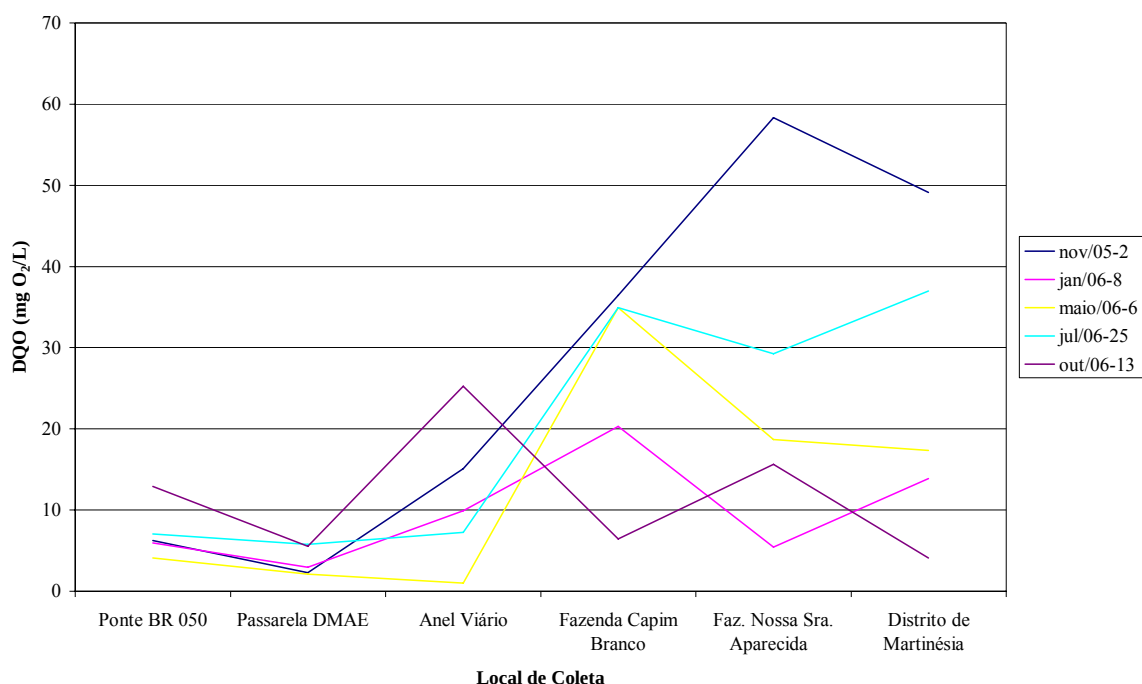


Gráfico 4.2: Variação temporal de DQO, em todos os locais de coleta

Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, para águas doces classe 2, o valor de DBO não deve exceder 5 mg/L. De acordo com os valores encontrados (tabelas 4.1 e 4.2), verifica-se que apenas os locais de coleta Ponte BR 050 e Passarela DMAE apresentaram valores médios de DBO dentro do estabelecido pela legislação, em todos os meses em que foram realizadas coletas. No local Anel Viário apenas em maio/ 2006 e julho/ 2006 a DBO ficou abaixo do permitido, com valores de 0,66 mg/L e 4,7 mg/L, por outro lado, no ponto Fazenda Capim Branco, nos meses analisados os valores de DBO ficaram todos acima do permitido (tabela 4.2), com exceção em outubro/ 2006, que apresentou valor de 4,2 mg/L, fato explicado pois a coleta foi realizada em período de início das chuvas, sendo que na véspera e no momento da coleta choveu, proporcionando um aumento de vazão, com conseqüente diluição da carga poluidora.

A relação DQO/ DBO, para todos os pontos, foi em média 1,5, caracterizando uma carga poluidora biodegradável.

Verifica-se de um modo geral uma diminuição nos índices de poluição registrados no presente trabalho em relação aos observados por Shimizu (2000).

## 4.2 OD

No rio Uberabinha, as concentrações de oxigênio não mostraram relação direta com a temperatura, e sim com a sazonalidade; tendo Shimizu (2000), também constatado a influência da sazonalidade nos teores de oxigênio dissolvido e na demanda bioquímica de oxigênio no mesmo rio.

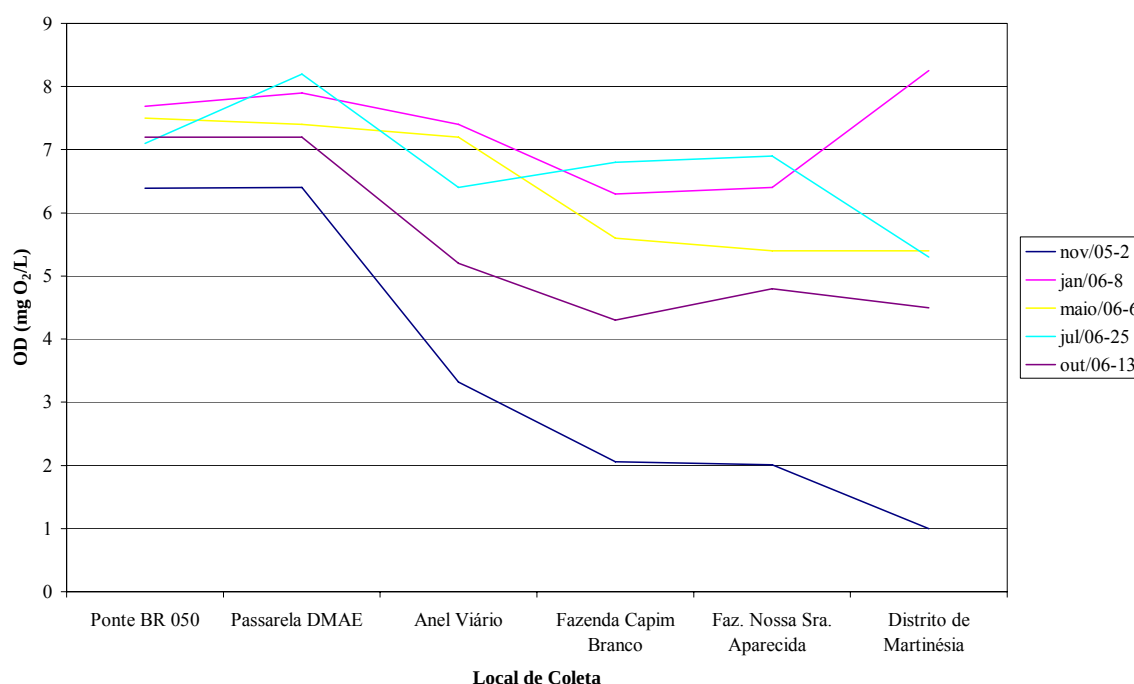


Gráfico 4.3: Variação temporal do oxigênio dissolvido, em todos os locais de coleta

Segundo Brites (2002) o aumento dos teores de oxigênio no período das chuvas está relacionado à difusão do oxigênio atmosférico na água, que aumentam o volume e a movimentação das águas nas corredeiras e cachoeiras do rio.

