

## DIAGNÓSTICO TEMPORAL E ESPACIAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO UBERABA – MG

**Renato Farias do Valle Junior**

Doutor em Agronomia - IFTM/Uberaba  
[renato@iftm.edu.br](mailto:renato@iftm.edu.br)

**Vera Lúcia Abdala**

Doutora em Agronomia – IFTM/Uberaba  
[vlabdala@iftm.edu.br](mailto:vlabdala@iftm.edu.br)

**Janaina Ferreira Guidolini**

Gestora Ambiental – IFTM/Uberaba  
[janaguidolini@gmail.com](mailto:janaguidolini@gmail.com)

**Hygor Evangelista Siqueira**

Gestor Ambiental – IFTM/Uberaba  
[hygorsiqueira@yahoo.com.br](mailto:hygorsiqueira@yahoo.com.br)

**Humberto Gois Candido**

Doutor em Agronomia – IFTM/Uberaba  
[gois@iftm.edu.br](mailto:gois@iftm.edu.br)

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das águas superficiais do Rio Uberaba, situado no Triângulo Mineiro, abrangendo os municípios de Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas e Planura. Os parâmetros físico-químicos pH, condutividade elétrica, potencial de oxirredução (ORP), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, sólidos totais foram analisados em campo com o uso de sonda multiparâmetros HORIBA enquanto demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio, fosforo total, fosforo dissolvido, amônia, alcalinidade, acidez total, cloretos, coliformes totais, coliformes fecais, demanda química de oxigênio (DQO), nitrato, nitrito, nitrogênio orgânico, óleo e graxas e sulfatos foram analisados em laboratório, nos períodos chuvoso e seco, entre março de 2009 a julho de 2010, em cinco pontos de amostrais ao longo do rio. De acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005, dentre os parâmetros avaliados os coliformes termotolerantes apresentaram-se acima dos limites estabelecidos para Classe III e II, para o período chuvoso enquanto no período seco todos os parâmetros encontraram-se dentro do limite da Classe II. Esses resultados indicam que as águas superficiais da bacia hidrográfica encontram-se contaminadas com grandes concentrações de poluentes principalmente de origem orgânica em especial durante o período chuvoso.

**Palavras – chave:** Resolução CONAMA nº 357/2005. Bacia hidrográfica. Águas superficiais.

### DIAGNOSIS OF SPACE AND TIME OF SURFACE WATER QUALITY OF RIVER UBERABA-MG

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality of surface waters of the Rio Uberaba, located in the Triângulo Mineiro, encompassing the cities of Uberaba, Verissimo, Conceição das Alagoas and Planura. The physico-chemical

parameters pH, conductivity, redox potential (ORP), dissolved oxygen (DO), turbidity, total solids were analyzed in the field using multiparameter probe HORIBA as Biochemical Oxygen Demand (BOD), nitrogen, phosphorus total dissolved phosphorus, ammonia, alkalinity, acidity, chloride, total coliforms, fecal coliforms, chemical oxygen demand (COD), nitrate, nitrite, organic nitrogen, oil and grease and sulphates were analyzed in the laboratory, in the rainy and dry season, between March 2009 and July 2010 at five sampling point along the river. According to CONAMA Resolution N° 357/2005, among the parameters evaluated faecal coliforms, total and total phosphorus were above the limits established for Class II and III for the period rainy while in the dry season all the parameters were within the limit of Class II. These results indicate that surface water from the watershed are contaminated with large concentrations of pollutants mainly of organic origin especially during the rainy season.

**Keywords:** CONAMA Resolution N° 357/2005. Watershed. Surface water.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a qualidade hídrica dos cursos d'água de uma bacia hidrográfica é de extrema importância, pois possibilita inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo. Uma forma de se conhecer a qualidade hídrica é fazer o diagnóstico temporal e espacial, obtendo informações necessárias ao gerenciamento e ações de intervenção para recuperação ou preservação dos mananciais, dando melhores condições a sustentabilidade dos ecossistemas.

Uma das principais causas da baixa disponibilidade hídrica se relaciona às ações antrópicas de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas sem planejamento, as quais causam a poluição da água. Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. Segundo Santos (2005), as alterações dos parâmetros de qualidade das águas podem ser causadas por características pedológicas, declividade e tipo de uso e cobertura do solo, que regulam a quantidade de sedimentos e concentrações químicas que podem ser carregados para os cursos d'água.

A agricultura é uma importante fonte de poluição difusa, contribuindo com aproximados 46% dos sedimentos dos cursos d'água, no qual simultaneamente a pecuária também contribui para a degradação do solo, favorecendo a sua compactação e, por consequência, o surgimento de focos erosivos (PRATO et al., 1989).

Desta forma, o uso e ocupação do solo é o principal fator de degradação dos cursos d'água, uma vez que determinam a deposição dos recursos orgânicos e compostos tóxicos derivados das atividades antrópicas, que constituem fontes pontuais e difusas de poluição, ocasionada pela erosão acelerada do solo (BASNYAT et al., 2000).

