

Análise quantitativa e qualitativa da água da microbacia do córrego Mutum em Uberaba-MG

Quantitative and qualitative analysis of water from the watershed of the Mutum stream in Uberaba-MG

Dinamar Márcia da Silva Vieira¹; José Luiz Rodrigues Torres²; Adriane de Andrade Silva³; Antônio Carlos Barreto²; Ernane Miranda Lemes⁴

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4740-0549>. E-mail: marcinha_0202@hotmail.com

²Professor do Instituto Federal do Triângulo Mineiro Campus Uberaba, Minas Gerais, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4211-4340>; <https://orcid.org/0000-0002-1638-8375>

E-mail: jlrtorres@iftm.edu.br; barreto@iftm.edu.br

³Professora da Universidade Federal de Uberlândia Campus Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7260-6827>. E-mail: adriane@iciag.ufu.br

⁴Pós-Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6807-0644>. E-mail: ernanefito@gmail.com

RESUMO: A análise morfométrica das microbacias hidrográficas constitui-se num meio complementar para explicar as interações que ocorrem entre os elementos da paisagem e a qualidade da água. Neste estudo objetivou-se analisar a morfometria, a qualidade e quantidade da água da microbacia do córrego Mutum, no município de Uberaba. Foi feita a análise morfométrica, mediu-se a vazão através do método do flutuador e fez-se a análise microbiológica da água. Observou-se que a vazão do córrego aumentou paralelamente ao aumento da precipitação a partir do mês de outubro; a área total da microbacia é de 8,60 km², perímetro de 12,73 km e comprimento do curso principal de 12,35 km; a microbacia tem formato alongado, onde a água escoar com facilidade e não tem a possibilidade de ocorrer enchentes na área; a água do córrego encontrava-se contaminada por de 2,20 NMP/100 mL de coliformes fecais e termotolerantes, tornando-a imprópria para consumo humano no período avaliado.

Palavras-chave: Diagnóstico ambiental, APA do rio Uberaba, vazão, potabilidade.

ABSTRACT: *The morphometric analysis of watersheds is a complementary way to explain the interactions that occur between landscape elements and water quality. This study aimed to analyze the morphometry, quality and quantity of water in the watershed of the Mutum stream, in the municipality of Uberaba. The morphometric analysis was performed, measured the flow through the float method and became the microbiological analysis of water. It was observed that the flow of the stream increased parallel to the increase of rainfall from the month of October; the total area the microbasin is 8.60 km², perimeter length of 12.73 km and 12.35 km of main course; the microbasin have elongated, where the water flows easily and has the possibility of floods in the area occurs; The stream water was contaminated by 2.20 NMP/100 mL of fecal and thermotolerant coliforms, making it unfit for human consumption during the period evaluated.*

Keywords: *Environmental diagnosis, APA Uberaba river, flow, potability.*

INTRODUÇÃO

A associação de métodos quantitativos e qualitativos no estudo das microbacias hidrográficas tem sido fundamental para investigar os fatores que influenciam as diversas formas de relevo e identificação das homogeneidades numa determinada área geográfica, que podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais e subsidiarem a determinação da aptidão natural de cada unidade (VIEIRA; TORRES; SANTOS, 2018).

Vários estudos comprovam a importância da realização da análise morfométrica na definição de parâmetros que revelaram indicadores físicos para determinado local e qualificaram as alterações ambientais ocorridas devido ao uso ou ocupação do solo. Alguns destes estudos foram conduzidos nas microbacias da área de proteção ambiental do rio Uberaba (ABDALA; NISHIYAMA; TORRES, 2011; VIEIRA et al., 2012a; TORRES; VIEIRA, 2013; TORRES; VIEIRA; BARRETO, 2018), outros em outras regiões (RODRIGUES; PISSARA; CAMPOS, 2008; MELO et al., 2010; VALLE JUNIOR et al., 2011; ZANATA et al., 2011; COUTINHO et al., 2011; FARIA; BOTELHO; SOUZA, 2012).

A microbacia do córrego Mutum tem 8,6 km², que corresponde a 1,63% da área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba, comprimento dos cursos de água de 11,9 km e do curso principal de 5,6 km, com 126,1 hectares de mata nativa, contém 7 nascentes, que corresponde a 1,5% do total da APA, que tem vazão $Q_{7/10}$ na foz de 30 l s⁻¹, que é um dos afluentes do rio Uberaba, que abastece a cidade de Uberaba, MG (SEMEA, 2004)

De forma geral, todos estes estudos têm trazido informações relevantes na relação solo-superfície, pois estes abordam pedologia, relevo e rede hidrográfica, com os consequentes processos ambientais e descrevem a dinâmica das drenagens superficiais e as formas topográficas, analisando diversas questões geomorfológicas (COUTINHO et al., 2011). Contudo, Zanata et al. (2011) destacam a importância da escala na análise morfométrica das microbacias, pois o aumento da escala e da referência terrestre altera o número de compartimentos hidrológicos e aumenta o comprimento da rede de drenagem, refletindo em alterações nos parâmetros físicos analisados.