O fator que comanda o aumento do oxigênio dissolvido na massa d'água deve ser uma combinação entre o efeito do aumento da vazão, que proporciona melhor capacidade de diluição de oxigênio e a insolação mais intensa que ocorre no período de janeiro, que atua diretamente na produção fotossintética de oxigênio na atmosfera.

Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, o teor de OD em qualquer amostra não deve ser inferior a 5,0 mg/L, sendo que através das tabelas 4.1 e 4.2 e gráfico 4.3, observa-se que nos locais de coleta Anel Viário, Fazenda Capim Branco, Fazenda Nossa Senhora Aparecida e Distrito de Martinésia, apresentaram respectivamente, os menores valores de OD, sendo de 3,3, 2,0, 2,0 e 1,0 mg/L, todos registrados no mesmo período (novembro/ 2005).

## 4.3 ÓLEOS E GRAXAS

Através da observação das amostras, no momento da coleta, não foi observado presença de material graxo. Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes. Através dos resultados obtidos, mostrados nas tabelas 4.1 e 4.2 e gráfico 4.4, verifica-se que os maiores valores foram observados nos locais, ponte BR 050, com valor de 22,8 mg/L (novembro/2005), Anel Viário com 9,4 mg/L (outubro/ 2006), Fazenda Capim Branco com 14,6 mg/L (maio/ 2006) e Distrito de Martinésia com 73,0 mg/L (novembro/ 2005), que apresentou a maior média, 19,3 mg/L (tabela 4.2), sendo a menor média registrada de 5,3 mg/L no local passarela DMAE.

Deve estar ocorrendo lançamentos clandestinos pontuais em determinados locais, o que explica os valores altos encontrados.

---

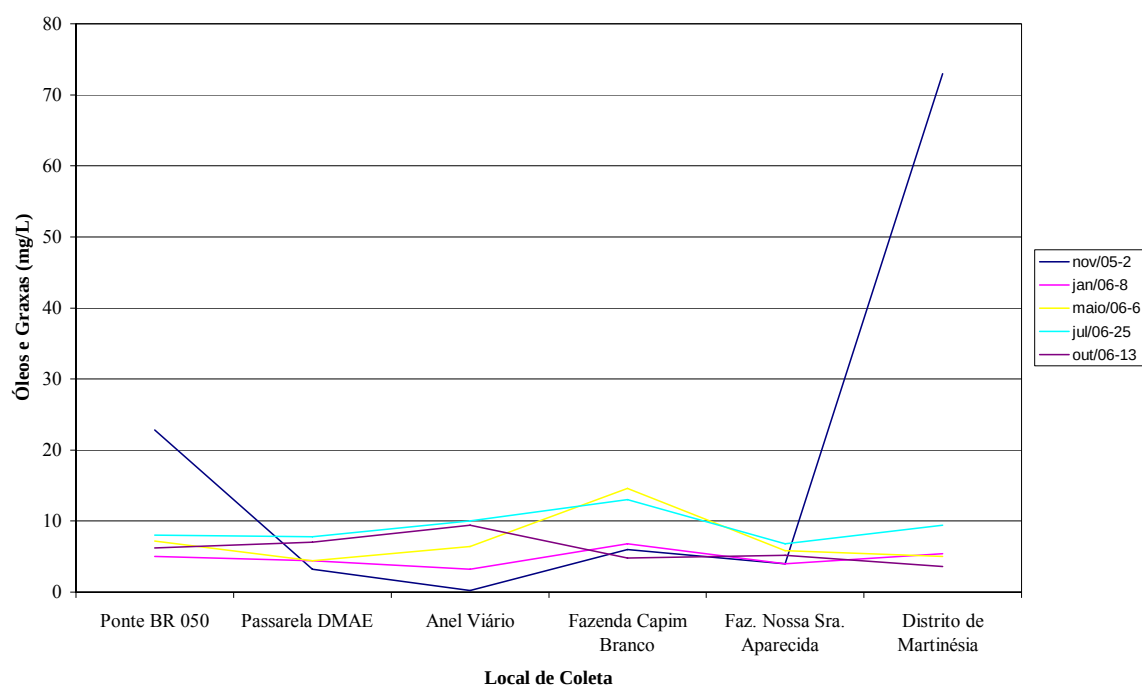


Gráfico 4.4: Variação temporal de óleos e graxas, em todos os locais de coleta

## 4.4 pH E CONDUTIVIDADE

Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, o pH deve estar entre 6,0 a 9,0. De acordo com os valores encontrados, o rio Uberabinha apresentou pH com valores dentro do estabelecido (gráfico 4.5).

