



## DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE CONFLITO DE USO DO SOLO NA MICROBACIA MANGABEIRA, UBERABA-MG

Hygor Evangelista Siqueira<sup>1</sup>, Janaína Ferreira Guidolini<sup>2</sup>, Diego Henrique Antunes<sup>3</sup>, Fabíola de Paula Oliveira<sup>1</sup>, Renato Farias do Valle Junior<sup>4</sup>

1. Pós-Graduando em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-Campus Uberaba-MG Jerônimo – Brasil. ([hygorsiqueira@yahoo.com.br](mailto:hygorsiqueira@yahoo.com.br))
2. Pós-Graduanda em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-Campus Uberaba
3. Graduado em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-Campus Uberaba
4. Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro-Campus Uberaba, Minas Gerais - Brasil

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

### RESUMO

Este trabalho objetivou a definição das áreas de conflito do uso do solo e analisar estatisticamente a qualidade físico-química da água nos pontos com e sem conflito de uso do solo existente na microbacia hidrográfica Mangabeira, que está inserida dentro da Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba na cidade de Uberaba-MG. Foi realizada a Análise Morfométrica e através do Coeficiente de Rugosidade (RN), foi definido o potencial de uso do solo para a prática de reflorestamento e/ou preservação ambiental. Utilizando-se de um Sistema de Informação Geográfico - SIG, foi realizada a sobreposição dos planos de informação, identificando os conflitos de uso que correspondem à 88,46% da área da microbacia, ocupados por atividades agropecuárias. Os parâmetros físico-químicos: Temperatura, Condutividade elétrica, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e o Potencial de Oxirredução diferenciaram as áreas de conflito ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Morfometria, recursos hídricos, uso potencial do solo

### DIAGNOSIS OF WATER QUALITY IN THE AREA OF CONFLICT OF LAND USE IN THE WATERSHED MANGABEIRA, UBERABA-MG

#### ABSTRACT

This study aimed to define the conflict areas of land use and statistically analyze the physical and chemical quality of water in points with and without conflict in the watershed Mangabeira, which is embedded within the Environmental Protection Area of the river in the city of Uberaba Uberaba-MG. Morphometric analysis was performed and through the roughness coefficient (RN), was defined as the potential land use for the practice of forestry and / or environmental preservation. Using a Geographic Information System - GIS, was held the overlap of information plans, identifying conflicts of use that will represent 88.46% of the watershed area, occupied by agricultural activities. The physico-chemical parameters: temperature, electrical

conductivity, turbidity, Total Dissolved Solids and differentiate the oxidation reduction potential areas of environmental conflict.

**KEYWORDS:** Morphometry, water resources, potential soil use

## INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sobrevivência humana. A qualidade e a quantidade da mesma em uma região são determinadas pela intensidade de precipitações, intemperismo e cobertura vegetal (processos naturais) e pela influência da agricultura, concentração urbana, atividade industrial e uso excessivo da água (ANDRADE *et al.*, 2007).

Nas últimas décadas, a região do Triângulo Mineiro tem apresentado mudanças importantes devido ao seu crescimento demográfico e industrial acelerados, juntamente com a inclusão de novas áreas no perímetro urbano. No campo, toda a deterioração ambiental está associada à intensa retirada da cobertura vegetal, introdução de pastagens, cultivos agrícolas à base de agroquímicos, mau uso do solo e dos recursos hídricos (GOBBI *et al.*, 2008).

A paisagem das microbacias vem sendo modificada ao longo dos anos devido à falta de um planejamento conservacionista, que pode ser caracterizado pelo mau uso e ocupação dos solos nas áreas (TORRES & FABIAN, 2006).

Na obtenção de dados quantitativos para diferenciar áreas homogêneas dentro de uma bacia hidrográfica tem sido utilizada comumente a análise morfométrica, que consiste na caracterização de parâmetros morfológicos que explicitam os indicadores físicos da bacia, que podem ser específicos para determinado local, de forma a qualificar as alterações ambientais ocorridas (PISSARRA *et al.*, 2004).

A análise morfométrica descreve parâmetros morfológicos e seus processos, no intuito de diagnosticar mudanças, com ou sem interferência das atividades humanas. Trata-se de medidas que auxiliam na análise de fenômenos geológicos que ocorram em períodos de 100 anos ou menos, sujeitos às variações significativas para a compreensão das mudanças ambientais antrópicas (PISSARRA *et al.*, 2010).

Para RODRIGUES *et al.*, (2009), dentre os parâmetros de qualidade da água, podem-se destacar: a temperatura (T), o potencial hidrogeniônico (pH) e oxigênio dissolvido (OD). A temperatura da água influencia na concentração de outras variáveis, como OD, (PORTO *et al.*, 1991 apud RODRIGUES *et al.*, 2009), sendo a radiação solar, segundo Arcova *et al.* (1993), a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios.

O regime pluvial tem importante papel para a manutenção da qualidade e principalmente da quantidade de água. Isto se deve ao fato de que o regime das chuvas evita a escassez da água e dilui a concentração de poluentes nos rios, além de produzir o escoamento superficial e subsuperficial, que carregam sedimentos e nutrientes para as águas. ABDALA (2012), comparando o período seco e chuvoso para a bacia do rio Uberaba, onde está inserida a Microbacia da Fazenda Mangabeira, determinou que no período chuvoso os parâmetros coliformes fecais, turbidez, sólidos totais e o potencial de oxirredução apresentaram maiores valores médios, favorecendo alterações significativas nos recursos hídricos em áreas com e sem conflito ambiental.