A qualidade e a quantidade da água numa região são determinadas pela intensidade de precipitações, intemperismo e cobertura vegetal e pela influência da agricultura, concentração urbana, atividade industrial e uso excessivo da água (ANDRADE et al., 2007). Esta qualidade reflete o efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água e não se traduz apenas pelas suas características biológicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

No Brasil, a qualidade das águas superficiais é determinada conforme os usos a que ela se destina e sua classificação é dada de acordo com valores de alguns atributos físicos e químicos (BRASIL, 2021). A classificação das águas superficiais está relacionada aos valores obtidos de alguns atributos físicos, químicos e biológicos, que atestam sua qualidade para consumo humano, não podendo conter microrganismos patogênicos e estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal (LIMA; SILVA, 2008). Dentre os parâmetros físicos e químicos analisados para avaliar a qualidade da água de corpos hídricos estão a cor, turbidez, sabor, odor e temperatura, pH, alcalinidade, acidez, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido e matéria orgânica, dentre os biológicos está o monitorando da presença de organismos indicadores de contaminação fecal (DANELON; RODRIGUES, 2013). Neste contexto, neste estudo objetivou-se analisar a

morfometria, a qualidade e quantidade da água da microbacia do córrego Mutum, afluente do rio Uberaba.

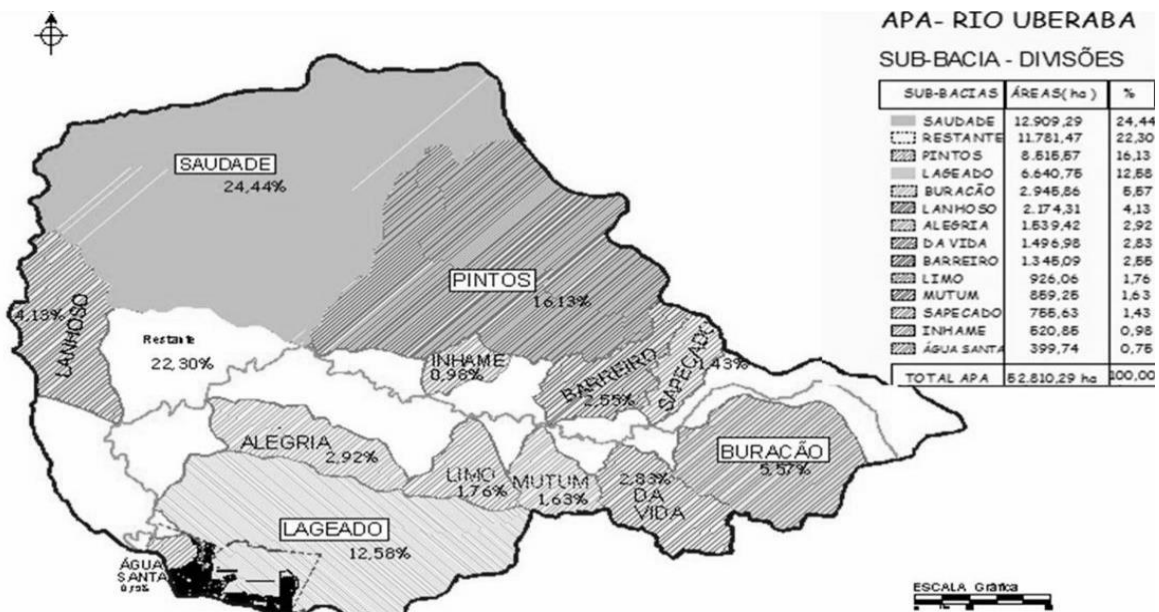
MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Uberaba-MG, situado na microrregião do Triângulo Mineiro, que tem uma área total de 4.536.63 Km², que está localizado entre a latitude Sul 19° 45' 27 "e longitude Oeste 47° 55' 36", durante o período de outubro a novembro de 2011.

A bacia do rio Uberaba conta com uma área aproximada de 2.346 km², abrangendo os municípios de Uberaba (24%), Veríssimo (50%), Conceição das Alagoas (70%) e Planura (1%) (CRUZ, PATERNIANI; CARVALHO, 2003).

O município de Uberaba criou a área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba através da Lei estadual nº. 13.183 de 21/01/1999, sendo que esta se localiza na cabeceira da bacia hidrográfica do rio Uberaba e possui área total de 528 km², que foi subdividida em microbacias maiores que 4 km² (**Figura 1**) (SEMEA, 2004).