Valle Júnior et al. (2010) ao analisarem qualitativamente as áreas suscetíveis à erosão laminar na bacia do Rio Uberaba, localizada em Uberaba - MG, apoiado no modelo matemático da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) e utilizando-se de um Sistema de Informação Geográfica (SIG – IDRISI), verificaram que 37% da área total da bacia (905,24 km<sup>2</sup>) sofrem perdas de solos acima do limite de tolerância, sendo 12% em solos profundos e 25% em solos muito profundos. A espacialização deste evento favorece a adoção de ações efetivas quanto à conservação dos solos.

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos pode ser realizada pela análise dos resultados obtidos das amostras com os padrões de qualidade estabelecidos por resoluções. No Brasil, a classificação das águas em relação à qualidade requerida para seus usos, é estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente pela Resolução n° 357/2005 (BRASIL, 2005), sendo muito utilizada para comparar o nível de qualidade das águas brasileiras para as diversas classes de usos.

A bacia hidrográfica do Rio Uberaba chama a atenção dos vários segmentos da sociedade local e regional, que, na atualidade, iniciam o processo de conscientização da problemática

ambiental vigente, resultante dos impactos antrópicos. Torna-se necessário alertá-los em relação aos impactos ambientais causados pela redução da disponibilidade hídrica, decorrente da captação superficial, bem como devido aos processos erosivos e consequente assoreamento dos corpos d'água superficiais.

O presente estudo objetivou realizar o diagnóstico e a classificação físico-química e biológica das águas da bacia do Rio Uberaba, nos períodos seco e chuvoso, e seu respectivo enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), e fazer uma correlação com as possíveis fontes poluidoras de origem antrópica ou natural.

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do rio Uberaba está situada entre os paralelos 19°30'37" e 20°07'40" de latitude sul e os meridianos de 47°39'02" e 48°34'34" a oeste de Greenwich. Abrange parte dos municípios de Uberaba, Veríssimo, Conceição das Alagoas, Campo Florido e Planura, com uma área aproximada de 2.419 km<sup>2</sup>. Destaca-se pela sua importância em termos de recursos hídricos e aspectos econômicos ligados às atividades agrícolas.

Existem dois regimes climáticos na região, o inverno, classificado como frio e seco, e o verão, como quente e chuvoso (EMBRAPA/EPAMIG, 1982). Quanto ao regime pluviométrico, a região caracteriza-se por um regime chuvoso de outubro a abril, sendo a estação seca de maio a setembro e os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos (UBERABA EM DADOS, 2008). A precipitação média anual é de 1.584,2 mm, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos, com precipitação entre 42,8 e 541 mm mês<sup>-1</sup>, para uma série histórica de 62 anos (SILVA et al., 2003).

A bacia do Rio Uberaba apresenta, segundo classificação internacional de Köppen, o clima do tipo Aw, isto é, tropical, sendo o domínio climático conceituado como semiúmido com 4 a 5 meses secos. A umidade relativa média anual do ar oscila entre 70 e 75%, sendo seus valores máximos verificados no mês de dezembro (81%) e mínimos no mês de agosto (52%) (EMBRAPA/EPAMIG, 1982; CRUZ, 2002). A temperatura média anual é de 23,2°C com máxima de 30,2°C podendo chegar, nos meses mais quentes (dezembro e janeiro), a 31,4°C e mínima de 17,6°C. Já nos meses mais frios (maio a julho) a temperatura pode chegar a 13,6°C (UBERABA EM DADOS, 2008).

A qualidade da água do Rio Uberaba foi monitorada no período de março de 2009 a julho de 2010, na tentativa de contemplar o ciclo da chuva e de seca (Tabela 1). Foram realizadas coletas em cinco pontos, selecionados a partir do uso e ocupação do solo, despejo de fontes pontuais de poluição e consequente risco ambiental (Figura 1).

