

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO  
LANOSO, UBERABA – MG**

**Cléia Regina Fuchs**

Licenciada em ciências – Habilitação em química

**2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO  
LANOSO, UBERABA – MG**

**Cléia Regina Fuchs**

**Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti**

**Coorientador: Prof. Dr. Renato Farias do Valle Júnior**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Agronomia (Ciência do solo)

**2012**

Fuchs, Cléia Regina  
F951c Classificação da qualidade da água do Córrego Lanoso, Uberaba  
- MG. / Cléia Regina Fuchs. -- Jaboticabal, 2012  
viii, 50 f. ; 29,7 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012  
Orientador: João Antonio Galbiatti  
Banca examinadora: Humberto Góis Candido, Márcio José de  
Santana, Luiz Carlos Pavani José Eduardo Pitelli Turco  
Bibliografia

1. Bacia hidrográfica. 2. Conflito de uso do solo. 3. Potencial  
redox. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 556.51

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
CAMPUS DE JABOTICABAL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO LANOSO,  
UBERABA-MG

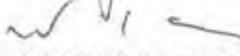
**AUTORA:** CLÉIA REGINA FUCHS

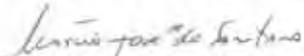
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. JOAO ANTONIO GALBIATTI

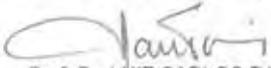
**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. RENATO FARIAS DO VALLE JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA  
(CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. JOAO ANTONIO GALBIATTI  
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. HUMBERTO GOIS CANDIDO  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG

  
Prof. Dr. MÁRCIO JOSÉ DE SANTANA  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG

  
Prof. Dr. LUIZ CARLOS PAVANI  
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. JOSE EDUARDO PITELLI TURCO  
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 04 de dezembro de 2012.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**CLÉIA REGINA FUCHS** – Filha de Belmiro Fuchs e Maria da Luz Mendes Fuchs, nascida em 29 de dezembro de 1958 em Rio Negro – Paraná. Em 1986 graduou-se no curso de Licenciatura Plena em Ciências – Habilitação em Química, pela Universidade Federal de Uberlândia - MG. Em 1993 especializou-se em Química, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Em 1997 especializou-se em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. Em 2004, obteve o título de Mestre em Química, área de concentração Química Inorgânica, pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora de Química nas Escolas Estaduais de Uberlândia – MG, no Colégio Agrícola de Brasília e atualmente, professora de Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM, campus Uberaba.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade, só tem valor quando acaba”.

Guimarães Rosa

Dedico

Ao meu pai Belmiro Fuchs (*in memoriam*)

e à minha mãe

Maria da Luz Mendes Fuchs (*in memoriam*)

## **AGRADECIMENTOS**

À DEUS que sempre faz milagres em minha vida.

Aos meus pais, Belmiro Fuchs e Maria da Luz Mendes Fuchs que na sua simplicidade sempre incentivaram os estudos dos filhos.

Ao meu orientador Professor Dr. João Antonio Galbiatti, pela amizade, por acreditar e confiar no meu trabalho, pelas dicas e orientações, que foram fundamentais para a minha pesquisa.

Ao meu coorientador Dr. Renato Farias do Valle, pela amizade e pela ajuda nos trabalhos de campo, na elaboração de mapas, na correção inicial dos meus textos e pelas palavras de incentivo.

Aos professores: Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. Manoel Evaristo Ferreira e Dr. José Eduardo Pitelli Turco pelo esforço e dedicação para que o programa DINTER fosse realizado.

Aos professores do curso Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani, Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. José Carlos Barbosa, Dr. José Eduardo Pitelli Turco, Dr. Luiz Carlos Pavani, Dr. Manoel Evaristo Ferreira, Dr. Marcílio Vieira Martins Filho e Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pela dedicação e generosidade em transmitir os seus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela análise estatística.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP, Câmpus de Jaboticabal que nos oportunizou o curso de doutorado pelo programa DINTER.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM, pela oportunidade desta pós-graduação.

À Elisabete Ferreira Borges pela participação fundamental na elaboração do projeto do DINTER e por incentivar a minha inclusão nesse projeto.

À Sueli Ciabotti pela amizade e pela dedicação ao programa DINTER.

Aos professores da banca de qualificação Dr. João Antonio Galbiatti, Dr. Adhemar Pitelli Milani, Dr. José Eduardo Pitelli Turco, Dr. Luiz Carlos Pavani e Dra. Teresa Cristina Tarlé Pissarra pela valiosa contribuição na minha qualificação.

À Vera L. Abdala e Mauro F. Machado pela ajuda nos trabalhos de campo.

Aos alunos do curso de Gestão Ambiental do IFTM – Campus Uberaba, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Aos amigos do DINTER.

À Lucas e Adriano pela amizade e apoio na formatação do artigo e da tese.

À Tomiko Yakabe Fantin pela amizade, apoio e incentivo.

À Miriam Tavares Dias Cardozo pela amizade, apoio e pelas dicas para o meu trabalho.

A Néria M. de A. S. Teodoro pela amizade e pela correção ortográfica.

A Conceição G. de Assis pela amizade e por me substituir nas aulas para que eu me dedicasse ao doutorado.

Às minhas amigas bibliotecárias pela paciência e amizade.

A toda a minha família.

A minha irmã Maria Fuchs, de modo especial, por sua colaboração como motorista e secretária.

À todos os meus alunos que colaboraram comigo e que torceram por mim.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A água na natureza.....	3
2.2. Bacia hidrográfica e conflito de uso e ocupação do solo.....	4
2.3. Qualidade da água.....	5
2.4. Classificação das águas e a Resolução Conama 357.....	6
2.5. Características físicas, químicas e microbiológica das águas naturais.....	8
2.5.1. Turbidez.....	8
2.5.2. Potencial hidrogeniônico (pH).....	9
2.5.3. Coliformes termotolerantes (CTT).....	10
2.5.4. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	10
2.5.5. Nitratos.....	11
2.5.6. Sólidos totais.....	12
2.5.7. Potencial de de oxi-redução (ORP ou Eh).....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Localização e caracterização da área de estudo.....	14
3.2. Clima regional.....	15
3.3. Geologia e solo.....	16
3.4. Cobertura vegetal.....	17
3.5. Material utilizado.....	17
3.6. Mapa de uso do solo.....	18
3.7. Mapa de classes de conflito de uso e ocupação do solo.....	18
3.8. Amostragem.....	21
3.9. Tratamento dos dados e análise estatística.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Situação geral da área de estudo.....	26

4.1.1. Situação da área no ponto de amostragem 1 (P1).....	26
4.1.2. Situação da área no ponto de amostragem 2 (P2).....	28
4.1.3. Descrição da área no ponto de amostragem 3 (P3).....	29
4.2. Análise das águas superficiais no espaço e no tempo.....	30
4.2.1. Turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) em P1, P2 e P3.....	30
4.2.2. Turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) no período de 12 meses.....	33
4.2.3. Coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), e nitratos em P1, P2 e P3.....	38
4.2.4. Coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos no período de 12 meses.....	41
5. CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS.....	46

## **CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO LANOSO, UBERABA – MG**

**RESUMO** - O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido no Córrego Lanoso que está localizado na Microbacia do Córrego Lanoso a qual está inserida na área de proteção ambiental do Rio Uberaba, principal fonte de abastecimento de água para a cidade de Uberaba – MG. O objetivo foi diagnosticar a qualidade da água desse córrego, e determinar parâmetros que diferenciem áreas de conflito quanto ao uso e ocupação do solo. Amostras de água foram coletadas por um período de 12 meses em três pontos: dois pontos em área sem conflito de uso e um ponto em área com conflito. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológica de turbidez, sólidos totais, pH, potencial de redox, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio e nitrato. Os resultados obtidos mostraram que o corpo de água se enquadra na classe 2 das águas, de acordo com as normas da Resolução Conama 357/2005 e que o recurso hídrico sofreu os efeitos do conflito de uso e ocupação do solo mostrado pela diferença o potencial de redox em área de conflito de uso.

**Palavras-chave:** bacia hidrográfica, conflito de uso do solo, potencial redox.

## **CLASSIFICATION OF WATER QUALITY OF LANOSO STREAM, UBERABA – MG**

**ABSTRACT** - The research was conducted in Lanoso Stream within its Watershed that is inserted into the Environmental Protection Area of Rio Uberaba, main source of water supply for the city of Uberaba - MG. The objective of this study was to determine the water quality of Lanoso Stream and parameters that distinguish conflict areas of use and occupation of land. Water samples were collected for a period of 12 months, in three points: two points outside the conflict area and a point within the area conflict. The samples were analyzed for physico-chemical, microbiological, turbidity, total solids, pH, redox potential, thermotolerant coliforms, biochemical oxygen demand and nitrate. The results showed that water resources belong to Class-2, according to Conama Resolution 357/2005 and the difference in redox potential showed that the water has been affected by the conflict of use and occupation of land.

**Keywords:** watershed, conflict areas of use of land, redox potential.

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b> Dados mensais de precipitação pluviométrica, temperatura máxima média e temperatura mínima média em Uberaba, MG, no período de estudo de fevereiro/2010 a janeiro/2011	16
<b>Tabela 2</b> Classificação dos pesos referentes às classes de RN e uso atual.	19
<b>Tabela 3</b> Classes de conflito (degradação ambiental)	20
<b>Tabela 4</b> Média de turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) em 12 meses nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.	31
<b>Tabela 5</b> Valores médios mensais de turbidez, sólidos totais, pH, potencial redox (ORP) nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso-MG, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.	34
<b>Tabela 6</b> Média de coliformes termotolerantes (CTT) demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) em 12 meses nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.	38
<b>Tabela 7</b> Valores médios mensais de coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos e ( $\text{NO}_3^-$ ) nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso-MG, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.	42

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Localização da microbacia hidrográfica do Córrego Lanoso, Estado de Minas Gerais, BRASIL.	14
<b>Figura 2</b>	Bacia do Rio Uberaba, com destaque em laranja para a microbacia do córrego Lanoso e em vermelho a área de proteção ambiental (APA).	15
<b>Figura 3</b>	Mapa de uso e ocupação do solo atual da Microbacia do Córrego Lanoso – Ano 2011.	18
<b>Figura 4</b>	Localização dos pontos de amostragem na área de estudo na Microbacia do Córrego Lanoso.	21
<b>Figura 5</b>	Sonda multiparamétrica HORIBA com sensores para monitoramento de qualidade da água em campo.	22
<b>Figura 6</b>	Vista geral da área no ponto de amostragem P1.	23
<b>Figura 7</b>	Vista geral da área no ponto de amostragem P2.	24
<b>Figura 8</b>	Vista geral da área no ponto de amostragem P3.	25
<b>Figura 9</b>	Presença de lixo nas margens do Córrego lanoso.	26
<b>Figura 10</b>	Pastagem em área de proteção permanente e passagem de livre acesso para o gado em área próxima e à montante de P1.	27
<b>Figura 11</b>	Falta de mata ciliar, erosão das margens e princípio de assoreamento em área próxima e à montante de P1.	27
<b>Figura 12</b>	Falhas na mata ciliar e erosão das margens em área próxima e à montante de P2.	28
<b>Figura 13</b>	Ponto de captação de água para pivô dentro da área do IFTM, em área à montante de P2.	29
<b>Figura 14</b>	Ponto de amostragem P3: máquina pesada e revolvimento do solo próximo ao corpo de água.	29
<b>Figura 15</b>	Passagem livre para o gado em área próxima e à montante de P3.	29

<b>Figura 16</b>	Ponto de amostragem P3: grande quantidade de areia no leito do Córrego.	30
<b>Figura 17</b>	Variação da turbidez entre pontos de amostragem P1, P2 e P3 em 12 meses no período de estudo de fevereiro/2010 à janeiro/2011 e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.	31
<b>Figura 18</b>	Variação do pH da água entre pontos de amostragem P1, P2 e P3 em 12 meses no período de estudo de fevereiro/2010 a janeiro/2011 e os valores mínimo e máximo permitidos pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.	32
<b>Figura 19</b>	Variação da média mensal de turbidez ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.	35
<b>Figura 20</b>	Variação da média mensal de sólidos totais ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.	36
<b>Figura 21</b>	Variação da média mensal de pH ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.	37
<b>Figura 22</b>	Variação da média mensal de potencial redox (ORP) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.	38
<b>Figura 23</b>	Média de coliformes termotolerantes (CTT) em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 à janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.	39
<b>Figura 24</b>	Média de DBO em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.	40

- Figura 25** Média de nitratos em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 à janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2. 41
- Figura 26** Variação da média mensal de coliformes termotolerantes (CTT) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011. 43
- Figura 27** Variação da média mensal de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011. 43
- Figura 28** Variação da média mensal de nitratos ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011. 44

## 1. INTRODUÇÃO

A água é reconhecida atualmente como um dos bens mais preciosos do mundo. É tão importante que em vários países surgiram leis sobre esse valioso recurso natural. No Brasil, a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997 declara a água um bem de domínio público e recurso natural limitado dotado de valor econômico.

Embora a importância da água para todos os seres vivos seja óbvia, no entanto, até alguns anos atrás não era dada grande importância para a preservação da sua qualidade, sendo esta comprometida devido às atividades antrópicas nas bacias hidrográficas. Até hoje em algumas cidades o esgoto e outros efluentes são lançados, sem nenhum tratamento, diretamente em um rio ou qualquer corpo d'água superficial disponível, como se o recurso hídrico tivesse uma capacidade infinita de autodepuração.