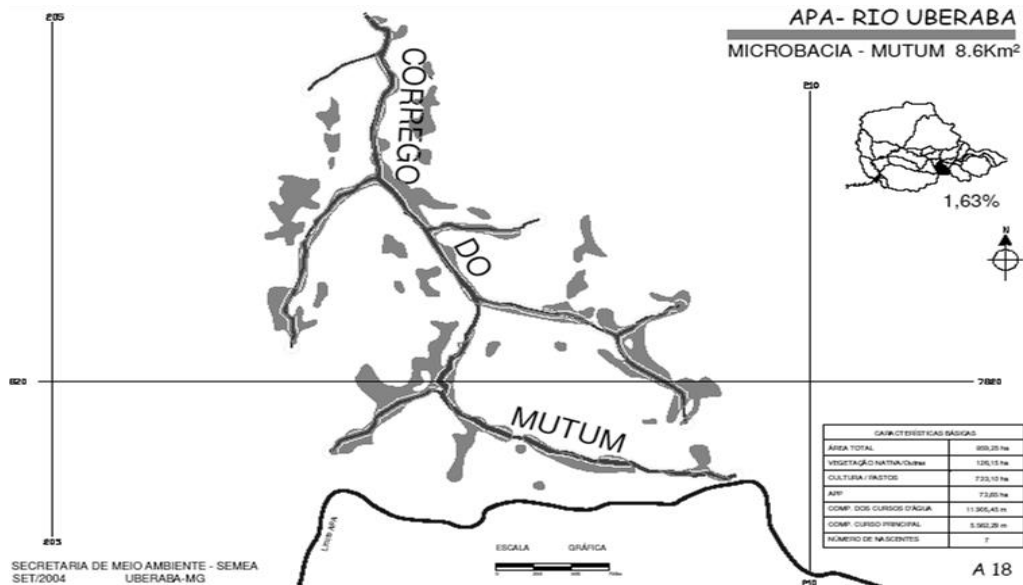
Figura 1. Principais córregos que compõem a Área de Preservação Ambiental (APA) do rio Uberaba



Fonte: SEMEA (2004).

A microbacia do Córrego Mutum compõe a APA do rio Uberaba e está localizado entre as coordenadas de latitude sul 19°40'12,8" e longitude oeste 47°47'35,8", possui área total de 859,25 ha correspondendo a 1,63% da área da APA. O ponto mais baixo, foz com o rio Uberaba, está na altitude 811m e o ponto mais alto, está na altitude 885m no chapadão. A soma total de todos os seus cursos d'água é de 11.905 m de comprimento medidos no talvegue. Existem 126,15 ha de área coberta com vegetação nativa, significando 14,68% da área desta microbacia, conforme imagem de satélite LANDSAT-7 de outubro de 2003 (**Figura 2**) (SEMEA, 2004).

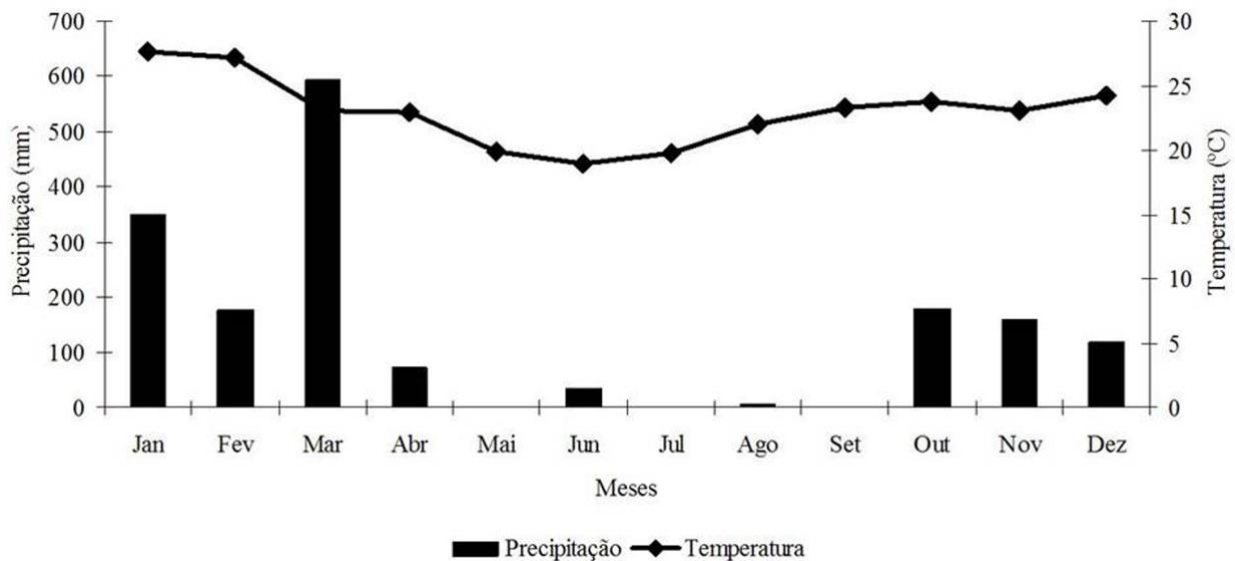
Figura 2. Microbacia do córrego Mutum, que compõe a APA do rio Uberaba



Fonte: SEMEA (2004).