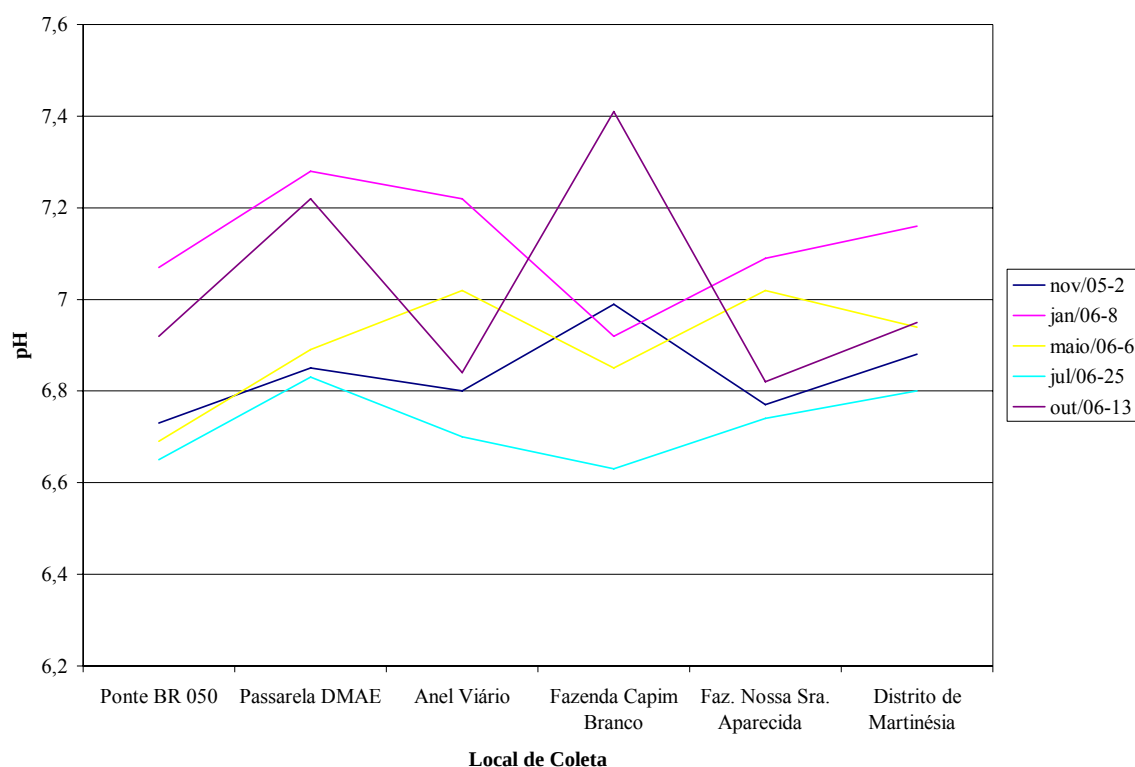


Gráfico 4.5: Variação temporal do pH, em todos os locais de coleta

No rio Uberabinha a água variou de ácida a alcalina, embora o perfil médio seja de água ligeiramente ácida, tendo Shimuzu (2000) e Brites (2002) também relatado que os valores de pH da água do rio Uberabinha apontaram para uma água levemente ácida, não tendo, para os anos citados, registrado nenhum valor acima de 6,8.

A menor média de pH foi de 6,81, determinada na ponte BR 050 e a maior média 7,01, na passarela DMAE (tabela 4.1).

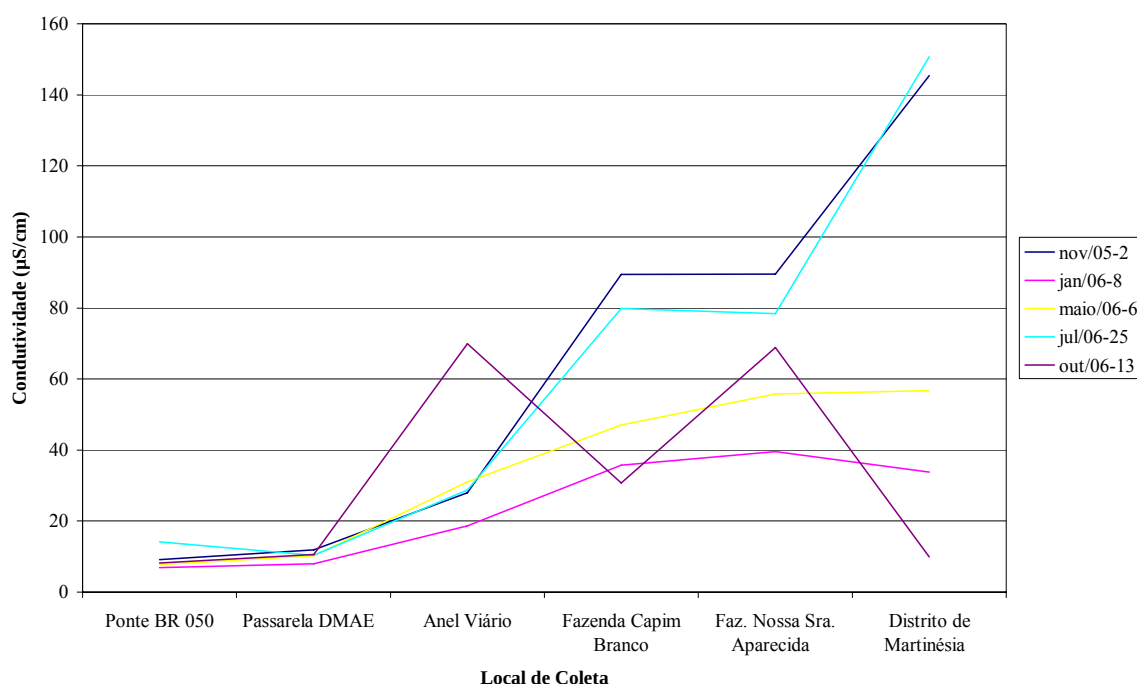


Gráfico 4.6: Variação temporal da condutividade, em todos os locais de coleta

A condutividade elétrica da água do rio Uberabinha sofre um aumento após passar pelo perímetro urbano. Os locais Anel Viário, Fazenda Capim Branco, Fazenda Nossa Senhora Aparecida e Distrito de Martinésia apresentaram valores maiores, sendo que no Distrito de Martinésia registrou-se os maiores picos de condutividade, em novembro de 2005 e junho de 2006 (gráfico 4.6). Não existe padrão de referência para o parâmetro condutividade, porém segundo a CETESB (2006), valores de condutividade acima de 100  $\mu\text{S}$  indicam ambientes impactados. No distrito de Martinésia foram determinados valores de 145,4  $\mu\text{S}$  (novembro/2005) e 150,7  $\mu\text{S}$  (julho/2006).

## 4.5 SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS

Observa-se um aumento da quantidade de sólidos sedimentáveis nas águas do rio Uberabinha no início (outubro/2006) e durante (janeiro/2006) o período das chuvas, de acordo com as tabelas 4.1 e 4.2 e gráfico 4.7. Este aumento está relacionado com as alterações que ocorrem no rio em função das chuvas, alterando-se a dinâmica do mesmo,

aumentando o volume das águas e carreando materiais das margens para a água e arrastando mais lodo do fundo do rio, principalmente em regiões de corredeira.

Para o ponto de coleta BR 050 não encontrou-se nenhuma relação entre o aumento de vazão com o valor de sólidos sedimentáveis, pois no período de vazão mínima, 4,8 m<sup>3</sup>/s (novembro/ 2005) e de vazão máxima, 13,6 m<sup>3</sup>/s (janeiro/ 2006) (tabelas 4.1 e 4.2), o valor de sólidos sedimentáveis encontrado foi o mesmo, <0,10 mL/L. Para o ponto de coleta Anel Viário a vazão apresentou valor mínimo de 8,6 m<sup>3</sup>/s (novembro/2005) e máximo de 21,9 m<sup>3</sup>/s (Janeiro/ 2006) (tabela 4.1), sendo que para o mesmo período os valores de sólidos sedimentáveis foram de <0,10 e 0,3 mL/L, respectivamente. Porém o valor máximo (0,7 mL/L) para este ponto foi observado em outubro/ 2006 e vazão de 9,1 m<sup>3</sup>/s.