O conhecimento do uso e ocupação do solo é de extrema importância para o plano de manejo de uma bacia hidrográfica. E este é o único caminho a ser seguido

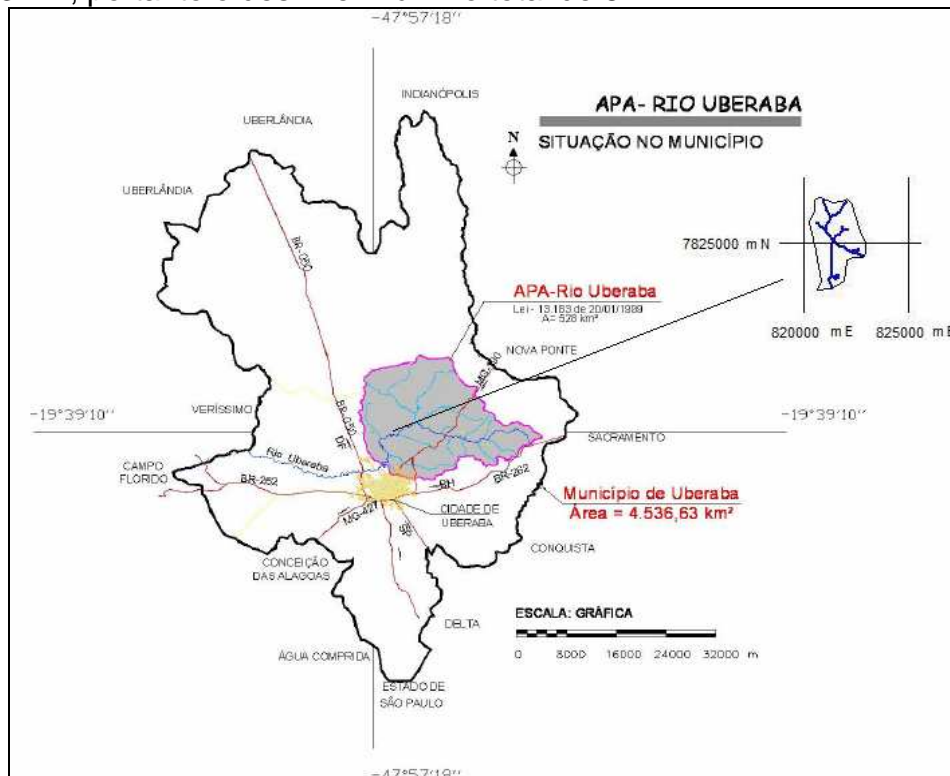
para a recuperação ambiental, conduzindo ao equilíbrio dos ecossistemas existentes (ROCHA & KURTZ, 2001).

A análise da 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. Desta forma, o objetivo deste estudo foi identificar as áreas de conflito de uso do solo, monitorando os parâmetros físico-químicos da água no período chuvoso, diferenciando os indicadores físico-químicos da água em zona de conflito ambiental.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A microbacia Mangabeira localiza-se no município de Uberaba no Triângulo Mineiro e está situada na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Uberaba, entre os paralelos  $19^{\circ} 34' 54''$  e  $19^{\circ} 37' 15''$  sul e os meridianos de  $47^{\circ} 55' 29''$  e  $47^{\circ} 56' 30''$  a oeste. Possui uma área total de 7,887 km<sup>2</sup>, sendo o ponto mais baixo a foz com o rio Uberaba situado na altitude de 750 m e, o ponto mais alto está na altitude de 834 m, portanto o desnível máximo total de 84 m.



**FIGURA 1:** Localização da Microbacia da Fazenda Mangabeira inserida dentro área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba.

FONTE: SEMEA (2004) (Modificado).

A soma total de todos os seus cursos d'água é de 10,341 km de comprimento e de 4.441 km de comprimento na medida em talvegue. O curso principal tem o comprimento da nascente até sua foz de 4.962 km.

Algumas áreas do Triângulo Mineiro apresentam temperatura média anual entre 20°C e 22°C e nos meses mais frios em torno de 18°C. Com média das

máximas de 29,0°C e das mínimas de 16,9°C, e insolação em torno de 360,4 horas. (ABDALA, 2005).

A precipitação média anual é de 1.584,2 mm, sendo o trimestre mais chuvoso, dezembro - janeiro - fevereiro, com precipitação entre 42,8 e 541 mm /mês, para uma série histórica de 62 anos (SILVA *et al.*, 2003).

Cruz (2003) destaca que a topografia é caracterizada por superfícies planas ou levemente ondulada, geologicamente formada por rochas sedimentares, basicamente o arenito, do período cretáceo da formação Bauru. Existe uma variedade de solos, apresentando textura média, variando de arenoso a argiloso; podem ser classificados de uma forma geral como sendo Latossolos de diferentes graus de fertilidade.

### **Programas Utilizados**

Foram utilizados no estudo para a análise morfométrica, elaboração dos mapas, análise estatística, análise físico-química da água, georreferenciamento dos pontos, fotografias e para definição dos pontos de coleta: microcomputador com disco rígido de 500 Gb, teclado, mouse e com os softwares IDRISI ANDES, AUTOCAD, MINITAB e GOOGLE EARTH instalados; Aparelho HORIBA W22XD; Receptor de navegação GPS Gonav S1600; e Máquina fotográfica digital Sony 9.0 Megapixels.