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo classificação Köppen atualizada (BECK et al., 2018), tendo verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. Na região ocorrem médias anuais de precipitação e temperatura de 1600 mm e, 22,6 °C, respectivamente (INMET, 2021). A precipitação acumulada durante o ano de 2011 foi 1.680 mm, enquanto no período avaliado (outubro a dezembro/2011) foi de 336 mm (**Figura 3**) (INMET, 2021).

Figura 3. Precipitação (mm) e temperatura (°C) médias obtidas na Estação Meteorológica do IFTM Campus Uberaba-MG, no ano de 2011



A topografia da bacia do rio Uberaba é caracterizada por superfícies planas ou ligeiramente ondulada, onde predominam os Latossolos e Argissolos com diferentes graus de fertilidade (EMBRAPA, 1982).

Utilizou-se a carta topográfica do IBGE (Folha Uberaba) na escala 1:100.000, com curvas distantes de 50 em 50 m, em formato digital, levantadas e digitadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004). Para determinação das áreas e redes de drenagem identificou-se os divisores de água, quantificou-se a linha de maior altitude da microbacia e com auxílio do programa AutoCAD 2010 realizou-se todas as medições. Foram determinados os índices apresentados em Cardoso et al. (2006), Santos e Sobreira (2008), Rodrigues, Pissara e Campos (2008), Florêncio e Assunção (2010), Vieira et al. (2012b), Vieira, Torres e Santos (2018), dentre eles podem ser destacados:

A área da bacia (A) é definida como aquela que é drenada pelo conjunto do sistema fluvial e o comprimento da bacia (L) é avaliado com base no córrego principal. Através da relação entre A e L o comprimento geométrico do curso d'água pode ser calculado através da equação 1.

$$L = 1,5 \times A^{0,6} \quad (1)$$

Onde: L = comprimento da bacia (km); A = área da bacia (km²).

O coeficiente de compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo, que é resultante da relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, que foi determinado através da equação 2:

$$Kc = 0,28 (P/\sqrt{A}) \quad (2)$$

Sendo: P = perímetro (m) e A = área de drenagem (m²).

O fator forma (Kf) relaciona a forma da bacia com um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia e foi determinado através da equação 3:

$$Kf = A/L^2 \quad (3)$$

Sendo: A = área de drenagem (m²) e L = comprimento do eixo da bacia (m).

O índice de circularidade (Ic), simultaneamente ao coeficiente de compacidade, tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. Pode ser calculado através da equação 4:

$$Ic = 12,57 * A/P^2 \quad (4)$$

Onde: A = área de drenagem (m²) e P = perímetro (m).

A densidade de drenagem (Dd) estima a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo assim, o índice que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem e pode ser determinada através da equação 5:

$$Dd = Lt/A \quad (5)$$

Sendo: L_t = comprimento total de todos os canais (km) e A = área de drenagem (km^2).

A sinuosidade do curso principal (Sin), declividade média da microbacia (H) e o coeficiente de rugosidade (RN) foram calculados através das equações 6, 7 e 8.

$$Sin = L_t / Dv^2 \quad (6)$$

$$H = ((Cn * h) / A) * 100 \quad (7)$$

$$RN = Dd * H \quad (8)$$

Onde: A - área de drenagem da bacia (km^2); L_t - comprimento total de todos os canais (km); Dv - Distância vetorial do canal principal; Cn - soma, em km, dos comprimentos de todas as curvas de nível; h - equidistância, em km, entre as curvas de nível; H - declividade média (%).

Para o cálculo do coeficiente de rugosidade (RN) utilizou-se a carta topográfica contendo as curvas de nível representativas da área em estudo, onde foi determinado o comprimento total das curvas de nível da microbacia. A seguir foi calculada a declividade média e o coeficiente RN de cada microbacia no software Excel, elaborando-se o banco de dados.

Rocha (1997) aponta quatro classes de aptidão de uso da terra, estabelecidas em função da relação entre o maior e o menor RN , aptas respectivamente para agricultura/urbanismo (A), pastagem (B), pastagem/florestamento (C) e apenas florestamento (D). Para distribuição das classes de aptidão de uso das terras, tomou-se por base valores de RN encontrados, ordenando-os de forma crescente. Posteriormente calculou-se a amplitude (RN maior - RN menor) e o intervalo (amplitude dividida por quatro) desses coeficientes de rugosidade, conforme descrito por Rocha e Kurts (2001). Para esta caracterização da microbacia em estudo foram calculadas conjuntamente com mais outras 12 microbacias da APA do rio Uberaba (TORRES; VIEIRA, 2013), aumentando assim a amplitude e o intervalo, para melhor representatividade.