**Tabela 1.** Dados da condição do tempo e pluviosidade durante o período das coletas.

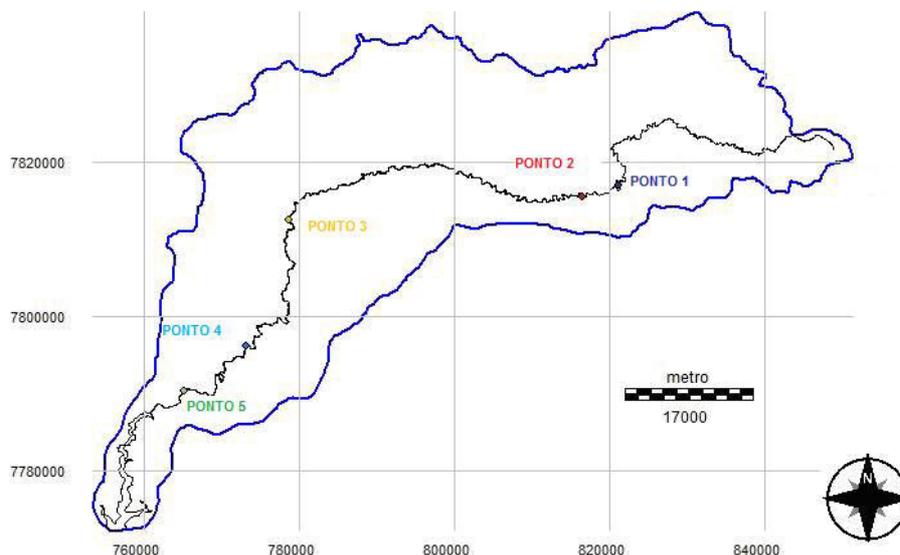
| Data       | Período (seco/chuvoso) | Pluviosidade mensal (mm) | Pluviosidade (mm) acumulada no período de 7 dias anterior às coletas |
|------------|------------------------|--------------------------|--|
| 31/03/2009 | Chuvoso                | 200,3                    | 94,0   |
| 28/04/2009 | Transição              | 48,4                     | 0,0  |
| 26/05/2009 | Seco                   | 41,5                     | 0,0  |
| 02/10/2009 | Transição              | 152,4                    | 43,7   |
| 20/11/2009 | Chuvoso                | 153,5                    | 38,9   |
| 04/12/2009 | Chuvoso                | 339,3                    | 129,8  |
| 05/02/2010 | Chuvoso                | 184,5                    | 43,2   |
| 12/03/2010 | Chuvoso                | 212,0                    | 0,9  |
| 09/04/2010 | Seco                   | 96,0                     | 54,2   |
| 07/05/2010 | Seco                   | 19,2                     | 0,0  |
| 04/06/2010 | Seco                   | 9,5                      | 1,0  |
| 02/07/2010 | Seco                   | 0,7                      | 0,0  |

Fonte: INMET, 2010.

Considerando as características do rio Uberaba, o uso e ocupação do solo, despejo de fontes pontuais de poluição e consequente risco ambiental na bacia, o rio foi dividido em 5 (cinco)

áreas distintas para a coleta de amostras de água entre a nascente e a foz, em áreas com e sem conflitos ambientais.

**Figura 1.** Localização dos pontos de coleta de água no Rio Uberaba, MG.



O ponto 1 (alto Uberaba): coordenadas  $19^{\circ}42'53,20''S$  e  $47^{\circ}56'14,50''W$ ; compreende o curso d'água principal, desde a nascente até a captação d'água para a cidade de Uberaba. Trecho onde predomina o escoamento sob canal estreito com profundidade média de 1,50 m, onde suas margens possuem pouca mata ciliar, com intenso uso agrícola (cultivo de soja, milho e cana-de-açúcar), e também da pecuária.

O segundo ponto com coordenadas  $19^{\circ}43'40,00''S$  e  $47^{\circ}58'52,40''W$ , situado entre o final do primeiro trecho e a ponte sobre a BR 050, a jusante do município de Uberaba, apresenta destaque para a criação de gado em pequenas e grandes propriedades.

O terceiro ponto (médio Uberaba), com coordenadas  $19^{\circ}45'39,00''S$  e  $48^{\circ}20'31,30''W$ , região compreendida entre o final do segundo trecho e a convergência da BR 262, próximo à cidade de Veríssimo, apresenta nas margens pouca mata ciliar, com intenso o uso agrícola e exploração pecuária.

O quarto ponto (baixo Uberaba), com coordenadas geográficas  $19^{\circ}54'32,20''S$  e  $48^{\circ}23'29,20''W$ , região de grande produção agrícola, inclusive plantio de cana-de-açúcar, recebe esgoto doméstico da cidade de Conceição das Alagoas.

No quinto ponto (foz do rio), com coordenadas  $19^{\circ}57'47,50''S$  e  $48^{\circ}27'55,20''W$ , situado na rodovia Conceição das Alagoas/Planura, a jusante da cidade de Conceição das Alagoas, apresenta grande produção agrícola.

Em cada um dos cinco pontos de coleta, foram amostrados abióticos de qualidade de água, utilizando em campo o aparelho HORIBA, modelo W22XD (HORIBA, 2004).

A coleta fora efetivada em um período de 12 meses na eminência de se caracterizar a qualidade das águas associado aos períodos chuvoso e seco da região. Sendo possível analisar medidas de água superficialmente no campo com os seguintes parâmetros apresentados na Tabela 2.

Para a determinação de coliformes termotolerantes utilizou-se frascos de plásticos com 250 mL de capacidade, autoclaváveis e esterilizados, sendo preservados sob refrigeração a  $4 \pm 2^{\circ}C$  por no máximo 24 horas.

Na determinação usou-se frascos âmbar com 250 mL de capacidade, sendo preservados sob refrigeração a  $4 \pm 2^{\circ}C$  por no máximo 24 horas.