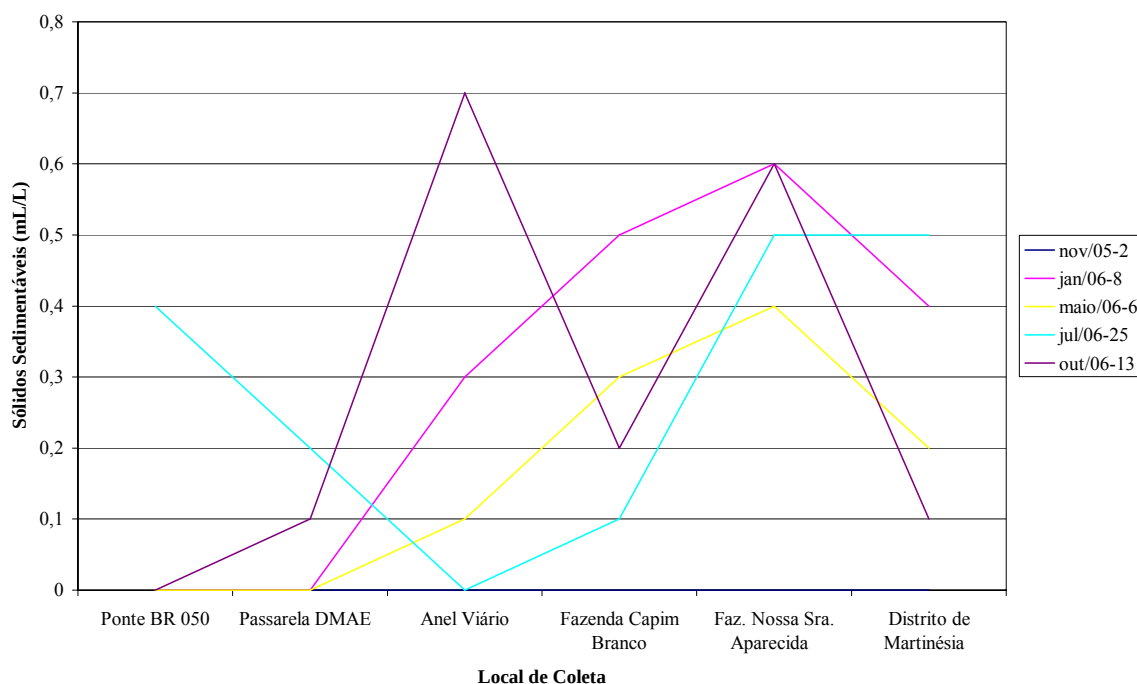


Gráfico 4.7: Variação temporal dos sólidos sedimentáveis, em todos os locais de coleta

## 4.6 DETERGENTE

Observa-se, através de análise das gráfico 4.8 e tabelas 4.1 e 4.2, que as maiores concentrações de detergente foram detectadas no ponto de coleta Distrito de Martinésia, em

novembro/ 2005 o valor foi de 0,66 mg/L e em julho/ 2006, 1,2 mg/L. Verifica-se que neste local, para o mesmo período, encontrou-se baixos valores de OD em relação aos outros meses, sinalizando a influência deste contaminante no teor de OD e elevados valores de DBO, indicando um aumento no consumo de oxigênio.

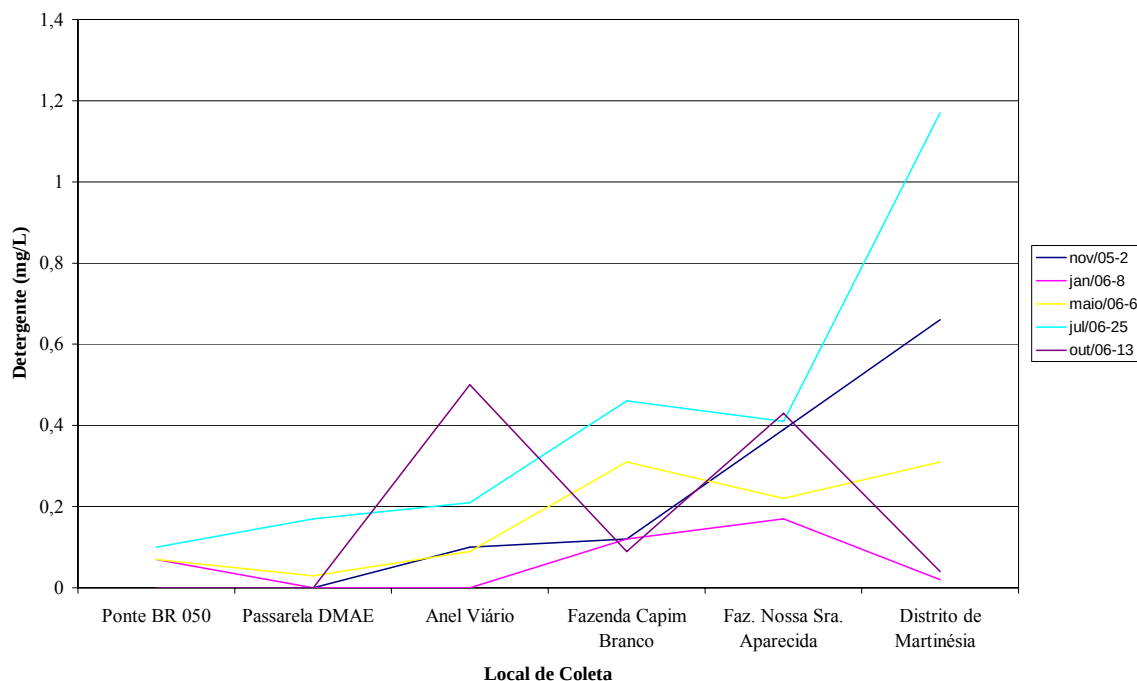


Gráfico 4.8: Variação temporal do detergente, em todos os locais de coleta

## 4.7 COLIFORMES TOTAIS E FECAIS

Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, para águas doces classe 2, para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA N° 274, de 29 de novembro de 2000, que classifica em excelente (máximo de 250 coliformes termotolerantes), muito boa (máximo de 500 coliformes termotolerantes) e satisfatória (máximo de 1000 coliformes termotolerantes). Para os demais usos, não deverá exceder um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 06 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

A presença das bactérias coliformes nas amostras coletadas indica que o rio recebeu matérias fecais, ou esgotos e a presença de coliformes fecais na água indica a presença de fezes e, portanto, a possibilidade da presença de organismos patogênicos.

Através de análise das tabelas 4.1 e 4.2 e gráficos 4.9 e 4.10, verifica-se que o ponto de coleta BR 050 apresentou o menor índice médio de contaminação por coliformes totais e fecais, mesmo sendo um local do rio antes do perímetro urbano observa-se pela presença dos microrganismos “indicadores” que houve o lançamento de esgoto sanitário ou carreamento de fezes de animais para as águas do rio antes desse ponto de coleta.