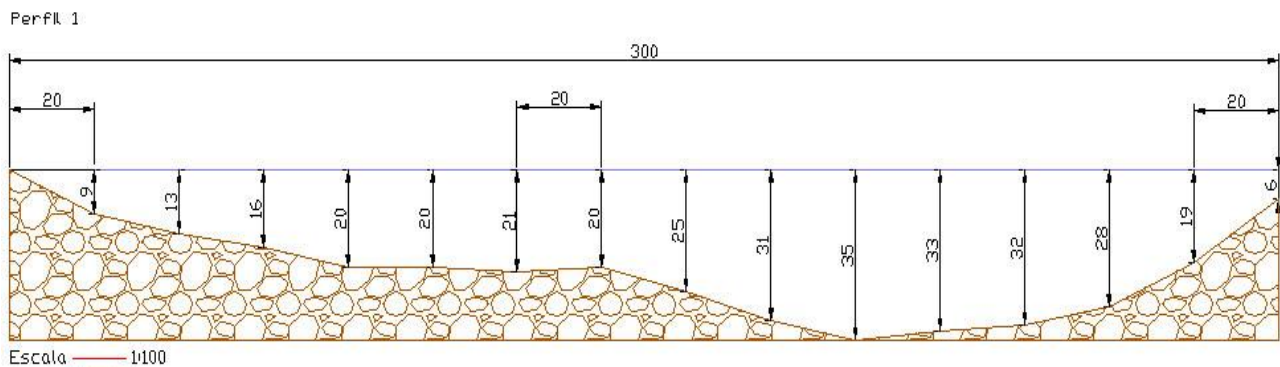
A classificação dos canais de drenagem foi estabelecida segundo as leis de Horton (1945) modificado por Strahler (1952), que considera todo curso sem tributário como sendo de primeira ordem. A junção de dois cursos d'água de mesma ordem forma outro de ordem imediatamente superior, sendo que este não se estende os tributários menores, referindo-se apenas a segmentos do canal principal.

Foram realizadas quatro visitas ao córrego Mutum em intervalos de 15 dias para estimativa da vazão entre os meses de outubro a novembro de 2011, que foi feita através do método do flutuador, que é realizada a partir da escolha de um ponto no leito do córrego, onde o trecho seja reto e de seção uniforme, onde mede-se a largura, o comprimento da seção e a profundidade do córrego para marcação do nível da água. Foram colocadas estacas marcando o início e o fim dos 8 metros percorridos pelo flutuador. Uma corda foi usada para marcação das medidas de 0,20 em 0,20 cm na largura do trecho para determinação da área molhada do canal (**Figura 4**). Para o cálculo da vazão foi utilizada a equação 9, proposta por Hermes e Silva (2004).

$$V = A \times D \times C / T \quad (9)$$

Onde: V = vazão (m^3); A = área da seção transversal do córrego (m^2) sendo: A = largura do córrego (m) x profundidade média do córrego (m); D = distância usada para medir a velocidade do córrego (m); C = coeficiente de correção – usar 0,8 para córregos com fundo rochoso ou 0,9 para córregos com fundo lodoso; T = tempo (s) gasto pelo objeto flutuador para atravessar a distância D .

Figura 4. Esquema para a determinação da área molhada do canal, onde os valores 9, 13, 16 e outros, são as medidas de profundidade do córrego



A coleta de água para análise foi feita segundo os padrões estabelecidos pelo laboratório de microbiologia do IFTM campus Uberaba-MG, que se baseia nos padrões legais vigentes, conforme portaria do Ministério da Saúde nº. 888 de 04/05/2021, que estabelece que sejam determinadas na água, para aferição de sua potabilidade, a presença de coliformes totais e termotolerantes (BRASIL, 2004).

Os métodos de análises utilizados para a determinação da presença de coliformes totais e fecais nas amostras de água foram as técnicas dos tubos múltiplos (APHA, 2012). Esta técnica consiste em dois testes, um presuntivo (I) e outro confirmativo (II): O procedimento I é utilizado para determinar a presença ou ausência de coliformes. Neste, utiliza-se 10 ml de Lactose-Bouillon, em tubos de ensaio e tubo de Durham invertido, autoclava-se a 1 kgf cm^{-2} de pressão, logo após este processo, é tirada a pressão até esfriar o material esterilizados, em seguida identificam-se os tubos com as réplicas de diluição de 10-1 a 10-4, sendo 15 tubos para cada ponto, incubam-se os tubos em estufa à temperatura de $35,5 \text{ }^\circ\text{C} + 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas se houver a formação de gás no tubo de Durham e se estiver turva existe então a presença da bactéria do grupo coliforme na primeira análise, mas será somente confirmado no teste II.

No Procedimento II, utiliza-se 10 ml de Brilliant-Green Bile Lactose Bouillon ou Brilliant-Green Bile Lactose Broth em tubos de ensaio separados para coliforme total com 1 ml da amostra do presuntivo onde houve formação de gás e incubar-se por 24 a 48 horas. Não apresentado a produção de gás e a solução não se tornar turva o teste conclui-se negativo, para este grupo de coliforme. Para a confirmação de coliforme fecal, utiliza-se o meio caldo EC Broth, em tubos de ensaio e de Durham, onde se transfere 1ml da amostra do teste I onde houve a detecção. Se houver formação de gás no tubo de Durham, confirma-se a existência do grupo coliforme fecal. Este método de análise é quantitativo, que permite determinar o número mais provável (NMP) dos microorganismos pesquisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos índices morfométricos da microbacia do córrego Mutum confirma a área total de 8,60 km², perímetro de 12,73 km e comprimento do curso principal de 12,35 km (**Tabela 1**). Constatou-se que o sistema de drenagem da microbacia é pouco ramificada e considerada de 3° ordem, com padrão dendrítico, que corrobora com classificação realizada por Abdala, Nishiyama e Torres (2011). Tonello et al. (2006) destacam que ordem inferior ou igual a quatro é comum em microbacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra, pois quanto mais ramificada a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem.