**Tabela 2.** Parâmetros analisados e instrumento de medição físico-químicos da água.

| PARÂMETROS                    | CONCEITUAÇÃO   | INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO (SENSOR) |
|-------------------------------|--|---------------------------------|
| pH                            | Usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução;<br>Maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio.   | Horiba W22XD                    |
| Condutividade Elétrica        | É a medida resultante da aplicação de uma dada força elétrica, que é diretamente proporcional à quantidade de sais presentes em uma solução.   | Horiba W22XD                    |
| Oxigênio Dissolvido           | Avalia as condições naturais da água e detecta impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.  | Horiba W22XD                    |
| Turbidez                      | Medida que indica a presença de material em suspensão na água, sendo expressa em UNT (unidade nefelométrica de turbidez).  | Horiba W22XD                    |
| Temperatura                   | Medida que afeta a temperatura e a velocidade das reações físico-químicas, diretamente os organismos. Demonstra as variações sazonais que ocorrem.   | Horiba W22XD                    |
| Potencial de Oxidação-redução | É um valor que representa a tendência de uma substância de receber elétrons. Pode ser utilizada na determinação do caráter redutor ou oxidante do corpo d'água. A biodisponibilidade de uma série de metais esta associada ao seu estado de oxidação, o conhecimento do ORP pode ajudar a definir quais formas dos metais estão presentes em maior concentração no corpo d'água. | Horiba W22XD                    |
| Sólidos Totais                | Material que permanece na cápsula após evaporação parcial da amostra e posterior secagem em estufa à temperatura escolhida, até massa constante.   | Horiba W22XD                    |

Em cada ponto analisado foram realizadas cinco coletas de água para cada data coletada, analisadas com a utilização de uma sonda multiparamétrica marca HORIBA modelo W22XD (HORIBA, 2004)

A coleta e conservação de amostras microbiológicas e de nitrogênio e fósforo, analisadas em laboratório, seguiram o padrão recomendado pela CETESB (2003). Foram as metodologias utilizadas para análise de amostras estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Métodos padronizados adotados para análise de amostras.

| Parâmetros                 | Método Padrão   |
|----------------------------|---|
| DBO                        | ABNT/NBR 12.614, (1992). Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – Método da Incubação.  |
| Nitrogênio                 | Cromatografia iônica, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005)   |
| Fósforo Total              | Espectrofotometria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005)      |
| Coliformes Termotolerantes | Método cromogênico com a utilização de reagente Colilert e cartelas próprias, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) |

A análise estatística de variância foi realizada utilizando-se o software MINITAB INC(2003), com delineamento inteiramente casualizado, e os tratamentos considerados os pontos de

coleta, utilizando-se do teste de médias Tukey 5%. Para análise da similaridade quanto ao comportamento dos parâmetros analisados, utilizou-se o *menu cluster variables*, análise de agrupamento multivariada, usando o método de Ward e a distância euclidiana quadrada sugerida por Hair et al (2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises dos dados coletados apresentaram variações significativas entre os períodos chuvosos e secos para os parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água, potencial de oxirredução, amônia, DBO, fósforo dissolvido, fósforo total, ortofosfato, sólidos totais, sulfato e alcalinidade total segundo análise de variância para a probabilidade ( $p < 0,0001$ ).

A avaliação dos resultados de ortofosfato evidencia que houve uma diferença significativa para a probabilidade ( $p < 0,01$ ), variação acentuada deste parâmetro no período de chuvoso sendo valor médio de 0,0846 mg L<sup>-1</sup>, e na seca 0,0563 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 4). Peixoto et al (2002), analisando o Rio Tocantins, determinaram que na época chuvosa o ortofosfato apresentou maior valor em todos os pontos coletados, quando comparado ao período de seca.

Os valores médios dos parâmetros avaliados nos períodos seco e chuvoso são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos analisados, para o Rio Uberaba, para o período chuvoso e seco e limites de referencia conforme CONAMA n. 357/2005 para as classes 2 e 3