Na obtenção dos planos de informação da rede de drenagem, foi utilizado mosaico de imagem orbital elaborado a partir do CBERS 2 (*China-Brazil Earth-Resources Satellite*) onde após composição de bandas (3R,4G,1B) efetuada no IDRISI, possibilitou-se a digitalização do arquivo vetorial das redes de drenagem da bacia do rio Uberaba e conseqüentemente a da microbacia da Fazenda Mangabeira onde ela esta inserida.

Baseou-se na criação de um banco de dados georreferenciado com arquivos de imagens elaborados por CANDIDO (2008), para a aquisição do mapa de uso e ocupação do solo.

### **Coeficiente de Rugosidade (RN)**

O Coeficiente de Rugosidade (*Ruggdeness Number* – RN) segundo Rocha & Kurtz (2001), é determinado pelo produto entre a densidade de drenagem (km. km<sup>-2</sup>) e a declividade média da microbacia (DME %), onde:

$$RN = Dd. DME \tag{1}$$

É um parâmetro que direciona o uso potencial das terras rurais em bacias hidrográficas, determinando assim, áreas de conflito quanto às suas características: atividades de agricultura, pecuária, silvicultura, reflorestamento ou para preservação permanente (VALLE JUNIOR, 2008). Desta forma, quanto maior for o valor do RN entre sub-bacias, maior o perigo de erosão.

A digitalização do mapa de curvas de nível, elaborado de cartas topográficas (Folha Uberaba) em escala de 1:100.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2010), que são representativas da área em estudo, permitiu a elaboração do coeficiente RN.

Utilizando-se o software AUTOCAD, mediante o comando “MODIFY-LENGTHEN” foi possível determinar o comprimento total das curvas de nível da microbacia e sua delimitação foi feita mediante importação do mapa “divisão da microbacia” do software IDRISI para o ambiente do software AUTOCAD. Com os

valores do comprimento total das curvas de nível, foi possível calcular a declividade média e o coeficiente RN da microbacia. Posteriormente o banco de dados (Coeficiente RN x microbacia) foi gerado por meio do comando “EDIT” do software IDRISI.

Com uso do comando ASSIGN do IDRISI, foi possível atribuir ao mapa “divisão da microbacia” o banco de dados criado a partir do coeficiente RN, o que resultou no mapa de uso e potencial do solo da microbacia da Fazenda Mangabeira.

Para se caracterizar o Uso Potencial do Solo (ROCHA & KURTZ 2001), nas quatro classes, foi utilizada a seguinte equação:

$$A = (\text{maior valor de RN} - \text{menor valor de RN}) \quad (2)$$

$$I = A/4 \quad (3)$$

em que:

A – amplitude;

I – intervalo; e

4 – denominador

O denominador 4 representa o número de classes de aptidão (A, B, C, D). Para definição dos intervalos de domínios (largura dos intervalos das classes de RN's), inicia-se com a classe inferior incluindo o menor valor de RN, logo em seguida, o valor do intervalo de classe é acrescentado e o limite superior do intervalo é definido. As demais classes serão definidas, segundo o mesmo procedimento, observando-se que o valor do limite inferior da classe subsequente será fixado a partir do limite superior da classe antecedente.

### **Identificação do conflito de uso do solo**

A partir da determinação do uso potencial da terra, sendo este para a prática de reflorestamento, obtido por meio do coeficiente de rugosidade (*Ruggdeness Number* – RN) de valor 9,63 foi elaborado o mapa de classificação da microbacia do córrego da Fazenda Mangabeira, novamente com uso do software IDRISI. Em seguida, criou-se um banco de dados (arquivo de valores AVL) com uso do comando EDIT do mesmo programa.

Utilizando o comando “ASSIGN”, os valores estimados de RN, foram fixados à imagem da microbacia em estudo. Posteriormente a mesma foi reclassificada segundo as classes de aptidão e mediante uso do comando “GIS ANALYSIS>DATABASE QUERY> RECLASS”.

A partir da elaboração do uso potencial da terra (RN), os pesos do RN e do uso e ocupação foram reclassificados para possibilitar a elaboração do mapa de conflitos, conforme a metodologia de Valle Junior (2008). O mapa em questão foi gerado mediante o uso do software IDRISI e sobreposição de dois planos de informação dos mapas uso potencial do solo (RN) e uso e ocupação, por meio do comando GIS ANALYSIS > DATABASE QUERY>CROSSTAB.

Como exemplo de classificação do conflito, se o indicativo proposto pelo valor de RN para a atividade de florestas e atualmente a respectiva área é usada para agricultura, após a definição dos pesos (4-1=3) pode-se definir a existência de um conflito classe 3 e assim sucessivamente.

Todos os mapas elaborados adotam o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22, datum planimétrico WGS84 (World Geodetic System 1984), equivalente ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

### **Definição dos pontos de Coleta**

Em função da variedade de ambientes, e após a identificação dos conflitos de uso na microbacia em estudo, além ainda das possíveis ocupações rurais nas proximidades dos cursos d'água, foram selecionados três pontos de coleta de dados, posicionados com um receptor GPS.

### **Avaliação Físico-Química da água**

Para a realização das análises, delimitou-se três pontos na microbacia onde, durante a visita de campo para a coleta de dados, foi constatado que uma das nascentes estava seca, com isso sendo descartado o ponto. Assim foram feitos o monitoramento em dois pontos com o uso do aparelho HORIBA W22XD, sendo cinco repetições em cada ponto.