O Brasil é um país privilegiado, rico em água doce, mas essa é distribuída de modo desigual e em algumas regiões, no período da seca, falta água de boa qualidade, inclusive para o abastecimento da população para as necessidades básicas de sobrevivência.

Um caso especial é o das águas doces superficiais dos rios e córregos que além de serem utilizadas como fonte de abastecimento de água para a população de muitas cidades têm entre seus vários usos aqueles relacionados à produção de alimentos nas atividades agropecuárias. Estas atividades requerem grande volume de água, mas também podem levar poluição aos recursos hídricos devido ao uso de agroquímicos.

Além disso, vários pesquisadores já verificaram que as atividades agropecuárias quando desenvolvidas em área inadequada ou quando o manejo do solo é realizado sem os métodos de conservação, levam à degradação das bacias hidrográficas, o que pode comprometer a qualidade e a quantidade de água.

Portanto, é importante que estudos sejam realizados no sentido de fornecer um diagnóstico mais preciso das condições dos mananciais de modo a possibilitar o planejamento de sua utilização e assim minimizar os efeitos negativos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos.

No Brasil leis foram criadas para regulamentar o uso e a proteção da qualidade da água, entre essas leis está a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Conama nº 357 (BRASIL, 2005) que estabelece critérios para a classificação dos corpos de água e padrões de lançamento de efluentes.

O estudo em questão foi proposto com os objetivos de determinar a classificação das águas do Córrego Lanoso em Uberaba – MG, de acordo com os padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução Conama 357 e também identificar variáveis que diferenciem áreas de classe de conflito quanto ao uso e ocupação do solo.

Desta forma, foram monitoradas por um período de 12 meses algumas variáveis de qualidade da água em três pontos de amostragem escolhidos em um trecho do Córrego Lanoso, para responder às seguintes questões:

- Qual é a classificação desse recurso hídrico segundo a Resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005)?
- Quais das variáveis analisadas diferenciam áreas de conflito quanto ao uso e ocupação do solo?

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A água na natureza

As águas naturais têm uma composição química complexa devido às condições naturais das bacias hidrográficas e às atividades humanas. A geoquímica do solo, a água da chuva e as atividades dos organismos também são fatores que influenciam na composição química das águas naturais (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

O recurso hídrico de uma bacia hidrográfica não é um sistema isolado, ele troca matéria e energia com a atmosfera e com o solo. Segundo Bertoni et al. (2010) a vida depende da água e a conservação da água depende da preservação de outros recursos naturais; o solo, a água, a floresta e a fauna são partes de um programa inseparável.

A qualidade das águas é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem (SPERLING, 2005) e o reflexo das ações naturais e antrópicas ocorridas na bacia hidrográfica serão observados a curto, médio e longo prazo (CRUZ, 2003).

Para as atividades de agricultura e pecuária o suprimento de água é uma das prioridades; por isso, essas atividades são desenvolvidas próximas a rios e lagos. Dependendo do tipo de manejo utilizado essas atividades provocam gradualmente desgaste do solo, ou deixam o solo exposto a escorrimentos superficiais que devido às chuvas também podem provocar erosões e nestes casos, material edáfico (componentes dos solos) são carregados para o recurso hídrico podendo provocar alterações químicas e ecológicas no sistema aquático (CARVALHO et al., 2000).

Vários pesquisadores já verificaram que o manejo do solo provoca modificações na qualidade da água. A remoção da cobertura vegetal, os diversos tratamentos do solo, os despejos industriais e agrícolas estão entre os fatores que contribuem para a alteração na composição química das águas naturais (BUENO et al., 2005; DONÁDIO et al., 2005; MENEZES et al., 2009; QUEIROZ, et al., 2009; RODRIGUES et al., 2009; PISSARRA et al., 2008, 2012 ; TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Em regiões onde as atividades antrópicas são intensas, como a pecuária e a agricultura, o solo contribui efetivamente para as características físicas, químicas e biológicas da água (VEIGA et al., 2003).

As fontes de poluentes podem atingir um corpo d'água basicamente de duas formas: pontual e difusa. Um exemplo de poluição pontual é o da descarga de esgotos em um rio; um exemplo de poluição difusa é o da poluição devido à drenagem pluvial (SPERLING, 2005).

As fontes pontuais são de fácil identificação, já as fontes difusas são difíceis de serem determinadas, são intermitentes e abrangem áreas extensas; é o caso do escoamento superficial urbano e de áreas agrícolas (GRASSI, 2001).

Para Sperling (2005), mesmo que a bacia hidrográfica esteja preservada nas suas condições naturais, a qualidade da água é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo; neste caso, a cobertura e a composição do solo têm grande influência.

Segundo Tucci (2009), na legislação brasileira o controle de qualidade da água baseia-se em usos da água e correspondente limite aceitável de poluição. Como estes limites foram estabelecidos em países de condições ambientais diferentes do nosso podem ocorrer avaliações equivocadas em alguns casos.

## **2.2. Bacia hidrográfica e conflito de uso e ocupação do solo**

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório (TUCCI, 2009).

A caracterização das condições hidrológicas das microbacias hidrográficas indica que as atividades agrícolas, incluindo as práticas culturais, como por exemplo, no sistema produtivo da cana de açúcar, afetam a qualidade do recurso hídrico na rede de drenagem, inferindo que o revolvimento e manejo do solo afetam consideravelmente a qualidade do recurso hídrico (RODRIGUES et al., 2009).

As práticas conservacionistas, como a questão do manejo dos solos para a agricultura, são fundamentais para conter os efeitos erosivos e poupar os recursos naturais no processo de degradação da qualidade agrícola do solo (GUERRA et al., 2006).

Nos levantamentos de solos com a finalidade de determinação da capacidade de uso da terra, é importante conhecer o relevo e as demais características topográficas do terreno (VIEIRA et al., 1983).

No Brasil, devido à sua grande extensão territorial, as áreas para atividades agrícolas devem ser selecionadas em função de sua aptidão para os respectivos usos (GUERRA et al., 2006), ocorrendo conflitos de uso da terra em áreas onde as atividades desenvolvidas não estão de acordo com a sua aptidão. É o que acontece quando cultivos agrícolas ou pastagens são desenvolvidos em áreas impróprias ou cultivos agrícolas em áreas apropriadas, porém, sem tratos conservacionistas. Os conflitos de uso da terra estão entre os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamentos de rios, enchentes e efeitos das secas (ROCHA; KURTZ, 2001).

O monitoramento da qualidade da água deve acompanhar a evolução da qualidade do manancial ao longo do tempo, como reflexo do uso do solo da bacia hidrográfica (TUCCI, 2009).

### **2.3. Qualidade da água**

Segundo a Resolução Conama 357, condição de qualidade é a qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança.

Os ecossistemas aquáticos continentais estão submetidos a um conjunto de impactos dos usos múltiplos das bacias hidrográficas às quais lagos, rios, represas, áreas alagadas e brejos pertencem e à medida que os usos aumentam e diversificam-se, mais complexos se tornam os impactos e mais difícil se torna a solução dos problemas a eles relacionados (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

As características da bacia hidrográfica e as atividades agrícolas ali desenvolvidas afetam a qualidade da água do recurso hídrico; a presença de remanescentes de vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos (DONÁDIO et al., 2005; MENEZES et al., 2009; QUEIROZ, et al., 2009; RODRIGUES et al., 2009; ZANINI et al. 2010).

Segundo Pissarra et al. (2008), a degradação da maioria dos mananciais superficiais o grau de comprometimento com a sua qualidade e a diminuição de sua disponibilidade, originadas pela má gestão das bacias hidrográficas é agravada pela falta de informações, e falta de um diagnóstico da real condição desses mananciais.

Para Siqueira et al. (2012), a análise de água de um manancial pode evidenciar o uso inadequado do solo, os efeitos do lançamento de efluentes, suas limitações de uso e seu potencial de autodepuração.

#### **2.4. Classificação das águas e a Resolução Conama 357**

A Resolução Conama nº 357 (BRASIL, 2005) considerando, entre outros fatores, que a saúde e o bem estar humano bem como o equilíbrio ecológico aquático não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas, estabeleceu conjuntos de condições e padrões de qualidade de água para o enquadramento das águas superficiais em classes de acordo com as suas características. Esta resolução estabelece a classificação dos corpos d'água superficiais e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, levando em conta os usos preponderantes atuais e futuros.

Para o estabelecimento dos padrões de qualidade foi considerado, não necessariamente o estado atual, mas os níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade. Assim, foram estabelecidas 13 classes de água; 5 classes de águas doces, 4 de águas salobras e 4 de águas salinas. Por definição: águas doces são aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>; águas salobras são as que apresentam salinidade superior a 0,5<sup>0</sup>/<sub>00</sub> e inferior a 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> e águas salinas são aquelas com salinidade igual ou superior a 30<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (BRASIL, 2005).

Os rios e córregos fazem parte da classe de águas doces por apresentarem concentração salina muito baixa (TUCCI, 2009).

Classificação das águas doces de acordo com as normas da Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005):

- As águas doces da classe especial são destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção e também à proteção de comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

- As águas doces da classe 1 podem ser destinadas ao abastecimento para o consumo humano após tratamento simplificado, à proteção de comunidades aquáticas; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas sem remoção de película e à proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas. Ainda, conforme Resolução Conama 274/2000, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.
- As águas doces da classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho. Conforme Resolução Conama, 274/2000, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto; à aquicultura e à atividade de pesca.
- As águas doces da classe 3 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora, recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
- As águas doces da classe 4 podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

## **2.5. Características físicas, químicas e microbiológica das águas naturais**

As águas naturais apresentam grande quantidade de substâncias dissolvidas e também uma biota que interferem nas suas propriedades. Na Resolução Conama 357 foram selecionados alguns parâmetros (ou variáveis) de qualidade da água para a determinação de sua classificação.

Entre as variáveis selecionadas estão turbidez, pH, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio e nitrato. Outros parâmetros não estão mencionados nessa resolução, tais como: sólidos totais e potencial redox. Segundo Gebler (2002) o monitoramento de sólidos totais é uma ferramenta útil para detectar tendências de aumento de erosão em bacias hidrográficas. O potencial de

oxi-redução ou redox (ORP ou Eh) representa alterações no estado de oxidação de muitos íons ou nutrientes estando relacionado à solubilidade de metais e à disponibilidade de nutrientes para as comunidades aquáticas (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

### **2.5.1. Turbidez**

A turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz através da água. Os constituintes que provocam a turbidez podem ser de origem natural: partículas de rocha, argila e algas, entre outros, ou podem ser de origem antropogênica, tais como, despejos domésticos e industriais, erosão e outros (SPERLING, 2005).

Segundo Gebler (2002) as águas claras de cabeceiras de rios normalmente têm turbidez em torno de 1NTU; em rios de grande envergadura a turbidez está em torno de 10 NTU. Esses valores podem subir para centenas de NTU devido ao escoamento superficial.

A medida de turbidez é utilizada para a caracterização de águas de abastecimento e no controle das operações de tratamento de água. Em águas com turbidez igual a 10 NTU observa-se ligeira nebulosidade; com turbidez igual a 500 NTU a água apresenta-se praticamente opaca (SPERLING, 2005).

Segundo Donadio et al., (2005), nas nascentes com vegetação natural remanescente a qualidade da água mostrou-se melhor que nas nascentes com uso agrícola, sendo a turbidez uma das variáveis que mostrou essa diferença.

A origem antropogênica da turbidez pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos e também pode provocar redução da penetração da luz ao ponto de prejudicar a fotossíntese (SPERLING, 2005).

A turbidez é uma variável importante no monitoramento de microbacias hidrográficas, sendo uma indicadora de manejo e conservação de solos (GEBLER, 2002).

De acordo com a Resolução Conama 357, para águas doces de classe 1 a turbidez máxima permitida é de 40 NTU; para águas doces das classes 2 e 3 a turbidez máxima permitida é de 100 NTU.

### 2.5.2. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico ou pH indica o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução aquosa, estando relacionado às concentrações de íons  $H^+$  e íons  $OH^-$ , presentes nesta solução. O pH é definido como:

$$pH = - \log [H^+]$$

A faixa de pH é de 0 a 14 a 25 °C, uma solução que apresenta:

pH = 7 é neutra

pH > 7 é alcalina;

pH < 7 é ácida.

A maioria dos corpos d'água continentais apresenta pH variando entre 6 e 8, mas também podem ser encontrados ambientes mais ácidos ou mais alcalinos. O pH é influenciado pela concentração de íons  $H^+$  originados da dissociação do ácido carbônico que leva a baixos valores de pH e das reações de íons carbonato e bicarbonato que elevam os valores de pH para a faixa alcalina (ESTEVES, 1998).

O pH ácido ou básico pode ser de origem natural devido a vários fatores, como por exemplo, a dissolução de rochas e a absorção de gases da atmosfera e também pode ser de origem antropogênica. A variação do pH influencia o equilíbrio de substâncias químicas. Valores elevados de pH possibilitam a precipitação de metais e podem estar associados à proliferação de algas, valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática (SPERLING, 2005).

Borges et al. (2003), encontraram valores baixos de pH, entre 4,4 e 4,9, em ponto de amostragem localizado em área rural na bacia hidrográfica do Córrego Jaboticabal e, concluíram que a maior concentração de íons  $H^+$  pode ser decorrente do tipo de solo e da presença de ácidos orgânicos dissolvidos do material de origem alóctone (adubos) e/ou autóctone. O pH apresenta estreita interdependência entre as comunidades vegetais e animais (ESTEVES, 1998). Os critérios de proteção à vida fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2009).