| Parâmetros Analisados                       | Período | Média    | Desvio Padrão | Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2) | Resolução CONAMA 357/2005 (classe 3) |
|---|---------|----------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| pH (unid)                                   | Seco    | 7,258*   | 0,311         | 6 a 9                                | 6 a 9                                |
|   | Chuvoso | 6,934*   | 0,687         |                                      |                                      |
| Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )   | Seco    | 9,316*   | 0,507         | Não inferior a 5 mg/L                | Não inferior a 4 mg/L                |
|   | Chuvoso | 8,511*   | 0,644         |                                      |                                      |
| Temperatura da água                         | Seco    | 20,471*  | 0,917         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 24,500*  | 1,665         |                                      |                                      |
| Potencial de oxiredução (mV)                | Seco    | 175,750* | 45,970        | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 200,930* | 48,730        |                                      |                                      |
| Amônia (mg L <sup>-1</sup> )                | Seco    | 0,019    | 0,001         | 0,02                                 | 0,02                                 |
|   | Chuvoso | 0,019    | 0,001         |                                      |                                      |
| DBO (mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )    | Seco    | 0,720**  | 0,562         | 5                                    | 10                                   |
|   | Chuvoso | 1,873**  | 1,674         |                                      |                                      |
| Fósforo dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )    | Seco    | 0,065**  | 0,030         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 0,117**  | 0,091         |                                      |                                      |
| Fósforo total (mg L <sup>-1</sup> )         | Seco    | 0,096*   | 0,040         | 0,1                                  | 0,15                                 |
|   | Chuvoso | 0,177*   | 0,086         |                                      |                                      |
| Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )           | Seco    | 0,056**  | 0,026         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 0,085**  | 0,046         |                                      |                                      |
| Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )        | Seco    | 53,440*  | 21,650        | 500                                  | 500                                  |
|   | Chuvoso | 103,070* | 67,780        |                                      |                                      |
| Alcalinidade total (mg L <sup>-1</sup> )    | Seco    | 28,360*  | 3,487         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 24,333*  | 2,498         |                                      |                                      |
| Condutividade elétrica (S m <sup>-1</sup> ) | Seco    | 0,0067   | 0,001         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 0,0068   | 0,002         |                                      |                                      |
| Turbidez (NTU)                              | Seco    | 53,700*  | 67,200        | 100                                  | 100                                  |
|   | Chuvoso | 1,681*   | 208,000       |                                      |                                      |
| Sólidos em suspensão (mg L <sup>-1</sup> )  | Seco    | 11,008   | 6,782         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 12,460   | 4,480         |                                      |                                      |
| Acidez total (mg L <sup>-1</sup> )          | Seco    | 2,860    | 1,056         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 2,833    | 0,880         |                                      |                                      |
| Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )              | Seco    | 2,696    | 1,155         | 250                                  | 250                                  |
|   | Chuvoso | 2,733    | 2,374         |                                      |                                      |
| Coliformes totais (UFC/100ml)               | Seco    | 225      | 341           | 5000                                 | 20000                                |
|   | Chuvoso | 81269    | 229391        |                                      |                                      |
| Coliformes fecais                           | Seco    | 242      | 329           | 1000                                 | 4000                                 |

| Parâmetros Analisados                     | Período | Média  | Desvio Padrão | Resolução CONAMA 357/2005 (classe 2) | Resolução CONAMA 357/2005 (classe 3) |
|---|---------|--------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| (UFC/100ml)                               | Chuvoso | 39068  | 128092        |                                      |                                      |
| DQO (UFC/100ml)                           | Seco    | 3,747  | 1,958         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 4,899  | 3,525         |                                      |                                      |
| Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )             | Seco    | 0,173  | 0,185         | 10                                   | 10                                   |
|   | Chuvoso | 0,305  | 0,669         |                                      |                                      |
| Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )             | Seco    | 0,031  | 0,030         | 1                                    | 1                                    |
|   | Chuvoso | 0,215  | 0,659         |                                      |                                      |
| Nitrogênio orgânico (mg L <sup>-1</sup> ) | Seco    | 0,914  | 0,744         | Não estabelecido                     | Não estabelecido                     |
|   | Chuvoso | 0,788  | 0,504         |                                      |                                      |
| Óleo e graxas (mg L <sup>-1</sup> )       | Seco    | 2,200  | 3,969         | Ausente                              | Ausente                              |
|   | Chuvoso | 3,300  | 4,831         |                                      |                                      |
| Sulfatos (mg L <sup>-1</sup> )            | Seco    | 1,990* | 0,743         | 250                                  | 250                                  |
|   | Chuvoso | 3,523* | 1,513         |                                      |                                      |

Significativo para a probabilidade (\*p<0,0001);(\*\*p<0,01); (\*\*p<0,05)

A temperatura da água não consta na Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), mas é importante, pois reflete bem as variações sazonais dos parâmetros físico químicos da água. No Rio Uberaba, a temperatura média da água no período seco foi de 20,47 e chuvoso 24,5 °C, sendo que após análise de variância, observou-se diferença significativa para a probabilidade (p<0,0001)(Tabela 4).

O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para controle dos níveis de poluição da água, pois é fundamental para manter e verificar as condições aeróbicas num curso d'água que recebe material poluidor (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Assim, os principais responsáveis pela elevação do consumo de oxigênio dissolvido são os microrganismos que degradam a matéria orgânica (SPERLING, 2005). O oxigênio dissolvido na água no Rio Uberaba, apresentou diferença entre os pontos analisados nos períodos seco e chuvoso para a probabilidade (p<0,0001), com valores obtidos em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece um limite mínimo de 6 mg L<sup>-1</sup> para as águas de classe 1, sendo maiores que o limite permitido (Tabela 4), indicando que período chuvoso, os valores diminuem devido ao aumento de nutrientes presentes no rio, transportadas pelo escoamento superficial. Carvalho et al. (2000) afirmam que o excesso de matéria orgânica na água ocasiona a diminuição do teor de oxigênio dissolvido.