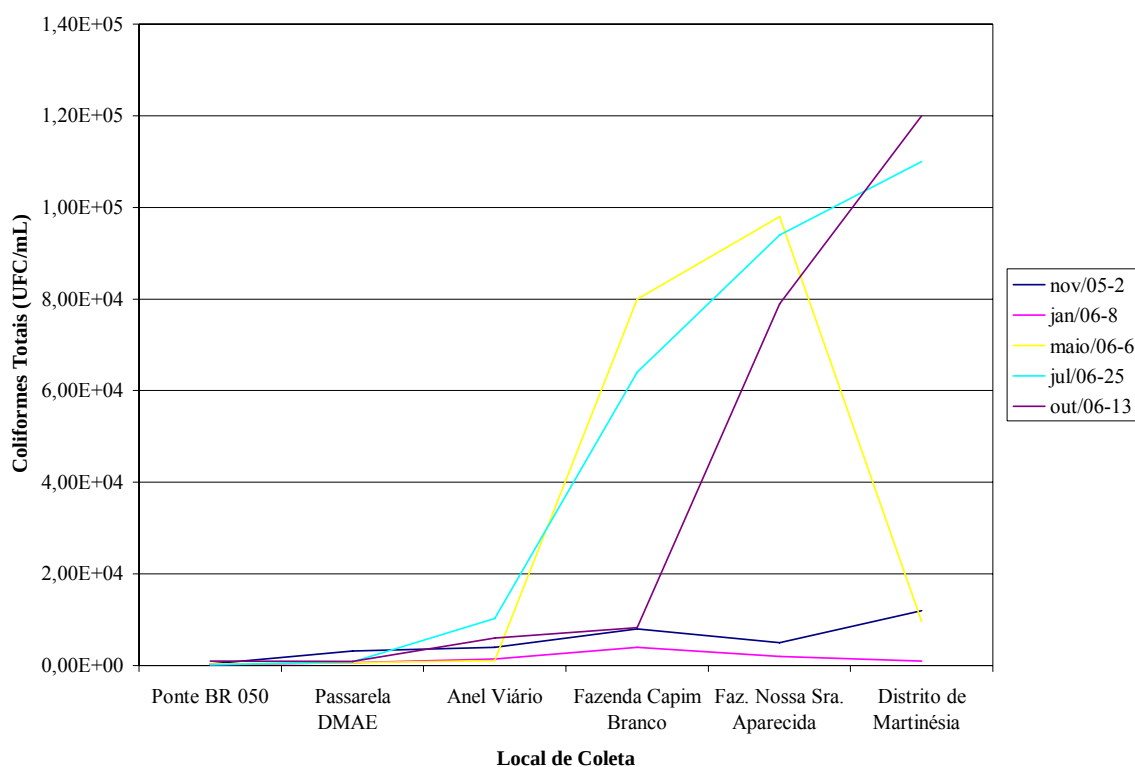


Gráfico 4.9: Variação temporal dos coliformes totais, em todos os locais de coleta

Em relação ao próximo ponto de coleta, passarela DMAE, verifica-se que houve um aumento no índice de contaminação, em relação ao ponto BR 050, indicando que ocorre mais lançamento irregular de esgoto após a ponte BR 050, talvez trazido pelo córrego Campo Alegre, que tem sua nascente localizada próxima ao loteamento Parque São Gabriel e é receptor de sua rede de captação pluvial. Sua foz no rio Uberabinha está localizada aproximadamente a 4,6 km à jusante da BR 050.

Observa-se que da BR 050 até a fazenda Nossa Sra. Aparecida o índice de contaminação só aumentou. No distrito de Martinésia os valores oscilaram, em alguns meses apresentaram maiores índices de contaminação em relação ao ponto anterior e em outros meses menores índices.

Verifica-se para todos os pontos, com exceção do distrito de Martinésia, que o menor índice de contaminação foi observado em Janeiro/ 2006, devido ao aumento da vazão do rio no período das chuvas, que acarreta numa diluição da carga poluidora.

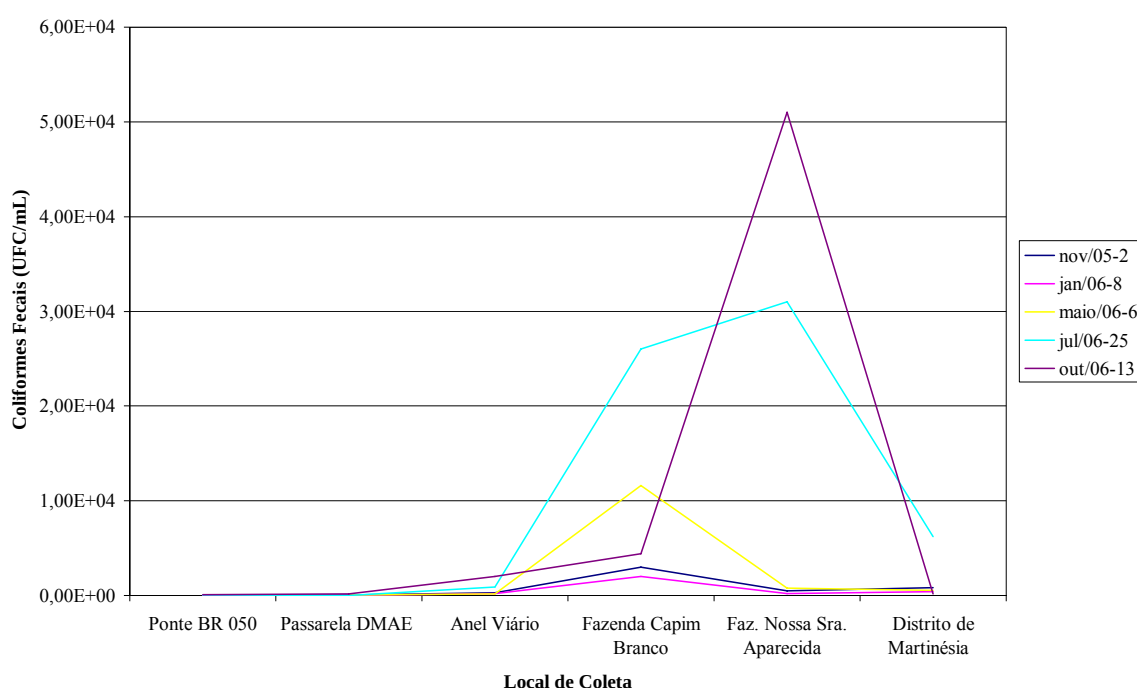


Gráfico 4.10: Variação temporal dos coliformes fecais, em todos os locais de coleta

Embora as coletas tenham sido realizadas em períodos trimestrais e não bimestrais como recomenda o CONAMA, verifica-se que os maiores índices de contaminação ocorrem na fazenda Capim Branco e fazenda Nossa Sra. Aparecida, sendo que esses pontos ficam após a ETE Uberabinha, ou seja, o rio já recebeu o esgoto tratado.