De acordo com o Conama 357, para águas doces classes 1, 2, 3 e 4 os valores de pH devem estar entre 6,0 e 9,0.

### 2.5.3. Coliformes termotolerantes (CTT)

Os coliformes termotolerantes além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminadas por material fecal (BRASIL, 2005).

Os coliformes termotolerantes indicam se o corpo d'água apresenta potencialidade para transmitir doenças (SPERLING, 2005). Segundo Valle et al. (2000) infecções transmitidas por água podem ocorrer quando um microrganismo infeccioso é adquirido por meio da água contaminada por material fecal contendo patógenos humanos ou de animais.

Cruz (2003) encontrou valores elevados de coliformes termotolerantes no Rio Uberaba, inclusive na região da área de proteção ambiental (APA), afirmando que esses valores elevados indicam problemas relacionados à pecuária, tal como o acesso de animais, a ausência de mata ciliar e ao manejo inadequado do solo para a agricultura.

De acordo com A Resolução Conama 357 em relação ao uso e recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução Conama 274/2000. Para as águas de classe 1, 2, 3 não deverá ser excedido um limite de 200, 1.000 e 2500 coliformes termotolerantes por 100 mL respectivamente, em 80% ou mais em pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de 1 ano, com frequência bimestral.

### 2.5.4. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A capacidade da matéria orgânica presente em uma amostra de água natural em consumir oxigênio é chamada demanda bioquímica de oxigênio (DBO); ela pode ser avaliada determinando-se as concentrações de oxigênio antes e após um período de tempo no escuro à temperatura constante. Usualmente este procedimento é realizado por um período de 5 dias; tem-se então a  $DBO_5$  (BAIRD, 2002). Se esta determinação for realizada a 20 °C tem-se desta forma a DBO padrão, expressa por  $DBO_5^{20}$  (SPERLING, 2005).

A DBO média para água superficial não-poluída nos Estados Unidos é cerca de  $0,7\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$ , que é consideravelmente menor que a solubilidade máxima do oxigênio em água ( $8,7\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$  a 25 °C). Em contraste, os valores de DBO das

águas residuais são em geral de várias centenas de miligramas de oxigênio por litro (BAIRD, 2002).

Para Gebler (2002) sistemas aquáticos que não estão poluídos apresentam valores de DBO até  $2,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ .

De acordo com a Resolução Conama 357 a DBO pode ser para as águas doces de classe 1 até  $3 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ ; para as águas doces de classe 2 até  $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ ; para as águas doces de classe 3 até  $10 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ . Para as águas doces de classe 4 não há limites estabelecidos.

### 2.5.5. Nitratos

O nitrato está presente nas águas naturais e pode ser de origem natural resultante do metabolismo de microorganismos, ou de origem antrópica devido a vários fatores como, por exemplo, devido a excrementos de animais e fertilizantes (SPERLING, 2005).

O nitrato inorgânico ( $\text{NO}_3^-$ ) é altamente solúvel e abundante em águas que recebem altas concentrações de nitrogênio resultantes de esgotos domésticos ou das atividades agrícolas (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os nitratos, normalmente encontrados na água, podem ser originados de fontes naturais, tais como, as rochas e decomposição de plantas e animais. Quando em excesso podem causar problemas nos lagos acelerando a eutrofização, e podem se tornar tóxicos para animais de sangue quente (GEBLER, 2002).

Segundo Baird (2002) há uma preocupação maior com o aumento nos níveis do íon nitrato na água potável em áreas rurais devido principalmente ao escoamento que ocorre de terras agrícolas para rios e riachos. O excesso de nitrato na água potável constitui um risco para a saúde podendo resultar em metemoglobinemia (síndrome do bebê azul) tanto em bebês, como em adultos.

Os fertilizantes nitrogenados minerais e os esterco manejados inadequadamente são apontados com as maiores fontes difusas de contaminação da água por nitrato em áreas agrícolas (GEBLER, 2002).

O nitrogênio é um dos elementos que apresenta maior impacto sobre a água subterrânea, ocorrendo principalmente na forma de nitrato; este composto apresenta alta mobilidade, podendo contaminar extensas áreas (BRASIL, 2007).

Em áreas de uso intenso de fertilizantes químicos ou dejetos animais a concentração de nitrato é significativa, podendo, em alguns casos, atingir níveis próximos a  $500 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ . Águas contaminadas por nitrato são de difícil recuperação e de tratamento muito caro, sendo que a análise de nitrato nos corpos de água fornece informações importantes sobre o nível de contaminação das águas e devem ser incluídas em todos os programas de monitoramento (GEBLER, 2002).

A Resolução Conama 357 estabelece que o valor máximo de nitrato para as águas doces de classe 1, 2 e 3 deve ser de até  $10,0 \text{ mg L}^{-1}$  N; para as águas doces de classe 4 não há limites estabelecidos.

#### **2.5.6. Sólidos totais**

Os sólidos totais correspondem à soma de sólidos dissolvidos, totais dissolvidos e sólidos em suspensão totais. Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos recursos hídricos (MACÊDO, 2004).

O monitoramento regular de sólidos totais pode ser utilizado para detectar tendências de aumento de erosão em bacias hidrográficas (GEBLER, 2002).

A Resolução Conama 357 não estabelece padrões, valores mínimos ou máximos, para sólidos totais das águas, apenas refere-se aos sólidos totais dissolvidos que não devem ser maiores que  $500 \text{ mg L}^{-1}$  para as águas das classes 1, 2 e 3.

#### **2.5.7. Potencial de oxi-redução (ORP ou Eh)**

O potencial de oxi-redução ou potencial redox está relacionado a alterações no estado de oxidação de muitos íons ou nutrientes, sendo que em pH 7,0 e a  $25^\circ\text{C}$ , a água com concentrações saturadas de oxigênio apresenta um potencial redox de +500 mV. Em potenciais redox  $< 50 \text{ mV}$   $\text{Fe}^{+++}$  é reduzido a  $\text{Fe}^{++}$ , liberando fosfato precipitado como fosfato férrico em potenciais redox mais elevados (TUNDISI ; TUNDISI, 2008).

Segundo o ministério do meio ambiente citado por Fiorucci e Benedetti Filho (2005), o potencial de oxi-redução ou potencial redox mede a capacidade de

oxidação ou redução de uma amostra. Valores entre +200 mV e +600 mV indicam um ambiente fortemente oxidante e entre -100 mV e -200 mV indicam ambiente redutor; as condições de um rio não poluído são fracamente oxidantes.

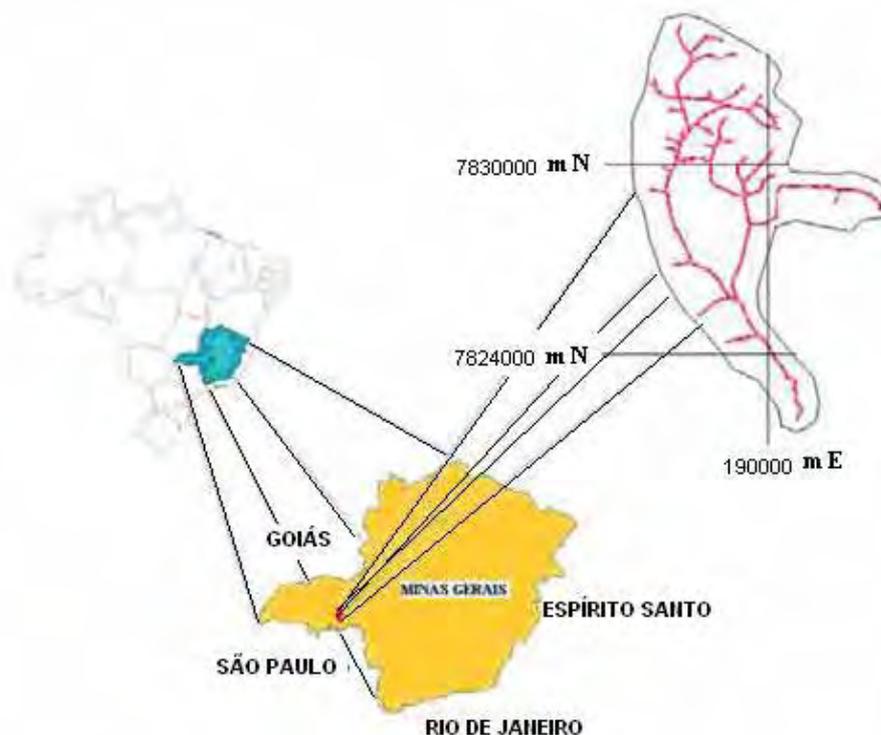
A presença de oxigênio atmosférico faz com que o potencial redox fique positivo (VALLE et al., 2000).

A Resolução Conama 357 não estabelece padrões mínimos ou máximos para potencial redox das águas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e caracterização da área de estudo

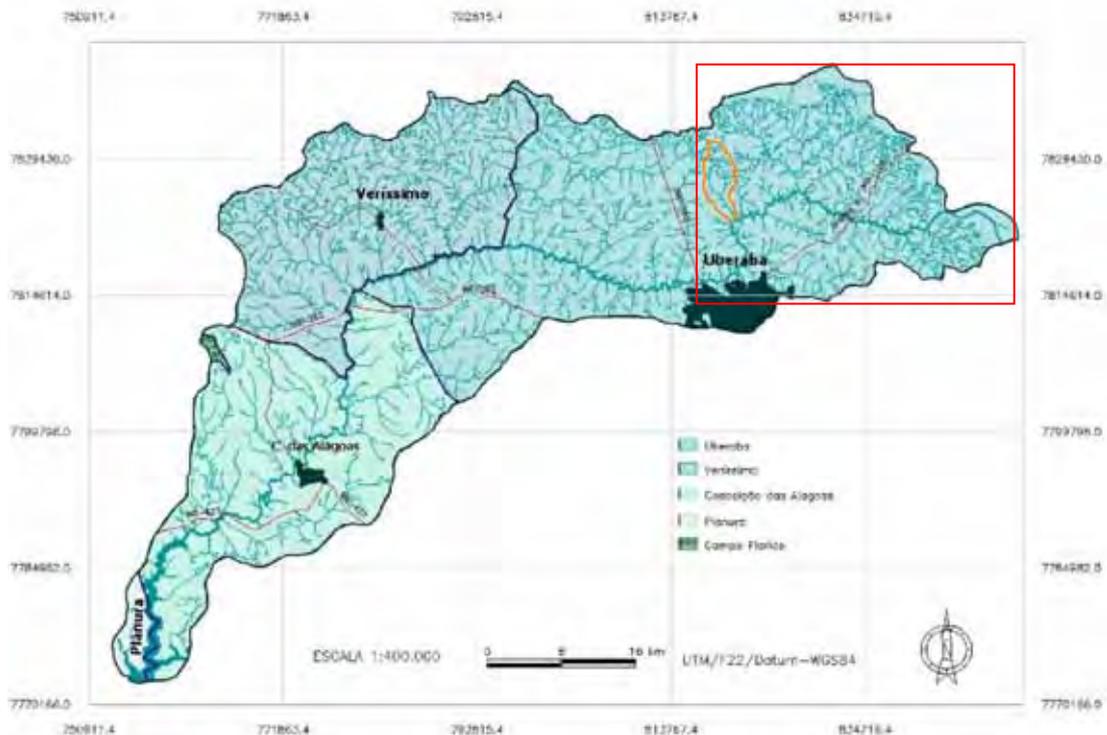
O Córrego Lanoso (ou Lanhoso) ,um dos afluentes do Rio Uberaba, é o principal curso d'água da Microbacia Hidrográfica do Lanoso, a qual está inserida na área de proteção ambiental (APA) do Rio Uberaba no município de Uberaba, localizada na região do Triângulo Mineiro, MG (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da microbacia hidrográfica do Córrego Lanoso, Estado de Minas Gerais, BRASIL.  
Fonte: SOUZA (2012).

A área de proteção ambiental (APA) é uma unidade de conservação destinada à conservação da biodiversidade onde se permite utilizar os recursos naturais de forma sustentável. A criação da APA do Rio Uberaba ocorreu com a promulgação da Lei estadual 13.183 de 21 de janeiro de 1999, sendo que a microbacia do Córrego Lanoso ocupa uma área de, aproximadamente, 4,13% da área desta APA (SEMEA, 2004).

Na Figura 2, está em destaque a microbacia do Córrego Lanoso e em vermelho, está indicada a região da APA da bacia hidrográfica do Rio Uberaba.



**Figura 2.** Bacia do Rio Uberaba, com destaque em laranja para a microbacia do córrego Lanoso e em vermelho, a área de proteção ambiental (APA).  
Fonte: CANDIDO (2008).

O Córrego Lanoso, curso principal da microbacia do Lanoso, tem um comprimento da nascente à foz de 10.431m; a vazão  $Q_{7,10}$  na foz é de  $78 \text{ L s}^{-1}$ . Vias rurais cortam a área e uma ferrovia corta a microbacia próximo a duas nascentes (SEMEA, 2004). O sistema de drenagem é de 4ª ordem, de acordo com a hierarquia de STRAHLER.

### 3.2. Clima regional

O clima na região de Uberaba segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw – tropical megatérmico com chuvas no verão, de outubro a março, e inverno seco, de maio a setembro (UBERABA EM DADOS, 2009). Na Tabela 1 são apresentados a precipitação pluviométrica e a temperatura da região no período de

estudo, segundo os dados da estação meteorológica de Uberaba – Cemig (AGRITEMPO, 2012a, 2012b).