Foram realizadas três coletas de dados durante um período de dois meses a cada 15 dias, entre outubro e dezembro de 2010. Com isso foi possível avaliar os seguintes parâmetros físico-químicos da água: pH; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido; turbidez; temperatura da água e salinidade a cada coleta. Tais parâmetros foram analisados segundo análise de variância e segundo delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se o software MINITAB, sendo possível dessa forma, avaliar alguns parâmetros indicativos de possíveis interferências na qualidade hídrica sobre os pontos com e sem conflito de uso do solo na microbacia em estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise Morfométrica**

Segundo o método de Strahler (1974), a drenagem da microbacia é considerada de 3ª ordem, apontando que o sistema de drenagem da bacia é pouco ramificada.

A bacia possui área total de 7,888 km<sup>2</sup> e um perímetro total de 12,497 km, o comprimento de seu canal principal é de 4,962 km, sendo que o comprimento da bacia, medido em linha reta ao longo do canal principal é de 4,414 km. O desnível altimétrico da bacia é de 83 m e o comprimento total de seus segmentos de canais é de 10,34 km.

De acordo com a análise dos índices físicos e morfométricos conforme tabela 1, a densidade de drenagem de 1,31 km/km<sup>2</sup> é considerada baixa indicando que a água escoar de forma lenta. Segundo Vilella & Mattos (1975) para o mesmo tipo de solo esse índice pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> em bacias com drenagem baixa a 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais nas bacias excepcionalmente bem drenadas. Valores baixos de densidade de drenagem geralmente estão associados a regiões de rochas permeáveis e regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

A bacia possui índice de circularidade de 0,63 indicando risco de enchentes e que simultaneamente ao coeficiente de compactidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada (VALLE JUNIOR, 2008).

De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a microbacia hidrográfica da Fazenda Mangabeira mostra-se suscetível a grandes enchentes em condições

anormais de pluviosidade, pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor (1,24) e, quanto ao seu fator de forma, exibir um valor baixo (0,3285), resultando em condições de precipitações normais o baixo risco a enchentes. Assim, há uma indicação de que a microbacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada, onde que resultados semelhantes foram obtidos por Cardoso *et al.* (2006), que caracterizaram morfometricamente a bacia hidrográfica do rio Debossan, em Nova Friburgo, RJ. Observaram Kc de 1,58, Kf de 0,33, Ic de 0,39 e Dd elevada de 2,36 km km<sup>-2</sup>.

Tal fato pode ainda ser comprovado pelo índice de circularidade, possuindo um valor de 0,631. Em microbacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal (VALLE JUNIOR, 2008).

**TABELA 1.** Índices morfométricos da microbacia da Fazenda Mangabeira.

<b>Índices Morfométricos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Área	km <sup>2</sup>	7,887
Perímetro	km	12,497
Comprimento da rede de drenagem principal	km	4,962
Comprimento total	km	10,34
Comprimento talvegue	km	4,441
Ordem da bacia	-----	3 <sup>a</sup>
Comprimento 1 <sup>a</sup> ordem	km	4,551
Comprimento 2 <sup>a</sup> ordem	km	3,427
Comprimento 3 <sup>a</sup> ordem	km	2,363
Maior largura	km	2,405
Largura média	km	1,739
Coefficiente de compacidade (kc)	-----	1,24
Fator forma (kf)	-----	0,39
Densidade de drenagem	km / km <sup>-2</sup>	1,31
Sinuosidade do curso principal	-----	1,11
Declividade média da bacia	%	7,34
Índice de circularidade (Ic)	-----	0,631
Somatório dos comp. da curvas de nível	km	11,58
Eqüidistância entre curvas	m	50
Coefficiente de rugosidade	-----	9,63

FONTE: do autor

A sinuosidade do curso d'água é baixa possibilitando maior velocidade na dispersão de poluentes. A declividade média da bacia foi de 7,34% apresentando com isso maior escoamento das águas superficial e conseqüentemente maior suscetibilidade a erosão, além de possuir maior potencial dispersor da contaminação nas águas superficiais. Na tabela 08, apresentam-se as informações quantitativas associadas à declividade do terreno da bacia. Desta forma, verifica-se que a maior parte do relevo corresponde a suavemente ondulado, com 7,34% de declividade, onde a declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo devido ao aumento da velocidade de escoamento superficial, reduzindo a possibilidade da infiltração de água no solo (VALLE JUNIOR, 2008).

Assim, as características morfométricas indicam as relações entre a rede de drenagem e a respectiva área drenada, refletindo a fisiografia e a dinâmica fluvial da bacia hidrográfica relacionada à manifestação dos processos de formação e degradação da superfície (Pissara *et al.*, 2010)

Valle Junior (2008) diagnosticando o uso potencial dos solos em 196 microbacias localizadas na bacia do rio Uberaba, onde esta inserida a microbacia da fazenda Mangabeira, para microbacias que predominam o Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), observou que o valor do intervalo de classes (I) foi de 2,84 e que para o mesmo tipo de solo, quanto maiores às diferenças entre a declividade média nas microbacias avaliadas, maior será o intervalo entre classes gerado. Desta forma, o potencial de uso encontrado para a microbacia do Córrego da Fazenda Mangabeira, em que o declive médio é suavemente ondulado, sendo o valor calculado do RN igual a 9,63 apresentando assim o uso potencial da microbacia da Fazenda Mangabeira recomendado para reflorestamento (Tabela 2).