Tabela 1. Análise morfométrica da microbacia do córrego Mutum, afluente do rio Uberaba

Índices morfométricos	Unidade	Valores
Área (A)	km ²	8,60
Perímetro (P)	km	12,73
Comprimento do curso principal	km	12,35
Comprimento do Talvegue	km	4,11
Sinuosidade curso principal (Sin)	---	3,00
Coefficiente de Compacidade (Kc)	---	1,22
Canais de 1ª ordem	km	15,16
Canais de 2ª ordem	km	6,69
Canais de 3ª ordem	km	7,52
Canais de 4ª ordem		-
Comprimento total	km	29,37
Densidade de drenagem (Dd)	km km ⁻²	3,42
Índice de circularidade (Ic)	----	0,67
Fator forma (Kf)	----	0,51
∑ comprimentos curvas de nível	m	32414
Equidistância entre curvas	m	50
Declividade média da bacia	%	18,80
Coefficiente de rugosidade (RN)	---	64,36

O comprimento do curso principal obtido neste estudo (12,35 km) é superior aos 5,56 km destacados pelo Semea (2004). Esta diferença talvez seja justificada pela diferença na escala de das imagens ou programa computacional utilizado, conforme destacado por Zanata et al. (2011), que afirmam que podem causar alterações no comprimento da rede de drenagem das microbacias.

A sinuosidade do curso d'água principal (Sin) foi de 3,00, que associados à declividade média de 18,80%, indicam que a água escoar com maior velocidade, dificultando a infiltração, o qual favorece a ocorrência de processos erosivos ao longo e no leito do córrego. A Sin é um fator controlador da velocidade de escoamento e representa a relação entre o comprimento do curso principal e o comprimento de seu talvegue (TORRES et al., 2011).

O coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de circularidade (Ic) do córrego 1,22 e 0,67, respectivamente, associados ao fator forma (Kf) de 0,51 indicam que o formato da

microbacia é alongado o qual facilita o escoamento da água e conseqüentemente diminui o risco de ocorrer enchentes na área.

O valor obtido para a densidade de drenagem (Dd) para a (3,42 km km⁻²) indica o elevado grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. Segundo Villela e Mattos (1975) esses valores podem variar de 0,5 km km⁻² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km km⁻², ou mais, em bacias bem drenadas. Este é um índice que não pode ser analisado isoladamente, entretanto, este valor associado ao Kc (1,22) e Kf (0,51) confirma que não há possibilidade de ocorrência de enchentes, contudo, confirma a susceptibilidade da ocorrência de processo erosivo na microbacia.

Estudando a bacia hidrográfica do rio Debossan em Nova Friburgo-RJ, Cardoso et al. (2006) observaram Kc elevado (1,58), Kf (0,33) e Ic (0,39) e densidade de drenagem (Dd) de 2,36 km km⁻² destacaram a forma mais alongada da bacia, com isso a precipitação pluviométrica é distribuída em diferentes pontos, o que ameniza a influência da intensidade de chuvas, diminuindo as variações da vazão do curso d'água e conseqüentemente a possibilidade de enchentes.

Através da declividade média da microbacia (18,80%) pode-se definir o tipo de relevo existente na área, que é classificada como ondulado segundo a proposta apresentada pela Embrapa (1979). O Coeficiente de Rugosidade (RN) calculado (64,36) indica que a microbacia podem ser classificada como classe B, que tem solos apropriados para pecuária (**Tabela 2**), conforme proposto por Rocha e Kurts (2001).

Tabela 2. Classificação determinada pelo coeficiente de rugosidade (RN), intervalo, valores encontrados e usos dos solos

Classe	Intervalo de domínio (Valores de RN)	Uso	Valores encontrados
A	17,23 - 47,56	Agricultura	16,60 (Pintos), 17,23 (Ribeirão da Vida), 20,46 (Alegria),
B	47,57 - 77,90	Pecuária	48,15 (Limo), 49,14 (Borá), 51,00 (Mata), 51,10 (Jacaré), 60,71 (Saudade), 62,46 (Borazinho), 64,36 (Mutum), 70,60 (Congoinhas)
C	77,90 - 108,24	Pecuária/Floresta	----
D	108,24 - 138,57	Floresta	111,42 (Galinha), 138,56 (Inhame)

Fonte: Modificado de Torres e Vieira (2013).

