

# IMPACTOS AMBIENTAIS MACROSCÓPICOS E QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS EM NASCENTES DA ÁREA URBANA DE SANTO ANTÔNIO DO MONTE – MG

*MACROSCOPIC ENVIRONMENTAL IMPACTS AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF WATERS IN SPRINGS OF THE URBAN AREA OF SANTO ANTÔNIO DO MONTE - MG*

*IMPACTOS AMBIENTALES MACROSCÓPICOS Y CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LAS ÁGUAS EN MANANTIALES DE LA ZONA URBANA DE SANTO ANTÔNIO DO MONTE - MG*

Alysson Rodrigo Fonseca<sup>1</sup>  
Roger Alexandre Nogueira Gontijo<sup>2</sup>

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo identificar e avaliar a qualidade ambiental e microbiológica de nascentes presentes na área urbana de Santo Antônio do Monte - Minas Gerais. Os impactos ambientais nas nascentes foram avaliados a partir da interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN. A análise microbiológica da água foi realizada através do Teste do Substrato Cromogênico (Colitest®), que mostra a presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes. Foram identificadas 14 nascentes, porém em quatro destas não foi possível a aplicação dos testes (nascentes 11, 12, 13 e 14), pois encontravam-se secas, soterradas ou tomadas pelo despejo de esgoto. Das nascentes avaliadas, nenhuma atingiu classificação "Ótima" (Classe A) ou "Boa" (Classe B). Apenas uma foi classificada como "Razoável" (Nascente 1; Classe C), cinco como "Ruim" (Nascentes 2, 3, 6, 7 e 8, Classe D) e quatro como "Péssima" (Nascentes 4, 5, 9 e 10, Classe E). Todas apresentaram resultados positivos para presença de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*).

**Palavras-chave:** Mananciais. Hidrologia. Poluição. Degradação.

## Abstract

This work aimed to identify and evaluate the environmental and microbiological quality of springs present in the urban area of Santo Antônio do Monte - Minas Gerais. The environmental impacts on the springs were assessed based on the interpretation of the Environmental Impact Index on Springs - IIAN. The microbiological analysis of the water was performed using the Chromogenic Substrate Test (Colitest®), which shows either the presence or absence of total and thermotolerant coliforms. Fourteen springs were identified, but in four of them, the application of the test was not possible (springs 11, 12, 13 and 14), as they were dry, buried or taken over by sewage discharge. Out of the springs evaluated, none reached a classification of "Excellent" (Class A) or "Good" (Class B). Only one was classified as "Reasonable" (Source 1; Class C), five as "Bad" (Source 2, 3, 6, 7 and 8, Class D) and four as "Terrible" (Source 4, 5, 9 and 10, Class E). All the springs showed positive results for the presence of total and thermotolerant coliforms (*Escherichia coli*).

**Keywords:** Springs. Hydrology. Pollution. Degradation.

## Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo identificar y evaluar la calidad ambiental y microbiológica de los manantiales presentes en el área urbana de Santo Antônio do Monte - Minas Gerais. Los impactos ambientales en los manantiales se evaluaron sobre la base de la interpretación del Índice de Impacto Ambiental en Manantiales – IIAM. El análisis microbiológico del agua se realizó por medio de la Prueba del Sustrato Cromogénico (Colitest®),

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Especialista em Biologia, Mestre e Doutor em Agronomia (Entomologia). E-mail: arodrigofonseca@hotmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Especialista em Solos e Meio Ambiente, Mestre e doutor em Agronomia (Fitotecnia). E-mail: rogergontijo@gmail.com.

que muestra la presencia o ausencia de coliformes totales y termotolerantes. Se identificaron 14 manantiales, pero en cuatro de ellos no fue posible aplicar las pruebas (Manantiales 11, 12, 13 y 14), ya que estaban secos, enterrados o absorbidos por la descarga de aguas residuales. De los manantiales evaluados, ninguno alcanzó clasificación de "Excelente" (Clase A) o "Bueno" (Clase B). Solo uno fue clasificado como "Aceptable" (Manantial 1; Clase C), cinco como "Malo" (Manantiales 2, 3, 6, 7 y 8, Clase D) y cuatro como "Muy malo" (Manantiales 4, 5, 9 y 10, clase E). Todos mostraron resultados positivos para la presencia de coliformes totales y termotolerantes (*Escherichia coli*).