## 4.8 TEMPERATURA AMBIENTE E TEMPERATURA DA ÁGUA

A temperatura da água é um fator determinante para o desenvolvimento de vidas aquáticas, pois está relacionada com a solubilidade de oxigênio, e com o metabolismo de microrganismos.

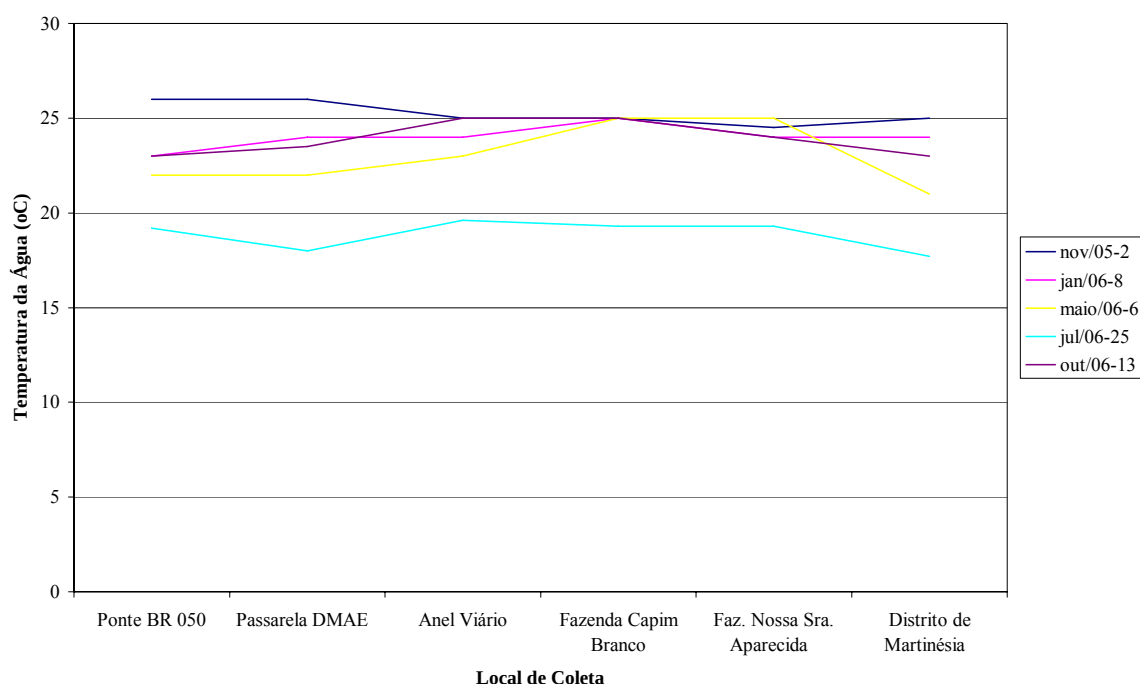


Gráfico 4.11: Variação temporal da temperatura da água, em todos os locais de coleta

No rio Uberabinha a variação da temperatura da água ocorreu de forma sazonal, acompanhando a temperatura ambiente (gráficos 4.11 e 4.12). Embora as médias das temperaturas da água durante o período analisado tenham sido próximas nas áreas estudadas, as afastadas da cidade apresentaram temperaturas mais amenas, provavelmente relacionada à maior quantidade de vegetação presente nas margens, com mata ciliar em vários pontos a montante e no próprio local de amostragem.

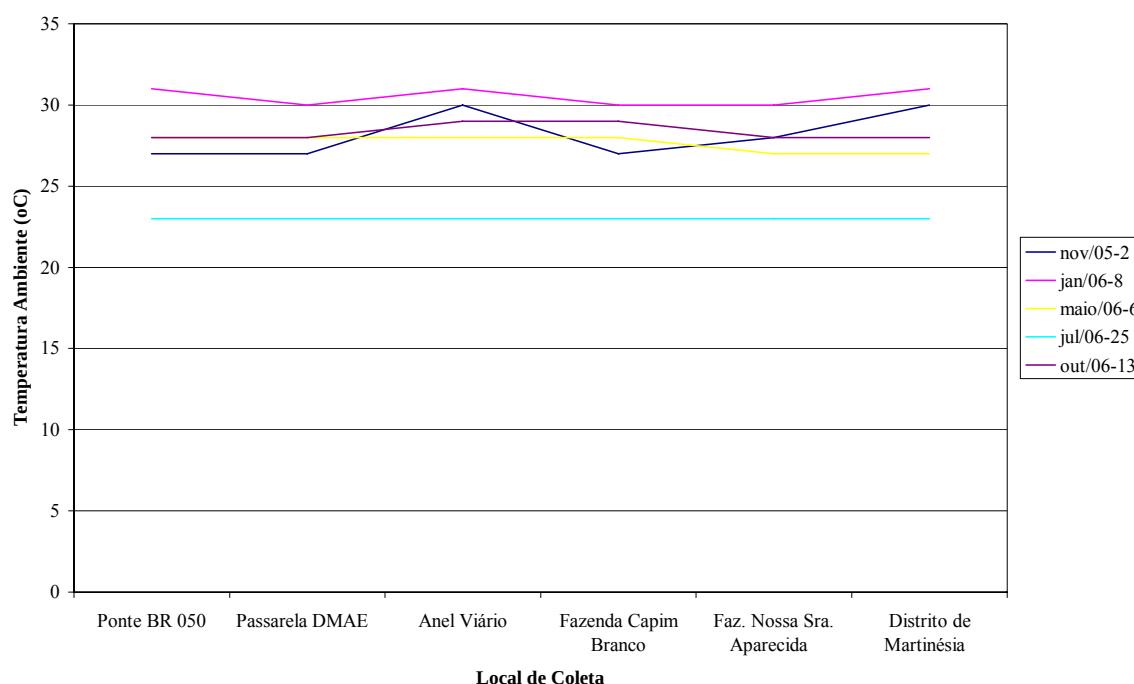


Gráfico 4.12: Variação temporal da temperatura ambiente, em todos os locais de coleta

De acordo com as tabelas 4.1 e 4.2, no período de coleta a temperatura do ar variou de 23,0°C (julho/ 2006) a 31,0°C (janeiro/2006). O menor valor de temperatura da água foi registrado no Distrito de Martinésia, 17,7°C (Julho/ 2006) e o maior 26,0°C nos pontos Ponte BR 050 e Passarela DMAE (Novembro/ 2005).

## 4.9 VAZÃO

Nos pontos em que determinou-se a vazão observa-se que existe grande influência no aumento da vazão com a diminuição dos índices de poluição, devido a diluição da carga poluidora recebida, e também auxilia na oxigenação da água, favorecendo o aumento nos teores de oxigênio dissolvido.