**Tabela 1.** Dados mensais de precipitação pluviométrica, temperatura máxima média e temperatura mínima média em Uberaba, MG, no período de estudo de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Mês	Precipitação pluviométrica (mm)	Temperatura máxima – média do ar (°C)	Temperatura mínima – média do ar (°C)
fev/10	213,7	30,0	20,1
mar/10	182,2	29,1	20,0
abr/10	74,7	27,8	17,7
ma/10	19,2	26,7	15,4
jun/10	8,0	26,1	14,0
jul/10	0,0	27,1	16,0
ago/10	0,0	28,6	15,3
set/10	87,9	30,2	18,4
out/10	151,6	28,4	17,2
nov/10	355,4	28,1	18,9
dez/10	190,6	29,1	20,3
jan/11	420,1	27,9	20,2

Fonte: Estação meteorológica UBERABA – CEMIG (AGRITEMPO, 2012a, 2012b).

### 3.3. Geologia e solo

Uberaba faz parte da unidade de relevo do Planalto Arenítico da bacia do Paraná com solos apresentando características variando de arenoso a argiloso e são classificados, de forma geral, como Latossolos, com predominância do Latossolo Vermelho distroférico e dos Latossolo e Argissolo Vermelho Amarelo (NISHIAMA, 1998, citado por VALLE JÚNIOR, 2008). Em alguns trechos do Córrego Lanoso é possível encontrar a formação Serra Geral com afloramento de basalto (ABDALA et al., 2009). Pedroso Neto (2009), em pesquisa na região do Córrego Lanoso classificou o solo como LATOSSOLO AMARELO Distrófico (coordenadas de amostragem de solo: 19°39'03,2"S, 47°57'09,8" W a 763m de altitude), tendo como material originário arenito, sendo o relevo ondulado, apresentando textura franco-arenosa no horizonte A.

### 3.4. Cobertura vegetal

Ao longo do córrego a mata ciliar apresenta-se fragmentada em diferentes estágios de sucessão ecológica, os quais sofreram algum tipo de ação antrópica (JESUS et al., 2009). Segundo Valle Júnior et al. (2010b) na Microbacia do Córrego Lanoso está havendo expansão da agropecuária nas áreas de proteção permanente.

Somente 68,6 ha de área de preservação permanente ao longo do curso d'água estão preservados, correspondendo a 12,7% da área da bacia hidrográfica (VALLE JÚNIOR et al., 2010 b).

O total de nascentes perenes nessa microbacia é 15, correspondendo a 3,3% das nascentes da APA (SEMEA, 2004).

### 3.5. Material utilizado

- Aparelho receptor portátil de navegação GPS “Global Positioning System” de navegação Garmin modelo 12 XL;

- Sonda multiparamétrica para monitoramento de qualidade de água HORIBA modelo W-22XD;

- Máquina fotográfica digital;

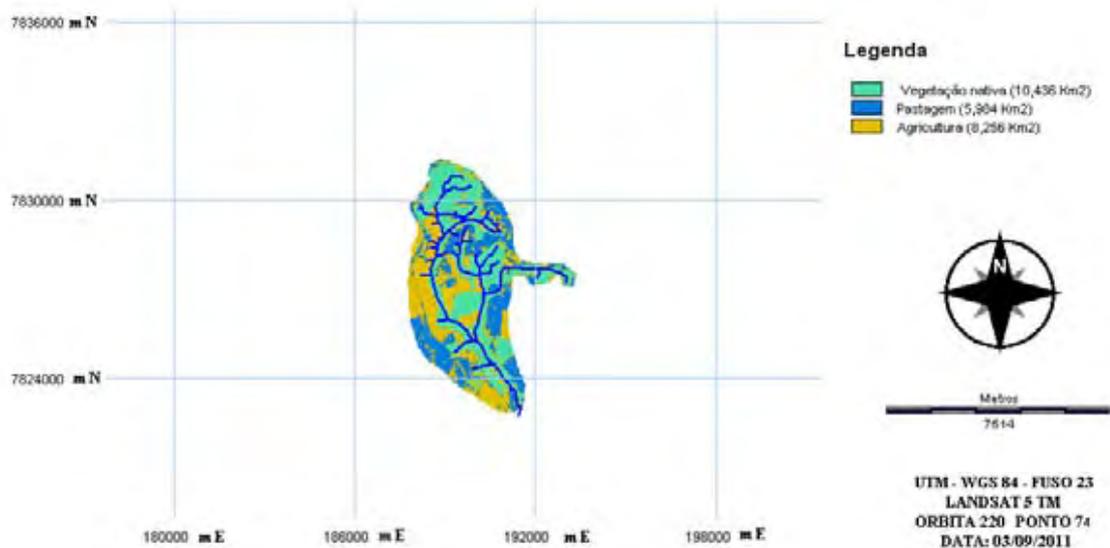
- Mapa de uso do solo;

- Mapa de classes de conflito de uso e ocupação do solo.

O mapa de classes de conflitos ambientais quanto ao uso e ocupação do solo determinadas segundo a metodologia de VALLE JÚNIOR (2008) e o mapa de uso do solo foram produzidos no laboratório de geoprocessamento do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) campus Uberaba, tendo como base cartográfica a projeção Universal Transverse de Mercator – UTM; fuso 23; sistema de referência WGS84 “World Geodetic System 1984”, utilizando-se de imagens orbitais Landsat 5 sensor TM órbita 220 ponta 74 de 03/09/2011 obtidas junto ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

### 3.6. Mapa de uso do solo

Microbacia do Córrego Lanoso possui área total de 2.467,6 ha, sendo que a pastagem ocupa 598,4 ha e a agricultura 825,6 ha. O mapa de uso e ocupação do solo está apresentado na Figura 3.



**Figura 3.** Mapa de uso do solo da Microbacia do Córrego Lanoso – Ano 2011.  
Fonte: Acervo particular do Prof. Dr. Renato Farias do Valle Júnior.

### 3.7. Mapa de classes de conflito de uso e ocupação do solo

Para determinar as classes de conflito quanto ao uso e ocupação do solo Valle Júnior (2008) partiu do diagnóstico físico-conservacionista comparando o mapa de uso potencial do solo com o mapa de uso atual.

O coeficiente de rugosidade (Roughness Number – RN) é um parâmetro que direciona o uso potencial da terra, de acordo com as suas características, para agricultura, pecuária ou florestamento (ROCHA; KURTZ, 2001).

O coeficiente de rugosidade (RN) é um número adimensional que expressa as características geométricas de um sistema de drenagem está relacionado à densidade de drenagem e à declividade média da microbacia:

$$RN = D \times H$$

Em que:

D = densidade de drenagem

H = declividade média da microbacia.

Os conflitos de uso da terra estão entre os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamentos de rios, enchentes e efeitos das secas. Ocorrem conflitos de uso da terra em áreas de cultivos agrícolas ou de pastagens desenvolvidas em áreas impróprias e também cultivos agrícolas em áreas apropriadas, porém sem tratos conservacionistas (ROCHA; KURTZ, 2001). (Márcio Revisão de Literatura)

A determinação do uso potencial do solo foi realizada a partir do coeficiente de rugosidade (RN), que foi calculado para 197 microbacias do Rio Uberaba, entre elas a do Lanoso, e foram atribuídos pesos às classes de RN e uso atual mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação dos pesos referentes às classes de RN e uso atual.

Classes de RN e Uso Atual	Peso
Agricultura – Classe A	1
Pecuária – Classe B	2
Pecuária/Floresta – Classe C	3
Floresta – Classe D	4

Fonte: ROCHA e KURTZ, (2001). (modificado).

As classes de conflito apresentadas na Tabela 3 foram determinadas pela diferença entre o uso potencial e o uso atual do solo.

**Tabela 3.** Classes de conflito (degradação ambiental).

Classes de conflito	RN - uso atual (peso)	Recomendação
Classe 1	1	Apresentam riscos ou limitações permanentes severas quando usadas para culturas anuais e pastagens, seu uso deve ser norteado pela implementação de técnicas de conservação do solo.
Classe 2	2	Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental.
Classe 3	3	Terras impróprias para cultivos intensivos e pastagens, mas ainda adaptadas para reflorestamento ou preservação ambiental.

Fonte: VALLE JÚNIOR (2008).

Para a avaliação do uso potencial do solo foram determinados a amplitude de variação e o intervalo do coeficiente de rugosidade para cada microbacia e classe de solo predominante, de acordo com a metodologia de Rocha e Kurtz (2001).

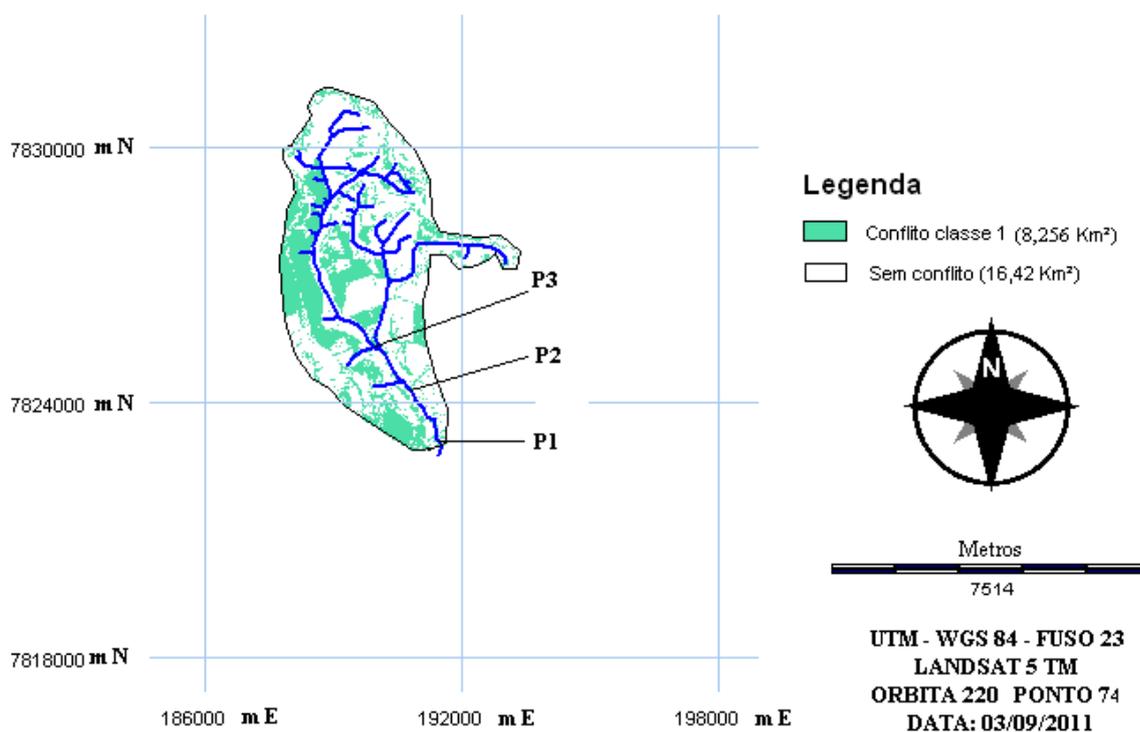
Amplitude (A) = valor máximo de RN – valor mínimo de RN

Intervalo (I) = Amplitude (A)/número de classes

Na microbacia do Lanoso o valor calculado de RN foi de 7,59 e o seu uso potencial é indicado para pastagem, mas parte de sua área está sendo utilizada para a agricultura, então ocorre nessa área conflito de uso do solo (VALLE JÚNIOR, 2008).

Na Tabela 3 tem-se o uso potencial para pastagem (peso 2) ; o uso atual é agricultura (peso 1).

Esta microbacia apresenta área com conflito-classe 1 de uso e ocupação do solo e área sem conflito de uso. A localização destas áreas e os pontos de amostragem de água estão apresentados na Figura 4.



**Figura 4.** Localização dos pontos de amostragem na área de estudo, na Microbacia do Córrego Lanoso.

Fonte: Acervo particular do Prof. Dr. Renato Farias do Valle Júnior (modificado).

### 3.8. Amostragem

Os pontos de amostragem foram georreferenciados com aparelho receptor portátil GPS “Global Positioning System” de navegação Garmin modelo 12 XL. Foi utilizada uma máquina fotográfica digital para registrar o aspecto do corpo de água e da região do entorno.

Uma sonda multiparamétrica para monitoramento de qualidade de água HORIBA modelo W-22XD foi utilizada para a determinação de turbidez, pH e potencial redox (ORP). A acurácia da sonda para a turbidez é de  $\pm 5\%$ , para o pH é de  $\pm 0,1$  e para o potencial redox a acurácia é de  $\pm 0,15$  mV.

As coletas de amostras de água e as análises *in situ* foram realizadas mensalmente, de fevereiro/2010 a janeiro/2011, sempre no período da tarde, entre as 13 e 17 horas na primeira quinzena de cada mês.

As variáveis turbidez, pH e potencial de oxi-redução redox (ORP ou Eh) foram determinados no próprio local com a sonda multiparamétrica HORIBA (modelo W-22XD), apresentada na Figura 5, programada para fazer 5 leituras a uma profundidade suficiente para cobrir os eletrodos (aproximadamente 15 cm) e calibrada antes da coleta. A sonda HORIBA contém sensor com eletrodo de vidro para medir pH, sensor eletrodo de platina para medida de potencial redox (mV), e a turbidez (NTU) é medida pelo método de penetração e espalhamento. A calibração foi realizada de acordo com o manual de utilização do equipamento; para a turbidez a calibração foi realizada com água destilada e com solução padrão de 800 UNT; para o pH foram utilizadas soluções tampão de pH 7,0 e pH 9,0.