**QUADRO 1.** Estimativa da classe de uso potencial do solo segundo os coeficientes de Rugosidade (RN) para Latossolo Vermelho distroférico (Valle Junior, 2008).

Uso Potencial	Intervalo da classe
A	1,16 a 3,90
B	3,90 a 6,64
C	6,64 a 9,37
D	9,37 a 12,11

- A – Solos potenciais para a agricultura;
- B – Solos potenciais para pastagens;
- C – Solos potenciais para pastagem/reflorestamento;
- D – Solos potenciais para reflorestamento.

Como o potencial de uso da microbacia é para a atividade de reflorestamento, efetuando o cruzamento entre mapas de dois planos de informação, entre os mapas de uso potencial do solo (RN) com o uso e ocupação, mediante comando CROSSTAB do Software (SIG-IDRISI), que analisa pixel a pixel comparando as duas imagens, gerou-se o mapa de conflito ambiental segundo metodologia de Valle Junior (2008).

### Diagnóstico de Uso e Ocupação do Solo

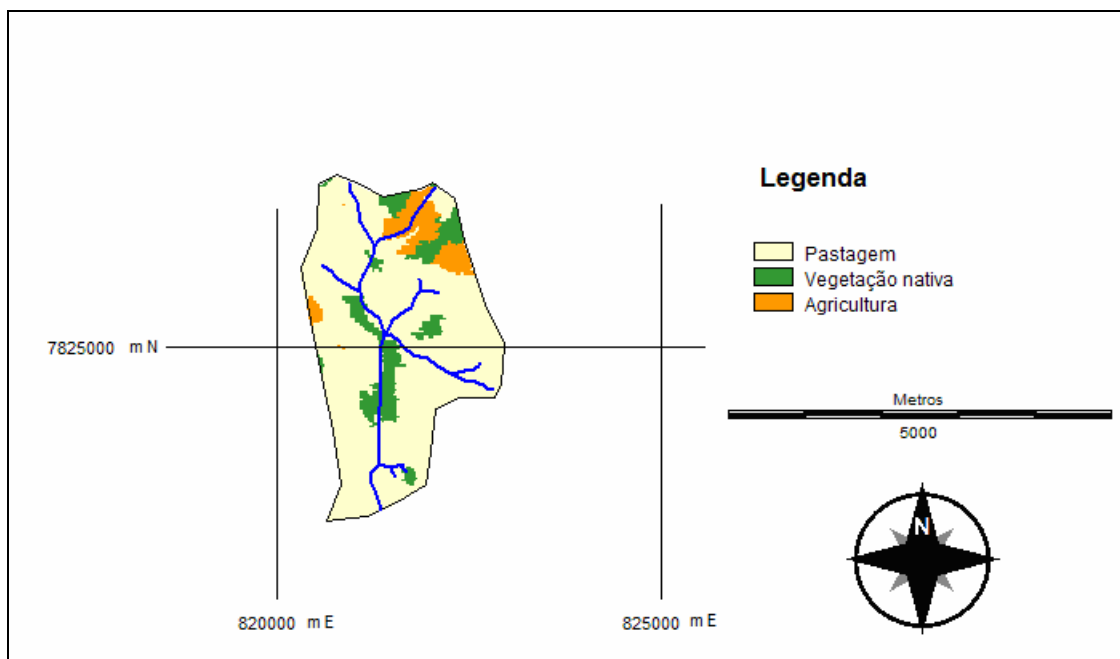
A microbacia do Córrego da fazenda Mangabeira possui uma área total de 7,888 km<sup>2</sup> e verifica-se que a atividade agrícola ocupa 0,57 km<sup>2</sup> correspondendo a 7,23 % da área localizado próximo à nascente do ponto 1, que durante as 3 visitas para a coleta dos dados físico-químicos, constatou-se que a rede de drenagem estava seca, podendo ser ocasionado pelo conflito de uso existente na área.

A pecuária estende como a área de maior uso na microbacia, com 6,44 Km<sup>2</sup> que corresponde a 81,73% da área da bacia, e que durante as visitas de campo observou e confirmou a presença de gado nas áreas identificadas pelo mapa de uso e ocupação.

A vegetação nativa, que tem um papel de suma importância na preservação da qualidade dos recursos hídricos, através do mapa de uso e ocupação do solo consta que resta apenas 0,87 Km<sup>2</sup> correspondendo a 11,04 %.



Desta forma, a utilização fora dos padrões de aptidão do solo acarreta significativos impactos ao solo e conseqüentemente aos recursos hídricos dentro destas áreas, gerando interferência na qualidade hídrica e nas características físico-químicas do solo.