O pH foi um parâmetro que se manteve em sua totalidade dentro dos limites médios exigidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), a qual estabelece uma faixa de 6,0 a 9,0. Os menores valores de pH médio obtido no período chuvoso e seco foram 6,93 e 7,25 (Tabela 4), devido ao aumento dos despejos domésticos e industriais crescentes ocorridos ao longo do rio, junto à cidade de Uberaba, que não possui ainda separação das galerias de águas pluviais da rede de esgoto. Durante período chuvoso, o volume de água que chega a estação de tratamento de esgoto extrapola sua capacidade de tratamento, comprometendo a qualidade do rio. Sperling (2005), menciona que os valores de pH muito afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática, como os peixes e os microrganismos responsáveis pela decomposição biológica dos esgotos. O pH pode ser influenciado por despejos domésticos e/ou industriais, pelo tipo de solo e pela erosão de áreas agrícolas que recebeu corretivos e fertilizantes (FRANCA et al., 2006). Donadio et al. (2005) e Gonçalves et al. (2005), avaliaram a qualidade da água de rios de bacias hidrográficas agrícolas, observaram valores de pH semelhantes entre 6 a 7.

Nos pontos amostrais localizados ao longo do rio, a turbidez apresentou variações consideráveis, devido à presença de material em suspensão na água, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos, sendo significativa a análise de variância entre as datas de coleta para uma probabilidade (p<0,0001). Os valores observados no período seco e chuvoso foram de, 53,7 e 1,68 UNT, respectivamente (Tabela 4), sendo os limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), 40 UNT para a classe 1 e 100 UNT para a classe 2. Observa-se que os valores encontrados para o período chuvoso encontram-se condizentes para o limite estabelecido para classe 2 (Tabela 4). Desta

forma, do ponto de vista do parâmetro turbidez, o Rio Uberaba no período chuvoso é condizente com a classe 2. Os resultados dos coliformes termotolerantes na época de chuva não atenderam os valores especificados na Resolução CONAMA nº 357/2005, (BRASIL, 2005) para classe 3 que é de 4.000 (UFC/100 mL), apresentando valor médio de 39.068 UFC/100mL (Tabela 4). Neste caso, com respeito aos coliformes termotolerantes, as águas são classificadas como impróprias tanto para o contato primário como para consumo, tornando-se um grave risco para a saúde humana no período das chuvas. Estes resultados diferem dos resultados obtidos por Cruz (2002), o qual relatou que o rio seria classe 2 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Os valores médios de coliformes totais para os períodos seco e chuvoso foram 225 e 81.269 UFC/100mL e não atenderam aos valores especificados na Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) durante o período chuvoso cujo limite equivalente para classe 3 é de 20.000 (UFC/100mL). Desta forma, percebe-se que quanto aos coliformes termotolerantes e totais as águas do Rio Uberaba para a época de chuvosa são classificadas impróprias tanto para o contato primário como para consumo.

Os fósforo total, presente em adubos químicos, detergentes, matéria orgânica e que também evidencia a presença de esgotos, ultrapassou o limite determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) para classe 2 ( $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ ) em valores médios para o período chuvoso ( $0,177 \text{ mgL}^{-1}$ ) (Tabela 4).

Em relação à condutividade elétrica, não observou-se diferença estatística entre os períodos de coleta, sendo o menor valor médio para a época de seca e chuva de 67 e 68  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , respectivamente. A Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) não estabelece limites para o parâmetro condutividade, e segundo a CETESB (2008), a quantidade de sais existentes na água, pode representar indiretamente a concentração de poluentes, geralmente, em níveis superiores a  $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ , indica que o ambiente foi impactado. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados e altos valores podem indicar características corrosivas da água.

O valor médio de Nitrogênio orgânico total encontrado para os períodos seca e chuvoso foram  $0,914$  e  $0,788 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente, sendo que em rios não influenciados pelo excesso de insumos orgânicos, a concentração de N orgânico varia de  $0,1$  a  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  (CETESB, 2008). Segundo Smith et al. (1999), teores de N total acima de  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ , caracteriza ambientes eutróficos em rios.

Os valores de fósforo total (P total) obtidos para os períodos seco e chuvoso foram  $0,096$  e  $0,177 \text{ mgL}^{-1}$  respectivamente, sendo o limite apresentado para o parâmetro fósforo total em ambientes lóticos é de  $0,1 \text{ mgL}^{-1}$  para classe 2, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). A presença elevada de fósforo pode ser explicada pela descarga de efluentes, especialmente domésticos, principalmente na forma de detergentes, ocorrida de forma mais visível no período das chuvas, pois a cidade de Uberaba não possui ainda separação das galerias de águas pluviais da rede coletora de esgoto, e durante período chuvoso, o volume de água que chega a estação de tratamento de esgoto extrapola sua capacidade de tratamento. Estes detergentes quando incorporados à água também causam sabor desagradável além da formação de espumas em águas sob agitação. A grande quantidade de fosfato pode ser considerada como fator desencadeador do processo de eutrofização destas águas tanto quanto o nitrato e assim, provocam o crescimento acelerado de algas que também conferem odor e gosto desagradáveis além de contribuir para a redução dos teores de oxigênio dissolvido (SARDINHA et al., 2008).