**Figura 5.** Sonda multiparamétrica HORIBA com sensores para monitoramento de qualidade da água em campo.

As amostras de água superficial foram coletadas com o auxílio de um recipiente limpo inicialmente ambientado com água do próprio recurso hídrico em cada ponto de amostragem e dividida em frascos preparados de acordo com as normas da “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2005); a seguir os frascos foram colocados em um recipiente isolante térmico de isopor para serem transportados até o laboratório onde foram realizadas as análises de coliformes termotolerantes (CTT) em até 24 horas, sólidos totais, nitratos e fosfato total.

As análises foram realizadas de acordo com os métodos da “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2005): SM 2540 B para sólidos totais; SM 9222 A,B,D para coliformes termotolerantes e SM 4500 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> D B para nitratos.

Também foram realizadas visitas a campo e registradas, por meio de fotografias, as condições das margens e do corpo d'água. Foram escolhidos 3 pontos de amostragem (P1, P2 e P3) em um trecho do Córrego Lanoso sendo os pontos P1 e P2 localizados em área sem conflito de uso e ocupação do solo e o ponto P3 localizado em área com conflito classe 1, determinado de acordo com a metodologia de Valle Júnior (2008).

O ponto de amostragem 1 (P1), mostrado na Figura 6, está situado à  $19^{\circ}39'47''\text{S}$ ,  $47^{\circ}56'33''\text{W}$  e à 744 m de altitude, localizando-se próximo à foz do rio Uberaba, em região sem conflito de uso do solo. Esta região é ocupada por pastagem e apresenta extensas áreas sem mata ciliar, erosão das margens do recurso hídrico e pontos de passagem livre para gado. A foz do Córrego Lanoso com o Rio Uberaba está situada a  $19^{\circ}39'53,7''\text{S}$  e  $47^{\circ}56'32,6''\text{W}$ , numa altitude de 743 m à jusante do ponto de amostragem P1.



**Figura 6.** Vista geral da área no ponto de amostragem P1.

O ponto de amostragem 2 (P2), mostrado na Figura 7, está situado à  $19^{\circ}39'03''\text{S}$ ,  $47^{\circ}57'00''\text{W}$  e a 769 m de altitude e está dentro da área do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM campus Uberaba, na divisa deste com

fazendas, em região sem conflito de uso e ocupação do solo, apresentando poucas falhas na mata ciliar e erosão das margens do recurso hídrico.



**Figura 7.** Vista geral da área no ponto de amostragem P2.

O ponto de amostragem 3 (P3), mostrado na Figura 8 está situado a  $19^{\circ}38'27''\text{S}$   $47^{\circ}57'30''\text{W}$  e a 770 m de altitude, localizando-se em área de conflito-classe 1 quanto ao uso e ocupação do solo, sendo que a mata ciliar está relativamente preservada. A área próxima é utilizada para pastagem e agricultura (Figura 8).



**Figura 8.** Vista geral da área no ponto de amostragem P3.

### **3.9. Tratamento dos dados e análise estatística**

Para cada variável foi determinada a variação no espaço e no tempo seguindo a metodologia utilizada por Borges et al. (2003). A variação no espaço foi determinada pela média anual calculada para cada parâmetro em cada ponto de amostragem, no período de 12 meses, e a variação temporal pela média mensal de cada parâmetro nos três pontos de amostragem ao longo do ano, de fevereiro/2010 a janeiro/2011, no trecho em estudo.

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do Programa SAS – “System for windows” versão 9.0; o teste utilizado foi o de Tukey a 5% de significância. Também foram produzidos gráficos para facilitar a análise dos resultados.

Os resultados das variáveis turbidez, pH, coliformes termotolerantes e nitratos foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005) que trata da classificação das águas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Situação geral da área de estudo

Em visitas a campo, nos três pontos de amostragem, foram observadas erosão das margens, agravada pela ação antrópica. Candido et al. (2010) já detectaram processos de degradação ambiental inclusive em áreas protegidas por lei devido ao uso inadequado das terras, na bacia hidrográfica do Rio Uberaba. Torres et al. (2007) afirmam que o mau uso do solo tem causado alguns processos erosivos e o assoreamento do córrego Lanoso em alguns pontos.

Foi observada também a presença de lixo dentro do recurso hídrico e nas suas margens, denotando descaso com o ambiente (Figura 9).



**Figura 9.** Presença de lixo nas margens do Córrego Lanoso.

#### 4.1.1. Situação da área no ponto de amostragem 1 (P1)

A área próxima a P1 (sem conflito de uso e ocupação do solo) apresenta-se com muitos trechos sem mata ciliar nas duas vertentes; a pastagem ocupa área de proteção permanente e várias áreas de livre acesso para o gado (Figura 10).



**Figura 10.** Pastagem em área de proteção permanente e passagem de livre acesso para o gado em área próxima e à montante de P1.

Na Figura 11 é possível observar a falta de mata ciliar, a erosão das margens e princípio de assoreamento.



**Figura 11.** Falta de mata ciliar, erosão das margens e princípio de assoreamento em área próxima e à montante de P1.

De acordo com Candido et al. (2010), os impactos na cobertura vegetal original, provocados pelas ações antrópicas foram um dos primeiros fatores responsáveis pelo desenvolvimento do processo de degradação das terras, especialmente pela ação que exerce na proteção do solo contra os efeitos erosivos.

#### 4.1.2. Situação da área no ponto de amostragem 2 (P2)

A área próxima a P2 (sem conflito de uso) apresenta mata ciliar relativamente bem preservada com poucas falhas e erosão das margens do Córrego (Figura 12).



**Figura 12.** Falhas na mata ciliar e erosão das margens em área próxima e à montante de P2.

A Figura 13 mostra o ponto de captação de água que está situado a  $19^{\circ}38'54''$  e  $47^{\circ}57'06''$  W; nessa área também é possível observar a erosão das margens.



**Figura 13.** Ponto de captação de água para irrigação dentro da área do IFTM, em área próxima à montante de P2.

#### 4.1.3. Descrição da área no ponto de amostragem 3 (P3)

A área próxima a P3 com conflito-classe 1 de uso e ocupação do solo é cortada por uma estrada de terra e uma passagem para trânsito de veículos e animais (Figura 14).



**Figura 14.** Ponto de amostragem P3: máquina pesada e revolvimento do solo próximo ao corpo de água.

Nessa área também há trechos de livre acesso para o gado e o leito do Córrego apresenta grande quantidade de areia (Figuras 15 e 16).



**Figura 15.** Passagem livre para o gado em área próxima à montante de P3.



**Figura 16.** Ponto de amostragem P3: grande quantidade de areia no leito do córrego.

## 4.2. Análise das águas superficiais no espaço e no tempo

### 4.2.1. Turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) em P1, P2 e P3

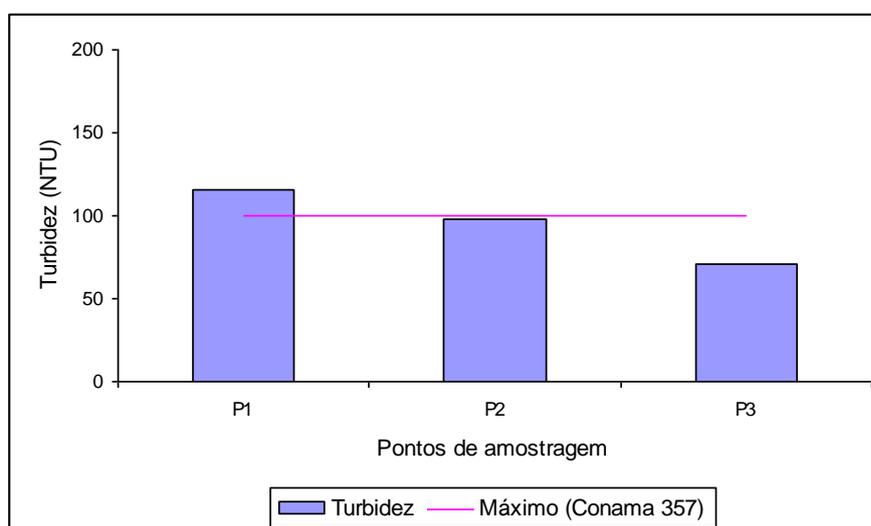
A média das variáveis turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) em cada ponto de amostragem, em 12 meses, no período de estudo, está apresentada na Tabela 4 e nas Figuras 17e 18.

**Tabela 4.** Média de turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) em 12 meses nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Pontos de amostragem	Turbidez (NTU)	Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	pH	ORP (mV)
P1	116,09 a	55,00 a	6,99 b	112,04 a
P2	97,60 ab	59,33 a	7,06 ab	120,01 a
P3*	70,56 b	72,67 a	7,19 a	35,33 b
Média	94,75	62,33	7,08	89,13
Teste F	3,64	0,72	3,38	25,78
dms	42,62	38,61	0,20	32,72
CV (%)	43,86	60,39	2,77	35,79

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). dms: diferença mínima significativa. CV(%): Coeficiente de variação, a NTU – Unidade nefelométrica de turbidez.

Houve diferença significativa para a turbidez entre os pontos de amostragem P1 e P3, mas não entre estes e P2, sendo que P3 apresentou a menor média (70,6 NTU) e P1 a maior (116,1 NTU). Somente P1 apresentou médias maiores que o máximo permitido pela Resolução Conama 357 para águas de classe 2 (100 NTU); a média anual dos pontos de amostragem (94,75 NTU) também não ultrapassou esse valor. Segundo Donadio et al. (2005), a turbidez é uma das variáveis influenciada pela presença de mata ciliar que auxilia na proteção dos recursos hídricos. No presente estudo P1 está em área sem conflito quanto ao uso e ocupação do solo, mas a falta de mata ciliar e a pastagem ocupando área de preservação permanente contribuíram para a maior turbidez.

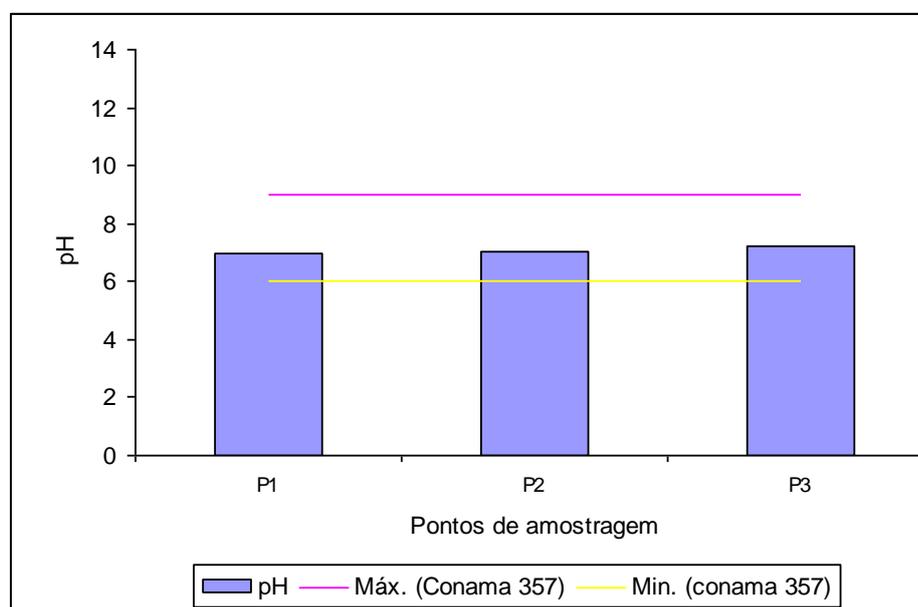


**Figura 17.** Variação da turbidez entre pontos de amostragem P1, P2 e P3 no período de 12 meses e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.

Quanto aos sólidos totais não houve diferença significativa entre os pontos de amostragem. Fernandes et al. (2011) registraram valores médios bem menores de sólidos totais variando de 2,68 mg L<sup>-1</sup> a 10,28 mg L<sup>-1</sup> na microbacia Glória, Macaé – RJ, em área onde o principal uso do solo é a pastagem, afirmando que a pastagem bem manejada oferece benefícios de proteção ao solo, não afetando a turbidez e a quantidade de sólidos totais. Os valores de sólidos totais registrados para o Córrego Lanoso P1 (55,00 mg L<sup>-1</sup>), P2 (59,33 mg L<sup>-1</sup>) e P3 (72,67 mg L<sup>-1</sup>) estão mais próximos da média (66,0 mg L<sup>-1</sup>) registrada por Gonçalves (2009) em um trecho do

Rio Uberabinha, na região do Triângulo Mineiro – MG, enquadrado na classe 3 de acordo a Resolução Conama 357 e cuja área do entorno é ocupada por pastagem apresentando estreita faixa de mata ciliar, afirmando que esta média é resultante das atividades antrópicas. A Resolução Conama 357 não estabelece limites para sólidos totais nas água. Segundo Gebler (2002) o monitoramento desta variável é uma ferramenta útil para detectar tendências de aumento de erosão em bacias hidrográficas. Pedroso Neto (2009) em pesquisas desenvolvidas na Microbacia do Córrego Lanoso verificou a presença de erosão na forma de sulcos esparsos e Torres et al., (2007) afirmam que o mau uso do solo tem causado alguns processos erosivos e o assoreamento desse córrego em alguns pontos. Portanto, para o Córrego Lanoso os valores médios de sólidos totais são diretamente afetados pelos processos erosivos.