**Palabras-clave:** Mananciales. Hidrología Contaminación. Degradación.

## 1 Introdução

As nascentes constituem-se no afloramento temporário ou perene da água subterrânea; são importantes tributárias para a rede de drenagem superficial (FELIPPE, 2009; MARCIANO; SILVA; SILVA, 2016), pois possibilitam a formação dos canais de drenagem e consequentemente a manutenção das bacias hidrográficas (FELIPPE; MAGALHÃES, 2012; PINTO; ROMA; BALIEIRO, 2012).

Devido à importância das nascentes, torna-se preeminente a necessidade de identificação, proteção e recuperação não somente daquelas existentes nas áreas rurais, mas também em espaços urbanos, que na maioria das vezes não têm a sua importância reconhecida pelo poder público e sociedade (FONSECA *et al.*, 2019).

Os processos decorrentes da urbanização em sistemas hídricos ocasionam impactos negativos que podem causar alterações irreversíveis ou até mesmo a destruição dos mananciais (FONSECA *et al.*, 2018). Esses são principalmente decorrentes do aumento da população humana, que demanda cada vez mais por recursos hídricos (uso para consumo, industrialização, irrigação, dessedentação de animais, paisagístico e recreativo, entre outros) e ainda, em função dessa utilização, acaba por comprometer a qualidade da água, especialmente através da poluição. Aliado a isso, a ocupação dos ambientes pelas construções causa a impermeabilização do solo, modificando o sistema de drenagem e, consequentemente, alterando o balanço hidrológico local (HALL, 1984; FELIPPE *et al.* 2011; MARCIANO; SILVA; SILVA, 2016). A este quadro acrescenta-se ainda a contaminação dos mananciais por excretas humanas ou de outros animais, assim como por outros resíduos orgânicos, que podem contaminar a água com microrganismos patogênicos e assim possibilitar a ocorrência de várias doenças e parasitoses (CETESB, 2002; REIS *et al.*, 2012).

Localizada no centro-oeste mineiro, na microrregião do Vale do Itapeçerica, o município de Santo Antônio do Monte não possui rios volumosos em suas terras, salvo o Rio Santana e o Rio Lambari. No entanto, há uma quantidade considerável de nascentes que formam córregos e riachos bem espalhados entre as colinas e montanhas santo-antonienses (CBHPará,

2016). Na área urbana, são praticamente inexistentes dados oficiais e/ou científicos que atestem sobre a existência, número e localização dessas nascentes, assim como as condições ambientais em que se encontram. Sendo assim, este trabalho objetivou identificar e georreferenciar as nascentes que ainda existem na área urbana, assim como realizar análises microbiológicas da água e avaliar a qualidade ambiental desses mananciais.

## 2 Metodologia

O município de Santo Antônio do Monte se localiza na região centro-oeste de Minas Gerais e situa-se na interseção das coordenadas geográficas 20° 08' 69" de latitude sul e 45° 29' 06" de longitude oeste, distante 194 km da capital Belo Horizonte. Possui uma área de 1.126 km<sup>2</sup>, sendo sua população estimada de 27.352 habitantes, com 18,88% na zona rural e 81,12% na zona urbana (IBGE, 2016). Inicialmente, foram identificados os impactos ambientais nas nascentes encontradas na área urbana desse município, a partir da interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN, apresentado por Gomes, Melo e Vale (2005), Felipe e Magalhães (2012) e Malaquias e Cândido (2013). Segundo os autores, este procedimento tem como objetivo verificar de forma qualitativa o grau de proteção em que as nascentes se encontram, através de uma técnica de avaliação sensorial, macroscópica e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes.