As concentrações de cloretos variaram entre de  $2,69$  a  $2,73 \text{ mg L}^{-1}$ , para os períodos seco e chuvoso, permanecendo abaixo dos valores estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), que prevê  $250 \text{ mg L}^{-1}$  (Tabela 4).

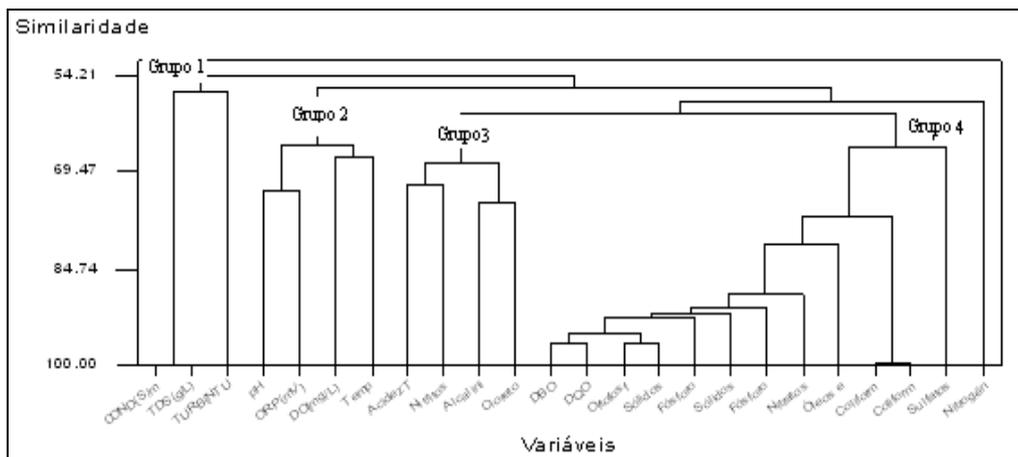
O Potencial de Oxiredução (ORP) não possui limites exigidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), sendo o menor ORP médio obtido foi  $175,75 \text{ mV}$  no período seco e o máximo  $200,9 \text{ mV}$  no período chuvoso (Tabela 4). Observou-se diferença estatística entre pontos de coleta para a probabilidade ( $p < 0,0001$ ) indicando que o valor médio do Potencial de Oxiredução (ORP) apresentou-se acima de  $200 \text{ mV}$  somente no período chuvoso.

Os valores permitem avaliar o processo de oxidação da matéria orgânica no corpo hídrico e indica que havia melhores condições na água do rio para o período seco em função do

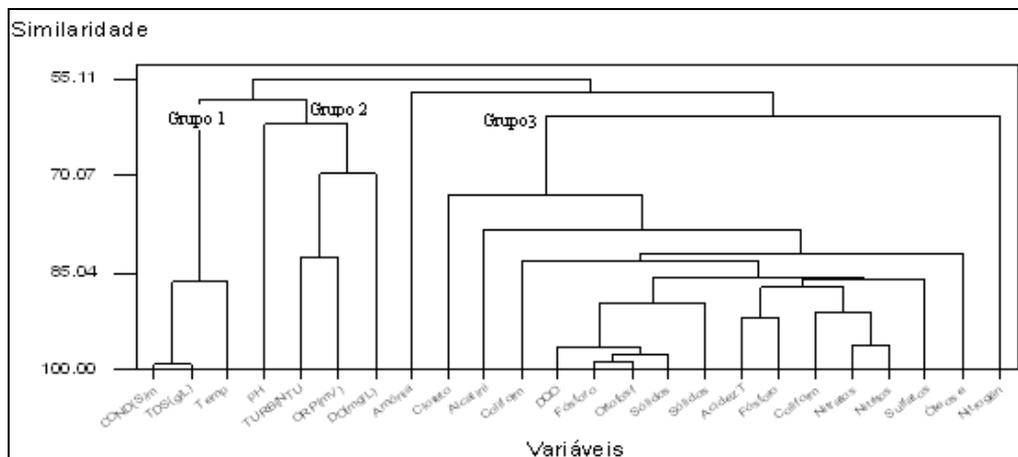
conteúdo de oxigênio. Contudo, durante o período chuvoso ocorreu processos redutivos dominantes da respiração anaeróbica de bactérias em virtude da contaminação (proteína de alimentos e excrementos) gerada, sobretudo, pelo provável acúmulo de efluentes no rio.