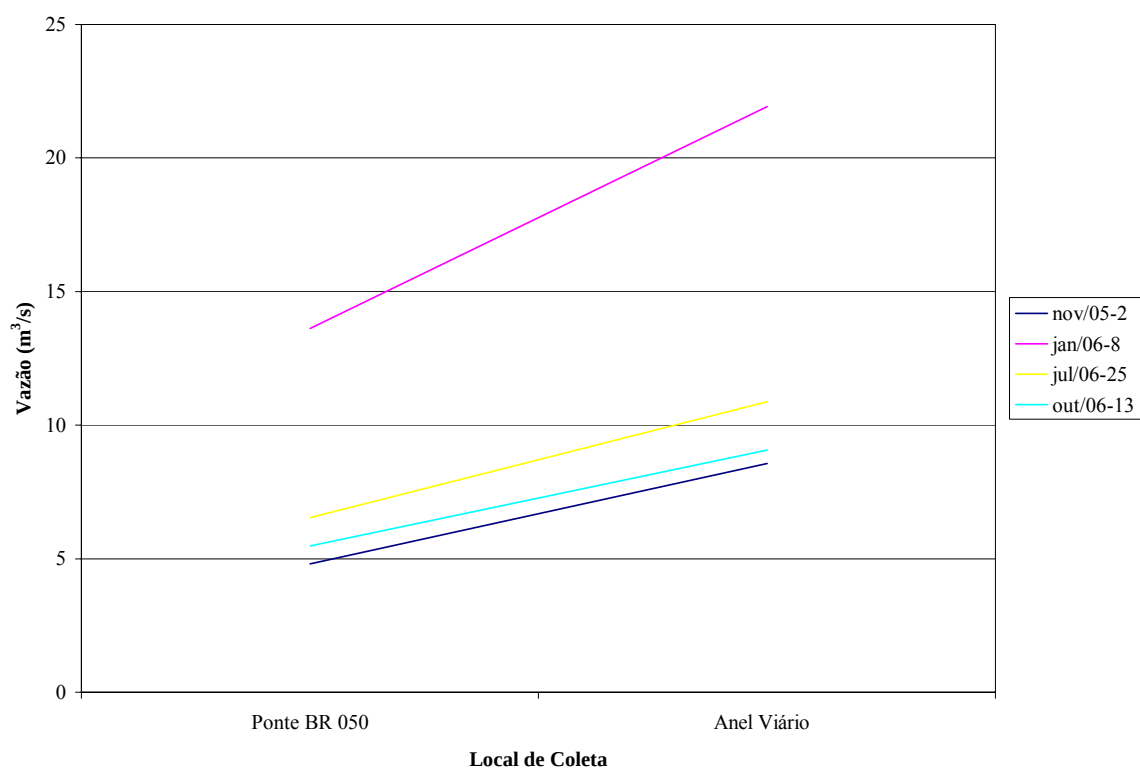


Gráfico 4.13: Variação temporal da vazão, em todos os locais de coleta

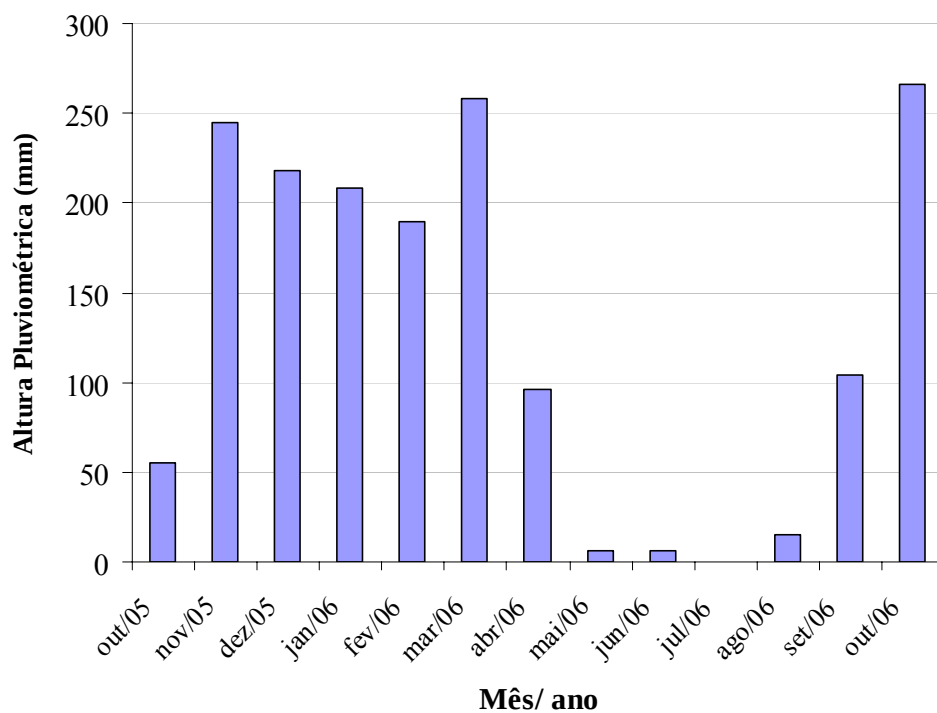


Gráfico 4.14: Alturas pluviométricas mensais (mm) – Uberlândia (MG)

Observa-se através dos gráficos 4.13 e 4.14, que existe relação direta do índice pluviométrico com o aumento da vazão, apresentando uma variação sazonal, tendo Shimizu (2000) também relatado mesmo tipo de variação em determinações feitas nas pontes BR 050 e João Rezende, distrito de Martinésia.

## Capítulo 5: CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que existe grande influência da cidade de Uberlândia no índice de poluição gerado nas águas do rio Uberabinha. Sendo considerado classe 2, segundo resolução do CONAMA, os resultados mostram índices de poluição bem superiores aos estabelecidos para essa classe, em alguns pontos. Sendo que os principais problemas são desmatamento, uso e ocupação desordenada do solo, poluição do solo por disposição de resíduos sólidos, que são carreados para as águas do rio e poluição gerada através de lançamentos clandestinos de esgoto, sem prévio tratamento adequado.

Embora tenha sido considerado inicialmente, o ponto de coleta BR 050, como referência de água de boa qualidade, para verificar a influência do lançamento de esgoto sanitário, no índice de poluição do rio, o mesmo apresentou presença de alguns contaminantes, mesmo que em baixas concentrações. Porém independente disso, serviu como indicativo de comparação para verificar o aumento da poluição ao longo do rio, ou seja, a diminuição da qualidade das águas.

Após o rio percorrer cerca de 20 km, já tendo passado pelo perímetro urbano de Uberlândia, verifica-se um aumento considerável no nível de poluição, que praticamente se mantém até o último ponto de coleta, onde o rio já percorreu cerca de 42 km, em relação ao primeiro ponto, o que evidencia problemas de lançamentos clandestinos que ocorrem ao longo do trecho analisado.