Torres e Vieira (2013) calcularam o RN de doze microbacias na mesma área de proteção ambiental (APA) do rio Uberaba e observaram que três microbacias se enquadram na classe A (Agricultura), sete na classe B (Pecuária) e duas na classe D (Floresta). Estes valores foram utilizados para calcular a amplitude (RN maior – RN menor) e o intervalo (amplitude dividida por quatro) desses coeficientes de rugosidade, conforme descrito por Rocha e Kurts (2001).

Em estudo semelhante na bacia do rio Uberaba, nas microbacias do córrego da Mata e do córrego São Francisco, em Campo Florido-MG, Valle Junior et al. (2011) realizaram a morfometria das áreas, determinaram os mesmos índices e observaram valores de 41,08 para amplitude e 10,27 de intervalo. Concluíram que a análise do uso potencial do solo deve ser realizada em cada região, pois as características morfométricas

são específicas entre as unidades de solos, de acordo com as diferenças entre a formação, topografia e ocupação.

A observação da vazão do córrego é fundamental para avaliar a quantidade de água disponível num determinado ponto ou trecho de um rio e também influencia na qualidade da água, pois esta qualidade tende a piorar com a diminuição da vazão e do efeito de diluição, devido à concentração de poluentes (TORRES; VIEIRA, 2013).

Com relação à vazão do córrego, observou-se valores de 25,78; 34,44; 34,21 e 54,11 L s⁻¹ nas 4 avaliações realizadas, sendo que da primeira até a última coleta, a vazão dobrou. Esse aumento de vazão é normal para o período, já que ocorre o aumento da precipitação na região (**Figura 3**).

A água para ser considerada potável não deve conter microorganismos patogênicos e estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deva exceder a 500 Unidades formadoras de Colônias por 1 mL de amostra (500 UFC mL⁻¹) e que os coliformes totais e termotolerantes sejam ausentes em 100 mL, para consumo humano (VIEIRA; TORRES; SANTOS, 2018). Fazendo a avaliação dos dados da análise da água (**Tabela 3**), constatou-se uma contaminação com coliformes totais e termotolerantes de 2,20 NMP/100 mL, tornando-a imprópria para consumo humano, no ano em que o estudo foi conduzido.

Tabela 3. Resultados da análise físico-química e microbiológica da água do Córrego Mutum

Parâmetros	Valores	Unidades	Método	Limite detecção	Vmp ⁽³⁾
Físico - químicos					
Cor aparente	10,00	uH ⁽¹⁾	Fotométrico	0,100	15
pH	7,60	---	Potenciométrico	---	6,0-9,5
Turbidez	5,50	UT ⁽²⁾	Turbidimétrico	0,100	5,0
Microbiológicos					
Coliformes totais	2,20	NMP/100 mL ⁽⁴⁾	ABNT	1,100	Ausente
Coliformes termotolerantes	2,20	NMP/100 mL ⁽⁴⁾	ABNT	1,100	Ausente

⁽¹⁾uH = Unidade Hazen (mg Pt-Co/L) ; ⁽²⁾UT = Unidade de Turbidez; ⁽³⁾VMP = Valor Máximo Permitido; ⁽⁴⁾NMP = Número mais provável. Análise realizada no Labfert análises, localizado na Rua José Bonifácio, 1067, Uberaba-MG.

Esta contaminação da água do córrego ocorreu provavelmente devido à presença de gado no local de estudo, o que pode ser observado devido às trilhas nas margens do córrego, onde deveria haver mata ciliar preservada. Com relação às propriedades físico-químicas da água, foram observadas algumas alterações importantes, onde a turbidez enquadrou-se acima do valor máximo permitido, que é de 5,00 UT (Unidade de Turbidez), sendo avaliada em 5,50 UT. O pH foi de 7,60, sendo considerado bastante alcalino, caracterizando poluição por agrotóxicos e fertilizantes, o que provavelmente foi causado pelo plantio de feijão e milho observados na região.

CONCLUSÃO

A vazão do córrego aumentou paralelamente ao aumento da precipitação a partir do

mês de outubro;

A área total da microbacia é de 8,60 km², perímetro de 12,73 km e comprimento do curso principal de 12,35 km.

A microbacia tem formato alongado, onde a água escoar com facilidade e não tem a possibilidade de ocorrer enchentes na área;

A água do córrego encontrava-se contaminada por de 2,20 NMP/100 mL de coliformes fecais e termotolerantes, tornando-a imprópria para consumo humano no período avaliado.

REFERÊNCIAS

ABDALA, V. L.; NISHIYAMA, L.; TORRES, J. L. R. Uso do solo e cobertura vegetal na bacia do alto curso do rio Uberaba, Triângulo Mineiro, sudeste do Brasil. **Caminhos da Geografia**, v.12, p.258-267, 2011. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.3889.8245>

APHA. American Public Health Association. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th edition. Washington: American Public Health Association; 2012, 1360 p.