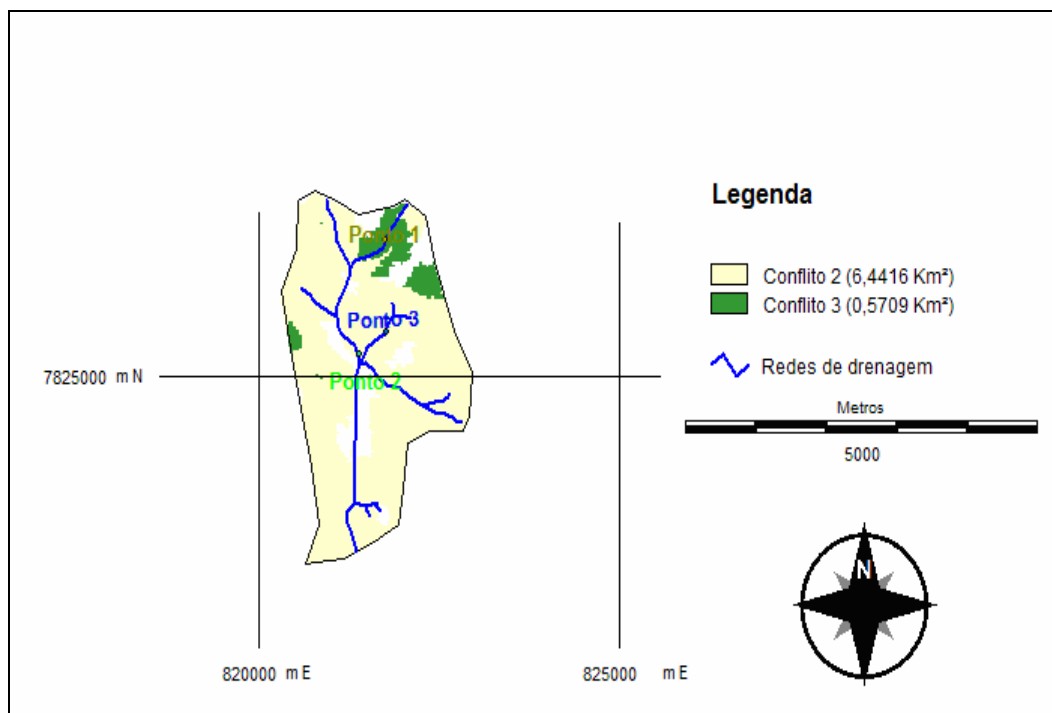
**FIGURA 2-**Mapa de uso e ocupação do solo.

Fonte: autor

### Conflitos de Uso do solo

A microbacia da Fazenda Mangabeira possui conflito de uso do solo com área de 7,012 km<sup>2</sup>, correspondendo à 88,46% da área da microbacia onde para o conflito de classe 2, (Figura 3) caracterizado pelo uso do solo por pastagem é conceituado como solo impróprio para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem nativa, reflorestamento ou preservação ambiental. Para o conflito de classe 3 identificado na respectiva microbacia, caracterizado pela atividade agrícola, corresponde a 0,5709 km<sup>2</sup> e 7,23% da área, sendo classificados como solos impróprios para cultivos intensivos e pastagens, mas ainda adaptados para reflorestamento ou preservação ambiental.

Como a microbacia da Fazenda Mangabeira, teve seu potencial de uso definido para a prática de reflorestamento ou de preservação ambiental, existem apenas 0,87 km<sup>2</sup> de mata nativa, correspondendo a 11,04% da área da microbacia.



**FIGURA 3:** Mapa de conflito de uso do solo na microbacia da Fazenda Mangabeira.

**Fonte:** do autor

### **Análise dos parâmetros físico-químicos da água**

Com uso do aparelho HORIBA, foi possível obter sete parâmetros diferentes para o recurso hídrico, são eles: pH; oxigênio dissolvido (OD); turbidez; sólidos totais dissolvidos (TDS); condutividade; temperatura e potencial de oxirredução (ORP). Destes, cinco apresentaram diferença estatística significativa para ( $p < 0,05$ ), sendo: condutividade, turbidez, temperatura, potencial de Oxiredução e Sólidos Totais Dissolvidos, ocasionado pelo conflito de uso do solo na microbacia. Tais dados foram obtidos utilizando-se o software MINITAB, que apresentou os valores por meio do “teste de F” para a probabilidade  $p < 0,05$  de significância. Para os demais parâmetros não houve significância, sendo estes desconsiderados da discussão. Os resultados podem ser observados na tabela 11, e enquadrados com parâmetros do CONAMA na tabela 1

### **Turbidez**

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) os corpos de água Classe 1 permitem até 40 UNT e Classe 2 até 100 UNT. Contudo, observa-se que os valores encontrados no ponto de amostragem 2 (sem conflito) e 3 (com conflito) encontram-se acima do limite estabelecido para Classe 2 (Tabela 12). Assim sendo, a Microbacia da Fazenda Mangabeira nos pontos analisados para o parâmetro de turbidez, os corpos d’água localizados no ponto 2 e 3 classifica-se como de Classe 3.

A turbidez caracterizada pelo grau de dispersão da luz branca ao sofrer refração quando em contato com a água e as partículas orgânicas e inorgânicas que ali estão presentes, aliado a pouca quantidade de luz que os organismos fotossintetizantes submersos recebem, contribui para a diminuição do processo fotossintético o que diminui a produção de oxigênio e conseqüentemente as

comunidades biológicas que ali existem ou futuramente poderiam existir. O valor da média para turbidez no ponto 2 (sem conflito), foi de 122,4 NTU, enquanto que no ponto 3 (com conflito), foi 295,5 NTU, sendo significativa a análise de variância entre pontos de monitoramento para a probabilidade ( $p < 0,05$ ).

### **Temperatura**

A Resolução nº 357 do CONAMA, (BRASIL, 2005), não estabelece limites para esse fator, porém, a temperatura é de suma importância na manutenção da vida aquática.