Houve diferença significativa para o pH entre P1(6,99) e P3 (7,19), mas não entre estes e P2. Esses valores estão dentro da faixa recomendada pela Resolução Conama 357 para águas doces de classe 2 ,que deve estar entre 6,0 e 9,0.



**Figura 18.** Variação do pH da água entre pontos de amostragem P1, P2 e P3 no período de 12 meses e os valores mínimo e máximo permitidos pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.

O potencial redox (ORP) foi a variável que apresentou maior variação entre os pontos de amostragem. Não houve diferença significativa entre os pontos P1

(112,04 mV) e P2 (120,01 mV), mas estes diferiram de P3 (35,33 mV), sendo que em P3 ocorreu o menor valor que corresponde a aproximadamente 29% da ORP em P1 e 31,5% da ORP em P2. Neste caso, o ORP diferencia áreas sem conflito de uso do solo (P1 e P2) de área com conflito de uso classe 1 (P3) determinados de acordo com a metodologia estabelecida por Valle Júnior (2008). O potencial redox (ORP) representa alterações no estado de oxidação de muitos íons ou nutrientes e está relacionado à solubilidade de metais e à disponibilidade de nutrientes para as comunidades aquáticas (TUNDISI; TUNDISI, 2008). A Resolução Conama 357 não estabelece padrões para o ORP. Entretanto, para o ministério do meio ambiente citado por Fiorucci e Benedetti Filho (2005) valores de ORP entre 200 mV e 600 mV indicam um meio fortemente oxidante, entre -100 mV e -200 mV indicam meios redutores e as condições de um rio não poluído são fracamente oxidantes graças à presença de quantidades limitadas de oxigênio dissolvido. Em pH 7,0 e a 25°C a água com concentrações saturadas de oxigênio apresenta um potencial redox de + 500 mV (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Segundo Enzweiler (2010), águas superficiais com O<sub>2</sub> livre apresentam potencial redox entre +100 e +500 mV. Os resultados obtidos para o Córrego Lanoso estão entre 35,33 mV e 120,01 mV podendo ser considerados fracamente oxidantes e a grande diferença entre os pontos de amostragem deve estar relacionada às condições da área na microbacia; erosão das margens e princípio de assoreamento.

#### **4.2.2. Turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) no período de 12 meses**

Na Tabela 5 e nas Figuras 19, 20, 21 e 22 são apresentados os valores médios mensais de turbidez, sólidos totais, pH e potencial redox (ORP) no período de estudo.

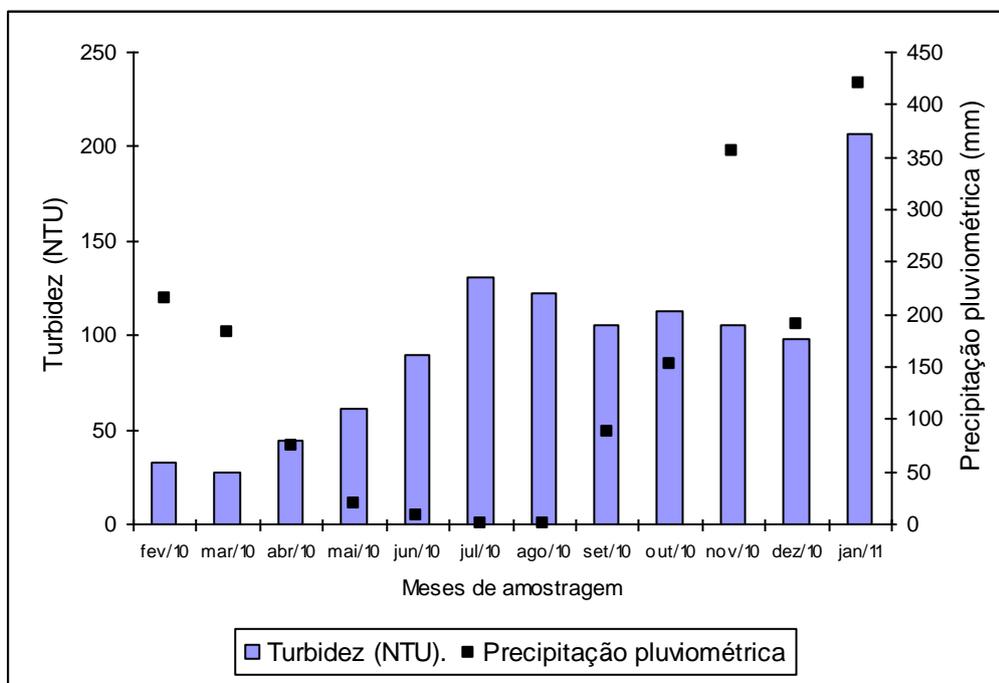
**Tabela 5.** Valores médios mensais de turbidez, sólidos totais, pH, potencial redox (ORP) nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso-MG, no período de 12 meses.

Mês	Turbidez (NTU)	Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	pH	ORP (mV)
fev/10	32,25 b	80,00 a	7,38 ab	58,83 bc
mar/10	27,71 b	70,00 a	7,53 ab	46,15 bc
abr/10	44,67 b	67,33 a	7,16 bcd	5,47 c
mai/10	61,63 b	52,67 a	7,30 bc	110,60 ab
jun/10	90,16 ab	80,00 a	7,39 ab	87,27 bc
jul/10	130,35 ab	73,33 a	7,00 bcd	127,93 ab
ago/10	122,80 ab	57,33 a	6,74 cd	136,07 ab
set/10	105,07 ab	84,67 a	6,96 bcd	183,93 a
out/10	112,52 ab	10,00 a	6,71d	130,96 ab
nov/10	105,22 ab	75,33 a	7,94 a	58,00 bc
dez/10	97,92 ab	48,00 a	7,32 bc	76,88 bc
jan/11	206,71 a	49,33 a	5,55 e	47,44 bc
Média	94,75	62,33	7,08	89,13
Teste F	4,29	0,91	27,24	7,38
dms	123,44	111,82	0,5833	94,752
CV (%)	43,86	60,40	2,77	35,79

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). dms: diferença mínima significativa. CV(%): Coeficiente de variação, a NTU – Unidades nefelométricas de turbidez.

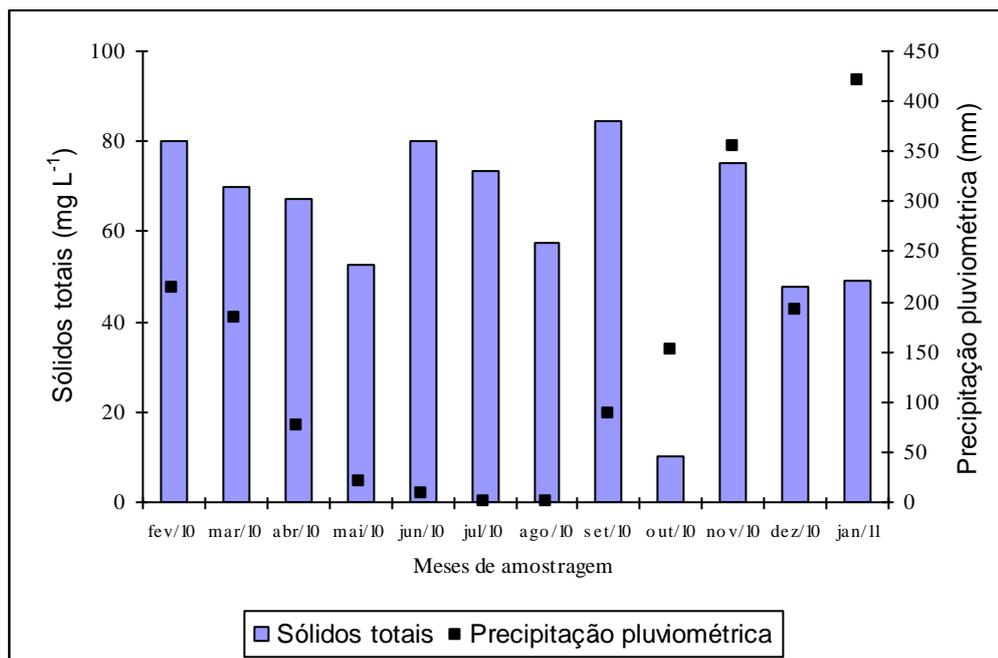
Houve diferença estatística significativa nos valores de turbidez ao longo do tempo. No período de amostragem a maior média registrada foi no mês de jan/2011 (206,71 NTU) e se deveu ao fato de que no dia da amostragem havia chovido pela manhã, o que provocou o carreamento de terra para o recurso hídrico provocando aumento da turbidez. Não considerando esse mês, as médias de turbidez nos demais meses não diferiram ( $p > 0,05$ ). As médias dos meses jul/10 (130,35 NTU), ago/10 (122,80 NTU), set/10 (105,07 NTU), out/10 (112,52 NTU) e nov/10 (105,22 NTU) foram maiores do que o limite máximo estabelecido pela resolução Conama 357 para as águas de classe 2 (100 NTU). Esses valores abrangeram meses de chuvas e de seca e devem estar relacionados às falhas na mata ciliar. Esses resultados concordam com os de Pissarra et al. (2008) que, em trabalhos desenvolvidos em bacias hidrográficas com diferentes usos e ocupação do solo, afirmam que valores de turbidez foram influenciados pelo uso e ocupação do solo, encontrando valores de 1,5 NTU a 205,9 NTU em microbacia onde não há proteção de mata ciliar, e também obtiveram valores maiores em período de seca atribuindo o fato ao manejo de solo (reforma de canal). No Córrego Lanoso também há falhas na mata ciliar e o solo em área próxima é utilizado para atividades variadas de

agricultura e para essas atividades o solo é revolvido. A média anual (94,75 NTU) ficou próxima do limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2 (100 NTU).



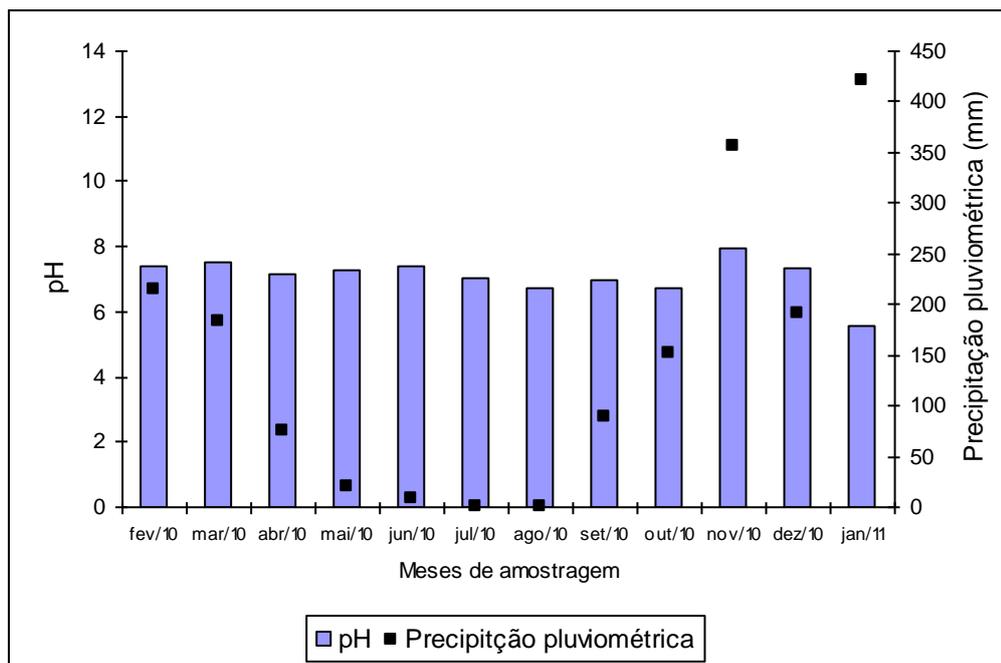
**Figura 19.** Variação da média mensal de turbidez ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.

Não houve diferença significativa ao longo do tempo para a variável sólidos totais no período de amostragem, e variando de  $10,0 \text{ mg L}^{-1}$  à  $84,67 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo a média de 12 meses  $62,33 \text{ mg L}^{-1}$ . Verifica-se que esta média é bem próxima das médias registradas em 2007 ( $77,69 \text{ mg L}^{-1}$ ) e em 2008 ( $63,38 \text{ mg L}^{-1}$ ) no Rio Uberabinha por Gonçalves (2009), sendo esse enquadrado na classe 3 de acordo a Resolução Conama 357.