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 Acaraú-Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1791-1797, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600045>

BECK, H. E.; ZIMMERMANN, N. E.; MCVICAR, T. R.; VERGOPOLAN. N.; BERG, A.; WOOD, E. F. Present and future Köppen–Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v.1, p.1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>

BRASIL. **Portaria n. 888, de 04 de maio de 2021**. Estabelece os sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Funasa, 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 18 out. 2022.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>

COUTINHO, L. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; ZANETTI, S. D.; GARCIA, G. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio da Prata, Castelo-ES. **Irriga**, v. 16, n. 4, p. 369-381, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2011v16n4p369>

CRUZ, L. B. S.; PATERNIANI, J. E. S.; CARVALHO, R. M. B. Caracterização e manejo sustentável do solo Na bacia do Rio Uberaba (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 4, n. 9, p. 31-49, 2003. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG4915309>

DANELON, J. R. B.; RODRIGUES, S. C. Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, Uberlândia (MG). **Caderno de Geografia**, v.23, n.39, p.13-21, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula**. Rio de Janeiro: Embrapa SNLCS. 1979. 83p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos – **Levantamento de reconhecimento de meia intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982, 562p.

FARIA, R. A. V. B.; BOTELHO, S. A.; SOUZA, L. M. Diagnóstico ambiental de áreas do entorno de 51 nascentes localizadas no município de Lavras-MG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 648-661, 2012.

FLORENCIO, B. A. B.; ASSUNÇÃO, W. L. Análise do uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do Ribeirão Borá-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 11, p. 81–99, 2010. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG113616268>

HERMES, L. C; SILVA, A. S. **Avaliação da qualidade das águas: manual prático**. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 55p.

HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. New York, **Geological Society of American Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 7-813, 1945. DOI: <https://doi.org/10.1177/030913339501900406>

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Gráficos**. 2021. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php/gráficos>. Acesso em: 08 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas topográficas**. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 2020.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M. (Org.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília-DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008, p. 89-106.

MELO, J. A. B.; LIMA, E. R. V.; ALMEIDA, N. V.; SILVA, J. B. Análise morfométrica da microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista-PB: uma ferramenta ao diagnóstico físico-conservacionista. **Revista de Geografia**, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, p. 331-346, 2010.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 446p.

ROCHA, J. S. M.; KURTS, S. M. J. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 302p.

RODRIGUES, F. M.; PISSARA, T. C. T.; CAMPOS, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da fazenda da Glória, município de Taguaritinga-SP. **Revista Irriga**, v. 13, n. 3, p. 310-322, 2008. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2008v13n3p310-322>

SANTOS, C. A.; SOBREIRA, F. G. Análise morfométrica como subsídio ao zoneamento territorial: o caso das bacias do Córrego Carioca, Córrego do Baçõ e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas-MG. **Revista Escola de Minas**, v. 61, n. 1, p. 77-85, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0370-44672008000100013>

SEMEA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Diagnóstico Ambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba**, 2004, 127 p.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geological Society. America Bulletin**, v.63, n.11, p.1117 -1142, 1952. DOI: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

TONELLO, K. C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, J.; CORNÉLIO, E. P.; FERNANDES, F. S. Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do Córrego Barreiro, afluente do rio Uberaba. **Árvore**, n.4, v.35, p.931-939, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000500018>

TORRES, J. L. R.; VIEIRA, D.M.S. Análise socioeconômica, ambiental e morfológica da microbacia do córrego dos Pintos, afluente do rio Uberaba. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n. 16, p. 243-258, 2013.

TORRES, J. L. R.; VIEIRA, D. M. S.; BARRETO, A. C. Avaliação morfométrica e vazão da microbacia do Córrego do Inhamé, em Uberaba-MG. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 2, p.105-114, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i2.3331>

VALLE JUNIOR, R. F.; SILVA, A. R.; ABDALA, V. L.; MONTES, M. G.; PEDROSO VAL, B. H. Diagnóstico das áreas de ocupação nas microbacias do Córrego da Mata e Córrego São Francisco, Campo Florido-MG, utilizando tecnologia SIG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

VIEIRA, D. M. S.; TORRES, J. L. R.; BARRETO, A. C.; CUNHA, M. A. Avaliação quantitativa das características geomorfológicas das microbacias hidrográficas que

compõem a área de proteção ambiental do rio Uberaba. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 313-326, 2012a.

VIEIRA, D. M. S.; TORRES, J. L. R.; OLIVEIRA, L. M.; GONÇALVES, O. R.; OLIVEIRA, M. A. Morfometria e qualidade da água da microbacia do córrego do Sapecado, afluente do rio Uberaba. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, p. 11-22, 2012b. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.1137.3129>

VIEIRA, D. M. S.; TORRES, J. L. R.; SANTOS, S. M. Diagnóstico ambiental e morfometria da microbacia do Córrego Cocal, afluente do Rio Uberaba. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 1, p. 53-68, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i1.3102>

VILLELA, S. M.; MATOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

ZANATA, M.; PISSARRA, T. C. T.; ARRAES, C. L.; RODRIGUES, F. L.; CAMPOS, S. Influência da escala na análise morfométrica de microbacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 1062–1067, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001000009>

Recebido em: 14/06/2022
Aprovado em: 17/10/2022