Na microbacia em estudo, após análise de variância observou-se diferença significativa para a probabilidade ( $p < 0,05$ ) e constatou-se que no ponto 2 (sem conflito), o valor médio da temperatura foi de 20,6°C e no ponto 3 (com conflito) a temperatura média chegou aos 21,5°C, causado pela supressão da vegetação e conseqüentemente a disposição direta dos raios ultravioletas no corpo d'água, confirmando a alteração na qualidade hídrica causado pelo conflito de uso existente na área.

### **Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Os valores de pH não apresentaram variações consideráveis, pois o recomendado na Resolução CONAMA 357/2005, (BRASIL, 2005), estão na faixa de 6,0 – 9,0. Valores fora dessa faixa podem alterar a qualidade da água.

O Potencial Hidrogeniônico, que determina a acidez ou alcalinidade da água, definindo o comportamento de outros parâmetros, no ponto de monitoramento 2 (sem conflito) esteve a 6,9 enquanto que na ponto de monitoramento 3 (com conflito) teve seu valor médio em 8,1 portanto obtendo seu valor superior ao do ponto 2(sem conflito), tornando-se o mais alcalino.

### **Oxigênio Dissolvido (OD)**

O teor de oxigênio dissolvido na água é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída (por matéria orgânica) deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995).

Em relação à concentração de oxigênio dissolvido na água na microbacia da Fazenda Mangabeira não houve diferenças estatísticas significativas entre os pontos coletados. No ponto 2 (sem conflito) o teor de oxigênio dissolvido foi de 9,7 mg L<sup>-1</sup> e no ponto 3 (com conflito) ficando em 8,8 mg L<sup>-1</sup>, portanto com valor menor, mas estando dentro da conformidade com a resolução CONAMA 357/2005, (BRASIL, 2005), já que a mesma estabelece um limite mínimo de 6 mg/L para as águas de Classe 1.

O ponto de monitoramento 3 (com conflito) obteve quantidade de Oxigênio dissolvido menor devido a quantidade de matéria orgânica foliar em decomposição dentro do corpo d'água, oriundo do acarretamento de partículas causado por assoreamento.

O conflito de uso no ponto de coleta 3 (com conflito), relaciona a qualidade hídrica com os impactos no uso do solo, sendo possível a identificação, pela supressão da vegetação nativa em torno dos corpos d'água, deixando assim o solo exposto para a contaminação da água por matéria orgânica e componentes químicos.

### **Condutividade elétrica**

Representa a quantidade de sais existentes na coluna d' água. Níveis superiores a  $100 \text{ MS cm}^{-1}$  indicam ambientes impactados. A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece valores concretos referentes à condutividade para o recurso hídrico. Contudo, em relação à condutividade elétrica, observou-se diferença estatística entre pontos de coleta para a probabilidade ( $p < 0,006$ ), e que pôde-se notar que a condutividade média na área sem conflito foi  $0,008713 \text{ MS m}^{-1}$ , enquanto que na área com conflito foi  $0,013720 \text{ MS m}^{-1}$ . A diferença nos valores é devido ao fato de que o ponto 2 de monitoramento (sem conflito) apresentava um baixo nível de água e pouco material sólido na mesma, enquanto o ponto 3 (com conflito) havia grande quantidade de matéria foliar submersa no recurso, que se apresentava em baixo nível. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, onde altos valores podem indicar características corrosivas da água gerados pelo uso irregular do solo ou ainda pela falta de estudos quanto à sua aptidão para uso, como no caso da microbacia em estudo.

### **Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)**

Em todas as amostras analisadas apresentaram valores abaixo do especificado pelo CONAMA (Resolução N.º 357/2005), que estabelece valores menores que  $500 \text{ mg/L}$ .

Em relação aos sólidos totais dissolvidos, observou-se diferença estatística ( $p < 0,002$ ) e pôde-se notar que os valores para a área sem conflito foi  $0,05467 \text{ mg L}^{-1}$ , enquanto que na área com conflito foi  $0,09000 \text{ mg L}^{-1}$ .

Isto se comprova devido ao fato de que no ponto 3 (com conflito) a quantidade de matéria orgânica presente no corpo d'água juntamente com as atividades nela desenvolvidas como a pecuária contribuem significativamente com o aumento de valores de sólidos totais, pelo carregamento de materiais em suspensão do solo, tais como adubos, matéria orgânica e partículas do solo. Assim sendo, observa-se que no ponto de amostragem 3 (com conflito), o nível da água é menor e com menos fluxo, facilitando a deposição e concentração de partículas no corpo d'água.

No ponto 2 (sem conflito), cujas Áreas de Preservação Permanente permanecem ainda preservadas, ao entorno do corpo d'água, a qualidade da água neste parâmetro está ligado diretamente pela preservação do solo as margens, diminuindo os riscos de erosões e assoreamentos.

### **Potencial de Oxirredução (ORP)**

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece parâmetros para o ORP (BRASIL, 2005). O ORP médio obtido foi  $57,4 \text{ mV}$  no ponto 2 (sem conflito) e no ponto 3 (com conflito)  $161,5 \text{ mV}$ . Observou-se diferença estatística entre pontos de coleta ( $p < 0,003$ ) onde o ponto 3 (conflito) observou-se grande quantidade de matéria orgânica foliar, além de uma camada superficial de óleo ou material derivado, gerado possivelmente pela precipitação ocorrida na área no dia anterior. No ponto 2 (sem conflito) a água apresenta maior movimentação o que contribui para uma melhor oxigenação, dessa forma o valor do ORP se apresentou menor que no ponto com conflito.