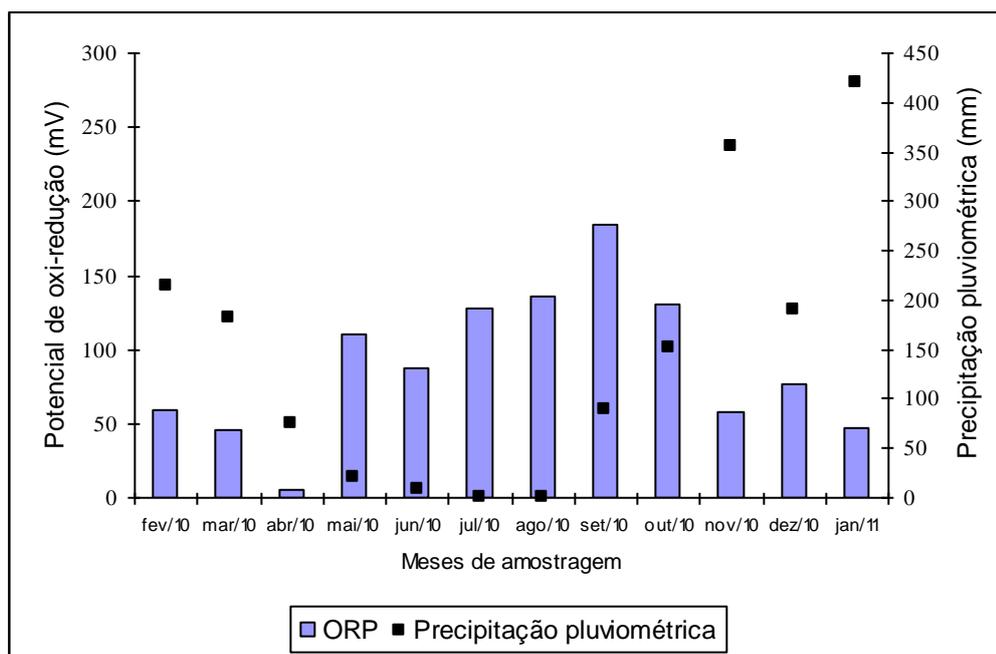
**Figura 20.** Variação da média mensal de sólidos totais ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.

Em relação ao pH também não houve diferença significativa entre os vários meses ao longo do tempo no período de amostragem. O menor valor foi registrado no mês de janeiro/2011(5,55); isto ocorreu porque no dia da amostragem havia chovido pela manhã, o que contribuiu para o carreamento de terra para o recurso hídrico provocando mudanças no pH. A média anual de 7,08 ficou próxima da neutralidade, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2 (6,0 a 9,0) Figura 21.



**Figura 21.** Variação da média mensal de pH ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.

Para a variável ORP houve diferença significativa entre os meses de abril/2010 (5,47 mV), sendo esse o de menor média e setembro/2010 (183,93 mV) o de maior média, indicando ambiente fracamente oxidante. Nos meses mais secos predominaram os maiores valores e nos meses mais chuvosos predominaram os menores valores. Comparando estes resultados com os valores registrados por Oliveira et al. (1997) que em pesquisa em córregos do Parque Ecológico de Goiânia – GO registrou no Ribeirão João Leite, classificado como de 4ª ordem segundo a classificação de STRAHLER, valores de ORP variando entre 106 mV a 161mV apresentando menor variação do que os valores registrados para o Córrego Lanoso (5,47 mV à 136,07mV). A maior variação no Córrego Lanoso deve estar relacionada às condições da microbacia, ou seja, às falhas na mata ciliar, erosão das margens e princípio de assoreamento.



**Figura 22.** Variação da média mensal de potencial redox (ORP) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo.

#### 4.2.3. Coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos em P1, P2 e P3

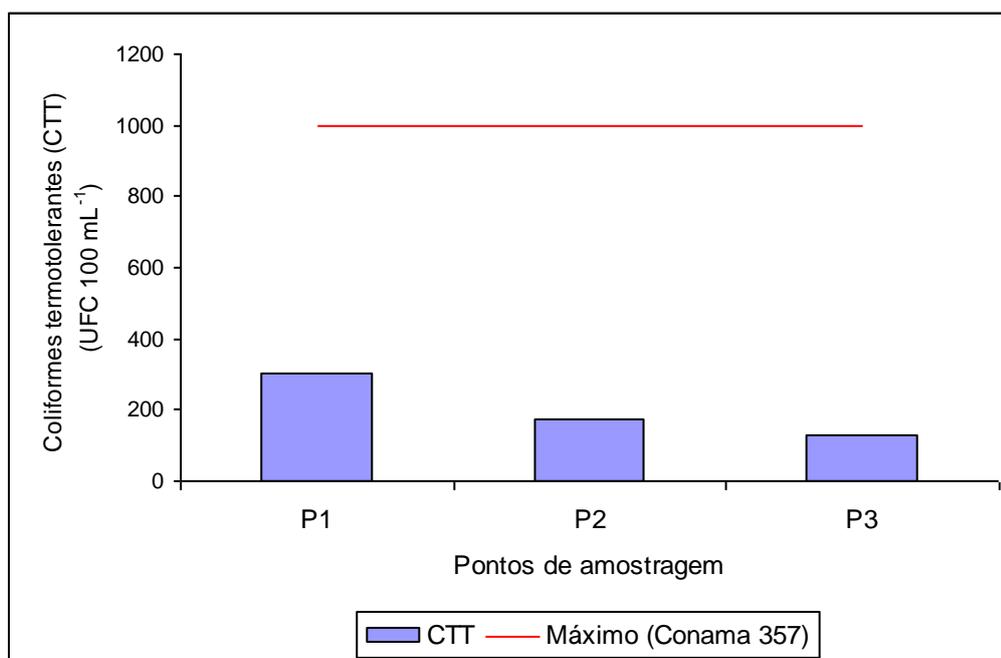
A média de coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) em cada ponto de amostragem em 12 meses no período de estudo estão apresentados na Tabela 6 e nas Figuras 23, 24 e 25.

**Tabela 6.** Média de coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) em 12 meses nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Pontos de amostragem	CTT (UFC 100 mL <sup>-1</sup> )	DBO (mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )
P1	302,25 a	0,83 a	0,06 a
P2	171,08 a	1,18 a	0,03 a
P3	129,75 a	1,42 a	0,05 a
Média	201,03	1,14	0,05
Teste F	2,80	0,85	1,65
dms	191,26	1,13	0,047
CV (%)	92,77	97,11	99,24

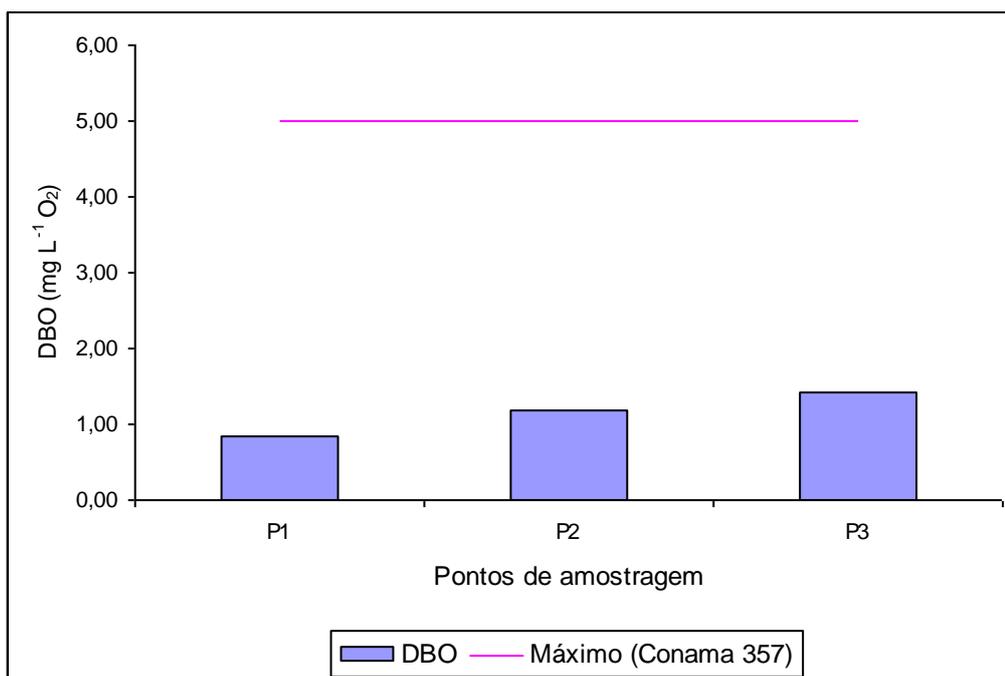
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). dms: diferença mínima significativa. CV(%): Coeficiente de variação. UFC: unidades formadoras de colônia.

Quanto aos coliformes termotolerantes não houve diferença significativa entre os pontos de amostragem P1 (302,25 UFC 100 mL<sup>-1</sup>), P2 (171,08 UFC 100 mL<sup>-1</sup>) e P3 (129,75 UFC 100 mL<sup>-1</sup>) no período de estudo. Estes valores estão relacionados com as condições da microbacia, mas são menores que o limite máximo estabelecido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2 (Figura 23).



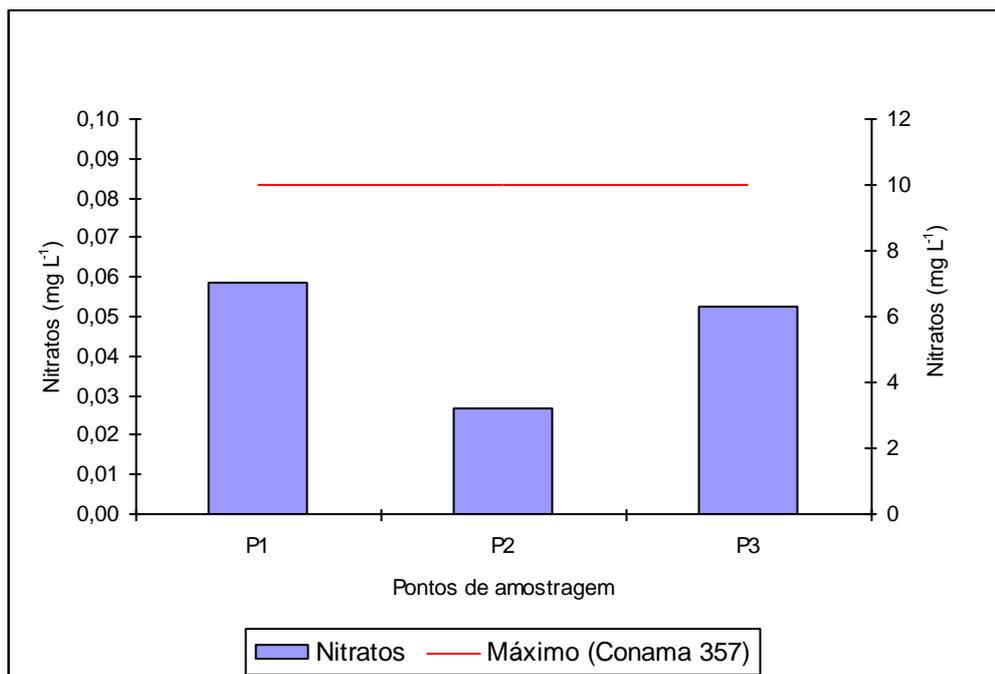
**Figura 23.** Média de coliformes termotolerantes (CTT) em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 à janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.

Não houve diferença significativa para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) entre os pontos de amostragem. O valor máximo permitido (5 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>) pela Resolução Conama n° 357 (BRASIL, 2005) para as águas da classe 2 não foi atingido.



**Figura 24.** Média de DBO em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.

Também não houve diferença significativa para teor de nitrato entre os pontos de amostragem no período de estudo. A média anual para cada ponto de amostragem P1 (0,06 mg L<sup>-1</sup>), P2 (0,03 mg L<sup>-1</sup>) e P3 (0,05 mg L<sup>-1</sup>) ficou bem abaixo do limite máximo (10,0 mg L<sup>-1</sup>) permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2. O nitrato está presente nas águas naturais e pode ser de origem natural resultante do metabolismo de microorganismos, ou de origem atrópica devido a vários fatores, como por exemplo, devido a excrementos de animais e fertilizantes (SPERLING, 2005). Segundo Gebler (2002), os fertilizantes nitrogenados minerais e os esterco manejados inadequadamente são apontados com as maiores fontes difusas de contaminação da água por nitrato em áreas agrícolas.



**Figura 25.** Média de nitratos em 12 meses no período de estudo de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011, nos pontos de amostragem e o valor máximo permitido pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2.

#### 4.2.4. Coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos no período de 12 meses

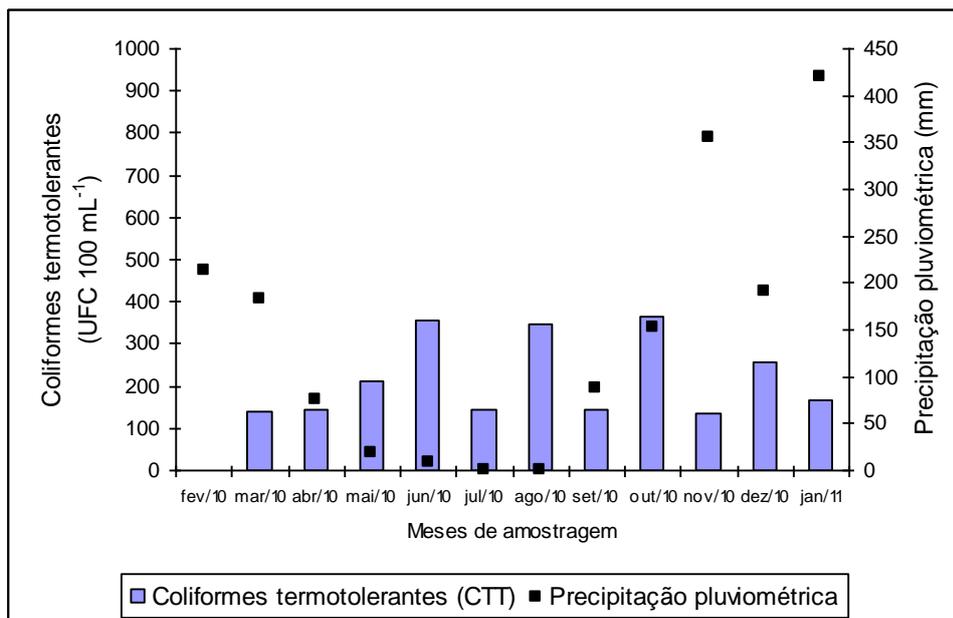
Na Tabela 7 e nas Figuras 26, 27 e 28 são apresentados os valores médios mensais de coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) no período de estudo.