No Distrito de Martinésia encontrou-se elevados níveis de poluição nas águas analisadas, sendo que o local está localizado a aproximadamente 20 km da área urbana, situado portanto em área rural. Era esperado uma redução nos índices de poluição, encontrado nos pontos

---

anteriores, porém isso não foi observado, assim nota-se que o poder de autodepuração do rio está comprometido até esse ponto.

Para os pontos Fazenda Capim Branco e Nossa Senhora Aparecida, também localizados em áreas rurais, porém próximos à cidade, nota-se altos índices de poluição, sendo maiores que os encontrados para o ponto anterior a estes, Anel Viário, indicando lançamento clandestino de esgoto.

A proposta do trabalho foi a de buscar informações para diagnosticar a qualidade das águas do rio Uberabinha, fornecendo dados para subsidiar um diagnóstico da sub-bacia do rio Uberabinha, verificando através dos parâmetros encontrados, a qualidade da água e a ocorrência de lançamentos clandestinos, já que o DMAE afirma tratar 100% do esgoto gerado pela cidade de Uberlândia.

Nas áreas estudadas, encontraram-se níveis de poluição da água bem significativos, indicando realmente o lançamento clandestino de esgoto, sendo necessário que o DMAE intensifique a fiscalização de tais ocorrências. Ainda a adoção de técnicas de manejo que minimizem os impactos nas áreas degradadas, além da prática de medidas de conservação e de programas ambientais de educação e preservação. Essa é a fase mais avançada do processo de conscientização ambiental: a auto-regulação.

Entretanto, apesar da legislação existente, falta aos órgãos ambientais maior número de técnicos, melhores salários e equipamentos, ou seja, infra-estrutura, para que de fato se faça cumprir as regras já existentes.

## 5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para continuidade deste trabalho, sugere-se o monitoramento da qualidade da água do rio Uberabinha após o Distrito de Martinésia para verificação do poder de autodepuração, que através do trecho analisado, não permitiu avaliar tal fenômeno. Também acrescentar alguns parâmetros de controle, como nutrientes (nitrogênio e fósforo), turbidez, pesticidas e metais pesados.

---

## REFERÊNCIAS

---

ANDRADE, N. J de., MARTYN, M. E. L. **A água na indústria de alimentos**. Viçosa: UFV, 1982. 37 P.

ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em 10 dez. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR – ABEAS. **Encontro Nacional: Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável. Agenda 21 (18) Relatório final**. Brasília: ABEAS, 1996. 107 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897**: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 9898**: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 10357**: determinação da demanda química de oxigênio: método de refluxo aberto. Rio de Janeiro, 1988.

\_\_\_\_\_. **NBR 10561**: determinação de resíduo sedimentável: método do cone Imhoff. Rio de Janeiro, 1988.

---

\_\_\_\_\_. **NBR 12614**: determinação da demanda bioquímica de oxigênio: método de incubação: 20°C, cinco dias. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13348**: determinação do teor de óleos e graxas. Rio de Janeiro, 1995.

AZEVEDO NETTO, J. M., et al. **Manual de Hidráulica**. 8 ed. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1998. 669 p.

BACCARO, C. A. D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, 1989. p. 17-21.

BACCARO, C. A. D. Unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro: estudo preliminar. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5/6, 1991. p. 37-42.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. **Ecologia: educação ambiental – ciências do meio ambiente para universitários**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1980. 206 p.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível: <<http://www.feam.br>>. Acesso em: 20 outubro 2007.

BRITES, V. L. de C. **Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia, algas epizoárias e histopatologia de *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) (Testudinata, Chelidae), expostos a diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, Minas Gerais**, 2002. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

---

BRUCE, J. P. **Meteorology and hydrology for sustainable development**. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 1992.

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

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp#coliformes>>. Acesso em 03 nov 2006.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CNUMAD. **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992.

DEBERDT, A. J. **Qualidade de água**. Disponível em: <<http://www.educar.sc.usp.Br/biologia/prociencias/qagua.htm>> Acesso em : 11 ago. 2006.

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia (MG). Disponível em: <<http://www.uberlandia.mg.gov.br>> Acesso em: 15 out. 2006.

FOUST, A. S., et al. **Princípios das Operações Unitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1982. 670 p.

MACHADO, C.J.S. **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. 372 p.

MCCARTY, M. **Microbiologia de Davis**. São Paulo: Harper & Row, 1979. p. 918 – 919.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, 1989. p. 9-16.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan , 1988. 434 p.

---

OSORIO, Viktoria Klara Lakatos; OLIVEIRA, Wanda de. Polifosfatos em detergentes em pó comerciais. **Quím. Nova.**, São Paulo, v. 24, n. 5, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422001000500019&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000500019&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 30 Jan 2007. doi: 10.1590/S0100-40422001000500019.

PAVANIN, L. A. ; BOTTECCHIA, O. L. . **Evolução da qualidade da água do córrego do salto e de suas cercanias**. In: Ciampi, Melany. M.. (Org.). Council of Researches in Education and Sciences. III ed. Santos: COPEC-Council of Researches in Education and Sciences, 2006, v. IV, p. 365-367.

PELCZAR Jr, M. J., et al., **Microbiologia – Conceitos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1997. 2 v. p: 351 – 355.

RAND, M.C., GREEMBERG, A.G., TARAJ, M.J. (Ed.) **Standard methods for examination of water and wastewater**. 18. ed., Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 1992.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 470 p.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 3, n. 5/6, 1991. p. 91–108.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 532 p.

SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**, 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

---

SEWELL, G.H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: E.P.U/EDUSP, 1978. 294 p.

SHIMIZU, W. **Oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio no rio Uberabinha**: um estudo da poluição orgânica biodegradável, 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.

SILVA, D. B., SCHNEIDER, M. O. A exploração de argila nas nascentes do rio Uberabinha (MG): considerações sobre suas conseqüências sócio-ambientais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 2, 1989. p. 53-75.

SOARES, J. B., MAIA, A. C. F. **Água**: microbiologia e tratamento. Fortaleza: EUFC, 1999. 214 p.

TELLES, D. D. Água na agricultura e Pecuária. In REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; e TUNDISI, J. G. (Org. e coord cient). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. p. 305-307.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington: American Public Health Association, 1992. 1219 p.

VON SPERLING, M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- DESA. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 242 p

ZAMPIERON, S. L. M., VIEIRA. J. L. de A. **Poluição da água**. Disponível em: <[http://www.educar.sc.usp.br/biologia/textos/m\\_a\\_txt5.html](http://www.educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt5.html)>. Acesso em: 11 ago. 2006

---