**TABELA 2.** Valores encontrados para os parâmetros físico-químicos analisados, para a microbacia da Fazenda Mangabeira nos pontos de monitoramento.

<b>Parâmetro Analisados</b>	<b>Ponto de Coleta</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>pH (unid)</b>	P2(S/Conflito)	6,943	1,780
	P3(Conflito)	8,127	1,722
<b>Oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>)</b>	P2(S/Conflito)	9,727	3,340
	P3(Conflito)	8,853	2,577
<b>Temperatura da água(°C)*</b>	P2(S/Conflito)	20,647	1,664
	P3(Conflito)	21,513	0,479
<b>Potencial de oxiredução (m V<sup>-1</sup>)</b>	P2(S/Conflito)	57,47	77,02
	P3(Conflito)	161,53	96,87
<b>Condutividade elétrica (S m<sup>-1</sup>)</b>	P2(S/Conflito)	0,008713	0,003
	P3(Conflito)	0,013720	0,005
<b>Turbidez(NTU)*</b>	P2(S/Conflito)	122,4	151,2
	P3(Conflito)	295,5	323,0
<b>Sólidos Totais Dissolvidos (mg L<sup>-1</sup>)</b>	P2(S/Conflito)	0,05467	0,022
	P3(Conflito)	0,09000	0,033

Segundo teste de F (\*p<0,05) FONTE: do autor

### **CONCLUSÕES**

A microbacia da Fazenda Mangabeira é considerada de 3ª ordem, possuindo uma área total de 7,88 km<sup>2</sup> e um perímetro total de 12,497 km. O comprimento de seu canal principal é de 4,962 km com baixa sinuosidade. A densidade de drenagem de 1,31 km/km<sup>2</sup> é considerada baixa indicando que a água escoar de forma lenta, e que em condições anormais de precipitação torna-se sujeito a grandes enchentes e alto risco de erosão e conseqüentemente o assoreamento, pelo fato de possuir declividade média de 7,3%.

O Uso Potencial do solo foi recomendado para a prática de Reflorestamento e/ou de Preservação Ambiental havendo, portanto, conflito de uso do solo em 88% da área que está sendo ocupado por atividades agropecuárias.

A qualidade das águas da bacia da Fazenda Mangabeira, classifica-se segundo CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), para os de classe 1 e 2 para os parâmetros físico-químicos: pH, Oxigênio Dissolvido e Sólidos Totais, em que suas águas superficiais podem ser destinadas para o abastecimento humano com desinfecção e tratamento primário, à preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas e ainda das de unidades de conservação de proteção integral.

Os parâmetros físico-químicos Temperatura, Condutividade elétrica, Turbidez, Sólidos Totais Dissolvidos e o Potencial de Oxiredução diferenciaram áreas de conflito ambiental, validando a metodologia de Valle Junior (2008).

A microbacia encontra-se degradada pelo conflito de uso do solo e o não atendimento aos limites e condições de qualidade físico-química da água pode gerar risco a saúde humana e animal e também para as comunidades biológicas e aquáticas existentes no corpo d'água.

## REFERÊNCIAS

- ABDALA, V. L. **Diagnóstico hídrico do Rio Uberaba-MG como subsídio para a gestão das áreas de Conflito Ambiental**. 2012. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2012.
- ABDALA, V. L. **Zoneamento ambiental da Bacia do Alto Curso do Rio Uberaba-MG como subsídio para a gestão do recurso hídrico superficial**. 2005. 73f. (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- ANDRADE, E.M; ARAÚJO, L.F.P; ROSA, M.F; GOMES, R.B; LOBATO, F.A.O. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Aracajú-Ceará, Brasil. **Revista Ciência Rural**, v.37, n.6, Nov-dez, 2007.
- ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica. **Revista do Instituto Florestal, São Paulo**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 1993.
- BRASIL, CONAMA; **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. Brasília, 2005.
- CANDIDO, H. G. **Degradação ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba - MG**. 2008. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.
- CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- CRUZ, B. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba-MG**. 2003, 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2003.
- GOBBI, A.F; TORRES, J.L.R.; FABIAN, A.J. Diagnóstico ambiental da microbacia do córrego do Melo em UberabaMG. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia v.9, n.26, p.2006223, Jun/2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas topográficas. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em:<[http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em 12 de novembro de 2010.
- MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2.ed.Rio de Janeiro: ABES,1995.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do

córrego rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.297-305, 2004.

PISSARRA, T. C. T.; RODRIGUES, F.M; POLITANO, W.; GALBIATTI, J.A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v.34, n.4, Viçosa jul./ago. 2010.

ROCHA, J. S. M. da; KURTZ, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 120 p.

RODRIGUES, F. M. *et al.* **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.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SEMEA). **Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba**, 2004, 127 pgs.

SILVA, W. S.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. **Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba, MG**. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2003.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. Barcelona: Omega, 352 p., 1974.

TORRES, J.L.R ; FABIAN, A.J. Levantamento topográfico e caracterização da paisagem para planejamento conservacionista de uma microbacia hidrográfica de Uberaba. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.6, n.19, p.150 –159, out./2006.

VALLE JUNIOR, R. F. 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)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.245p.