**Tabela 7.** Valores médios mensais de coliformes termotolerantes (CTT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) nos pontos de amostragem P1, P2 e P3, do Córrego Lanoso, no período de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Mês	CTT (UFC 100 mL <sup>-1</sup> )	DBO (mg L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )
fev/10	0,70 a	1,40 a	0,013 b
mar/10	140,70 a	0,50 a	0,07 b
abr/10	144,00 a	0,50 a	0,01 b
mar/10	212,00 a	2,50 a	0,01 b
jun/10	354,00 a	0,50 a	0,01 b
jul/10	145,00 a	0,83 a	0,37 a
ago/10	348,00 a	0,84 a	0,01 b
set/10	146,30 a	2,55 a	0,01 b
out/10	366,7 a	0,92 a	0,02 b
nov/10	133,0 a	1,13 a	0,01 b
dez/10	255,3 a	1,15 a	0,01 b
jan/11	166,7 a	0,90 a	0,01 b
Média	201,03	1,14	0,05
Teste F	1,05	1,20	15,23
dms	553,9	3,30	0,1351
CV (%)	92,77	97,11	99,24

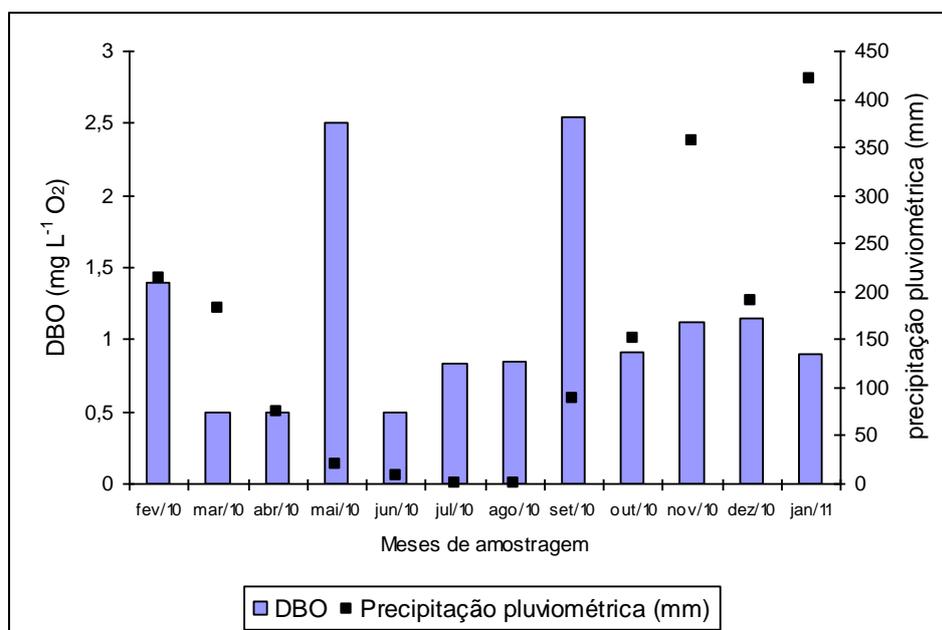
Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). dms: diferença mínima significativa. CV(%): Coeficiente de variação. UFC: Unidades formadoras de colônia.

Em relação aos coliformes termotolerantes (CTT) não houve diferença significativa ao longo do tempo no período de estudo. Os valores registrados foram menores que o limite máximo estabelecido (1000 UFC 100 mL<sup>-1</sup>) pela Resolução Conama 357 para as águas de classe 2; portanto, as chuvas não interferiram de modo significativo nos valores de coliformes termotolerantes.



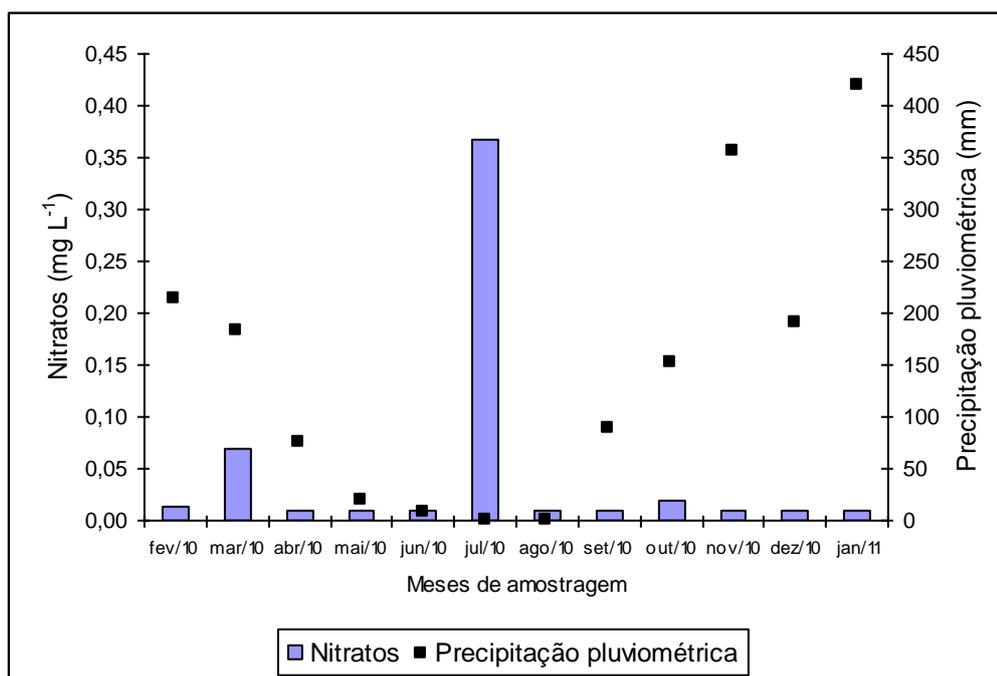
**Figura 26.** Variação da média mensal de coliformes termotolerantes (CTT) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Não houve diferença significativa na DBO ao longo do tempo de amostragem (Figura 29). Em nenhum dos meses monitorados a DBO foi maior que o valor máximo permitido ( $5\text{mg L}^{-1}\text{ O}_2$ ) pela resolução Conama 357.



**Figura 27.** Variação da média mensal de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

Quanto aos nitratos houve diferença significativa entre o mês de julho com relação a todos os outros meses (Figura 30); sendo que esse foi o mês em que se registrou a maior média ( $0,37 \text{ mg L}^{-1}$ ), a qual deve ser resultante de atividade antrópica. Em todos os meses de amostragem os valores registrados estiveram bem abaixo do limite máximo ( $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) estabelecido pela Resolução Conama 357.



**Figura 28.** Variação da média mensal de nitratos ao longo do tempo e a precipitação pluviométrica na região durante o período de estudo, de fevereiro/2010 a janeiro/2011.

## 5. CONCLUSÕES

O Córrego Lanoso se enquadra nas águas de classe 2 quanto às variáveis analisadas, de acordo com as normas da Resolução Conama 357.

O potencial redox (ORP), no caso desta microbacia, é um parâmetro de diferenciação de área com conflito de uso e ocupação classe 1 e área sem conflito de uso.

## 6. REFERÊNCIAS

ABDALA, V. L.; TORRES, J. L. R.; BARRETO, A. C. Análise hidrológica das nascentes da Bacia do alto curso do Rio Uberaba. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia. v. 10, n. 31, p. 171-183, 2009.

AGRITEMPO. **Pluviosidade e temperatura em Uberaba**. 2010. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=MG> > Acesso em: 20 set. 2012a.

\_\_\_\_\_. **Pluviosidade e temperatura em Uberaba**. 2011. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario?uf=MG> >. Acesso em: 20 set. 2012b.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>th</sup>. ed. Washington, D.C. 2005.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. Porto Alegre: Bookman, 2002. 607 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: ÍCONE, 2010. 355 p.

BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ANA. Agência Nacional das Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Cadernos de Recursos Hídricos 5**. Brasília – DF, maio de 2007. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA%20DO%20ENQUADRAMENTO.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 20 set. 2012.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto Ouro Verde – Conchal, SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 742-748, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28070.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2012.

CANDIDO, H. G.; GALBIATTI, J. A.; PISSARRA, T. C. T.; MARTINS FILHO, M. V. Degradação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba: uma abordagem metodológica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 179-192, 2010.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n5/3051.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2012.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. São Paulo. Apêndice A, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Uberaba - MG**. 2003. 182 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

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

ENZWEILER, J. Amostragem de águas e parâmetros de qualidade. Aula GE 117 (2010). Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/9/Aula5.pdf>>. Acesso em: 21. fev. 2012.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998.

FERNANDES, M.M.; CEDDIA, M.B; RAMOS, G.M.; GASPAR, A.; MOURA, M.R. Influência do uso do solo na qualidade de água da microbacia Glória, Macaé – RJ. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 2, p. 105-116, 2011.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, p. 10-16, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2012.

GEBLER, L. **Redução de riscos de impacto ambiental na produção integrada de maçãs**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/536624>>. Acesso em: 23 out. 2012

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da qualidade da água do Rio Uberabinha – Uberlândia – MG**. 2009. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/qualidade-da-agua-do-rio-uberabinha.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2012.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. **Cadernos Temáticos de química Nova na Escola**, n. esp., p. 31-40, maio, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbjq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>> Acesso em: 03 fev. 2012.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Rertrand Brasil, 2006 372 p.

JESUS, E. F. de; RIBEIRO, W.; SOUZA, O. P. de; TORRES, J. L. R. Caracterização e recomposição da mata ciliar do Córrego Lanhoso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 18-28, 2009.

MACÊDO, J. A. B. de. **Águas & águas**. 2. ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2004. p. 194-698.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JÚNIOR, G. C. da; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E S. de. Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos – RJ. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 687-698, 2009.

OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C. de. Ecologia de comunidades de insetos Bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em Córregos do Parque Ecológico de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 867-876, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v14n4/v14n4a10.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

PEDROSO NETO, J. C. **Solos da área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba**. Lavras: UFLA/EPAMIG, 2009.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; GALBIATTI, J. A. Análise das condições hidrológicas em bacias hidrográficas com diferentes usos e ocupação do solo. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 552-565, 2008.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; ARRAES, C. L.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Topographical characteristics and evaluating water quality in watershed management. **Revista Ingeniería e Investigación**; Bogotá, v. 28, n. 3, p. 87-91, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/view/15125>>. Acesso em: 03 out. 2012.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A. Influência do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agropecuária e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 200-210, 2010. Disponível em: <[http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/407/pdf\\_33](http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/407/pdf_33)>. Acesso em: 23 out. 2012.

ROCHA, J. S. M. da; KURTZ, S. M. J. M. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001. 302 p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Condições hidrológicas de uma bacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 158-169, 2009.

SEMEA. Secretaria municipal de meio ambiente de Uberaba, MG. **Diagnóstico ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba**. Uberaba, MG: SEMEA, 2004. Disponível em: <[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio\\_ambiente/APA/Diagnostico%20APA%20rio%20Uberaba.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/APA/Diagnostico%20APA%20rio%20Uberaba.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2012.

SIQUEIRA, H. E.; GUIDOLINI, J. F.; ANTUNES, D. H.; OLIVEIRA, F. P.; VALLE JÚNIOR, R. F. do. Diagnóstico da qualidade da água em área de conflito de uso do solo na microbacia Mangabeira, Uberaba – MG. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 8, n. 14, p. 1164-1178, 2012.

SOUZA, M. A. S. C. **Análise do processo ensino e aprendizagem de Educação Ambiental em microbacia hidrográfica**. 2012. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2012.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2005. 243 p.

TORRES, J. L. R.; BARRETO, A. C.; DE PAULA, J. C. Capacidade de uso das terras como subsídio para o planejamento da microbacia do córrego Lanhoso, em Uberaba (MG). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 22-32, 2007.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 943 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631 p.

UBERABA EM DADOS. Edição 2009, ano base 2008. 23 p. Disponível em: <[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento\\_economico/arquivos/uberaba\\_em\\_dados/Edicao\\_2009/capitulo\\_01.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento_economico/arquivos/uberaba_em_dados/Edicao_2009/capitulo_01.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2012.

VALLE JÚNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

VALLE, R. H. P. do; DA SILVEIRA, I. A. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. FAEPE, 2000. 49 p.

VALLE JÚNIOR, R. F. do; SANTOS, E. C. dos; A. F. FERREIRA, A. F.; CHAVES, L. H.; ABDALA, V. L. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica do córrego Lanoso, Uberaba – MG: utilizando Sistema de Informação Geográfica – SIG. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 3, p. 40-49, 2010a.

VEIGA, M. P. da; MARTINS, S. S.; TORMENA, C. A.; SILVA, O. H. Influência da mata ciliar sobre a qualidade da água do Ribeirão Aurora, no município de Astorga, Paraná. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia UNIPAR**, Umuarama, v. 6, n. 2, p. 149-152 2003.

VIEIRA, L. S.; VIEIRA, M. N. F. **Manual de morfologia e classificação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1983. 313 p.

ZANINI, H. L. H. T.; AMARAL, L. A. do; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. S. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 732-74d1, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n4/17.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2012.