Na Figura 3, após análise multivariada dos dados para o período chuvoso, verifica-se que se formam os grupos similares ao dendograma da Figura 2, diferenciando-se basicamente o grau de similaridade entre os parâmetros analisados.

**Figura 2.** Dendograma de análise multivariada de similaridade de comportamento entre as variáveis analisadas para o período seco



**Figura 3.** Dendrograma de análise multivariada de similaridade de comportamento entre as variáveis analisadas para o período chuvoso



No período seco e chuvoso a similaridade entre os parâmetros correlacionados com o processo de sedimentação presentes no grupo 1 dos dendogramas (Figuras 2 e 3), mostraram-se ferramentas úteis para auxiliar no entendimento de transporte de sedimentos mais evidenciado no período chuvoso, devido a maior similaridade dentro do agrupamento. Mesmo havendo similaridade entre parâmetros correlacionados, observamos, segundo Tabela 4, a existência de diferença estatística entre parâmetros físico-químicos e biológicos entre os períodos seco e chuvoso.

Vanzela (2004) também encontrou diferença entre os períodos seco e úmido, para as variáveis: pH, com aumento durante o período seco; ferro, com aumento no período chuvoso; oxigênio dissolvido, com aumento da concentração durante o período seco.

Brito et al. (2005) observaram aumento significativo do pH, na bacia hidrográfica do rio Salitre, no período das chuvas, na medida em que se afastava das nascentes e passava pela área irrigada relacionando este aumento às atividades agrícolas implementadas na área.

## CONCLUSÕES

1. Os parâmetros de qualidade de água coliformes totais, termotolerantes e fósforo total apresentaram-se não condizentes com a classe 2 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) para o Rio Uberaba.
2. A bacia hidrográfica encontra-se degradada e o não atendimento às condições de qualidade previstas em lei pode favorecer risco à saúde do homem e a preservação das comunidades aquáticas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), pelo apoio financeiro concedido ao projeto de pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – **NBR 12.614**. Águas e efluentes líquidos. Água – determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Método de incubação (20°C, 5 dias). Método de ensaio. Rio de Janeiro, Brasil. 1992.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21ª ed. New York: 2005.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; Pozza, S. A. **Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005.

BRITO L. T. L.; SRINIVASAN, V. S.; SILVA, A. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; HERMES, L. C. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n.4, p.596-602, 2005.

CARVALHO, A.R.; MINGANTE, F.H.; TORNISIELO L. Relação da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água. **Revista Química Nova**, São Paulo, SP, v.23, n.5, p.618- 22, 2000.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo, SP, 2003. 53 p.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Série Relatórios. São Paulo, SP, 2008. 537 p.

CRUZ, L.B.S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba-MG**. 2002. 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2002.

DONADIO N.M.M, GALBIATTI J.A ; PAULA R.C. Qualidade da Água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal,SP, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

EMBRAPA/EPAMIG - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do triângulo mineiro**. Rio de Janeiro. 1982. 526 p.

FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R.; BESERRA, M.C.; Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p.92-102, jan./mar. 2006.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Ed Bookman, Porto Alegre, 2005. 593p.

HORIBA. **Horiba Operation Manual: W-22XD Multiparameter Water Quality Monitoring System**. Horiba Ltd, Irvine, USA, 2004. 130p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Monitoramento estações convencionais**. 2010. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>. Acesso em: 23 nov. 2012.

MINITAB INC. **Minitab Statistical software, release 14 for Windows**. 2003.

PEIXOTO, R.H.P.B; OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, C.C.; BARROS, E.O. Qualidade da água do Rio Tocantins a jusante da usina hidrelétrica Serra da mesa (GO). **Anais...XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental**. Cancún, 2002.

PRATO, T., SHI, H., RHEW, R., BRUSVEN, M. Soil erosion and nonpoint source pollution control in an Idaho watershed, **Journal of Soil and Water Conservation**, Fort Collins, CO, v.44, n.4, p.323-328, 1989.

SANTOS, N. A. P. **Influência do uso e da cobertura do solo na qualidade da água na Bacia do Rio das Velhas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.

SARDINHA, D S.; CONCEIÇÃO, F. T. DA; SOUZA, A. D. G. DE; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S.I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Eng. Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p.329-338, 2008.

SILVA, A.M.; SHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMA, 2003.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3º ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

UBERABA EM DADOS – **Anuário Edição 2009**. Uberaba, 2008. 21p. Disponível em: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento\\_economico/arquivos/uberaba\\_e\\_m\\_dados/Edicao\\_2009/capitulo\\_01.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento_economico/arquivos/uberaba_e_m_dados/Edicao_2009/capitulo_01.pdf). Acesso em: 23 nov. 2012.

VALLE JUNIOR, R. F.; GALBIATTI, J. A.; MARTINS FILHO, M. V.; PISSARRA, T. C. T. Potencial de erosão da bacia do Rio Uberaba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 5, p. 897-908, 2010.

VANZELA, L. S. **Qualidade de água para a irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP**. 2004. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP, 2004.