Para encontrar as nascentes na área urbana do município, foram buscadas informações junto à Polícia Ambiental, ao Instituto Estadual de Florestas – IEF, à Prefeitura Municipal e aos Comitês de Bacia Hidrográfica do Rio Pará (CBHPará) e Rio São Francisco (CBHSF), além de informações junto à imprensa e à própria população. Assim, foram identificados 14 pontos de prováveis nascentes, sendo essas visitadas *in loco*, para constatação e aplicação dos testes. As coordenadas geográficas (Tabela 1 e Figura 1) foram obtidas através de um GPS (Sistemas de Posicionamento Global), modelo Garmin MAP 78, assim como também foi feito um registro fotográfico através de uma câmera Nikon D7100.

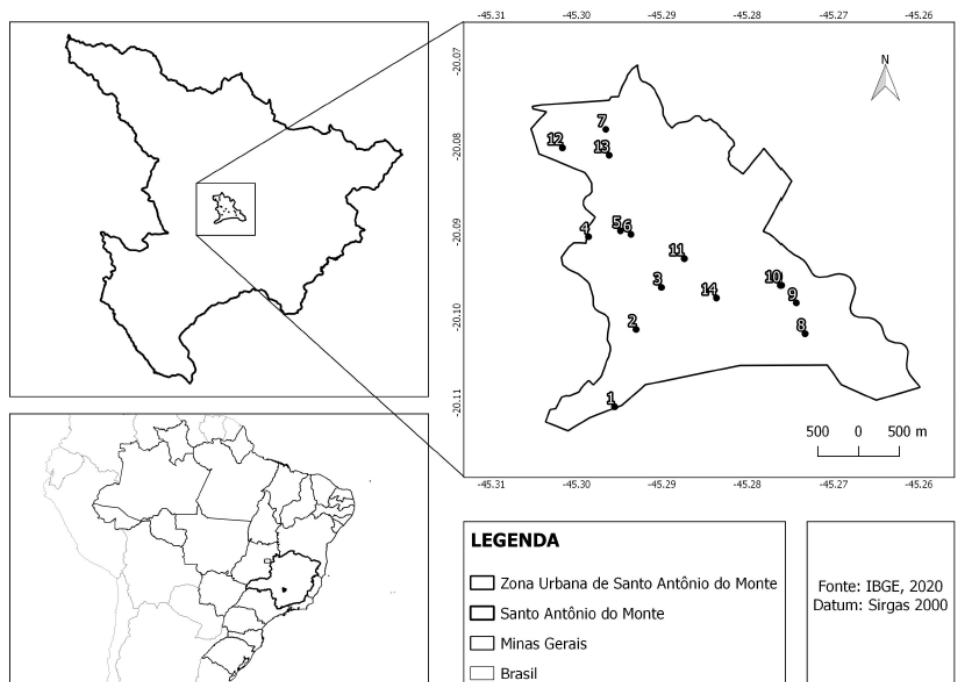
**Tabela 1:** Coordenadas geográficas das nascentes avaliadas no município de Santo Antônio do Monte - MG.

Número de Nascentes	Coordenadas Geográficas
1	S 20°06'38" - 45°17'44"
2	S20°06'01" - 45°17'32"
3	S20°05'43" - 45°17'46"
4	S20°05'26" - 45°17'55"

5	S 20°05'28" - 45°17'28"
6	S20°05'28" - 45°17'45"
7	S20°04'40" - 45°17'48"
8	S 20°06'07" - 45°16'24"
9	S20°05'43" - 45°16'33"
10	S 20°05'48" - 45°16'34"
11	S20°05'37" - 45°17'15"
12	S 20°04'50" - 45°18'06"
13	S 20°05'00" - 45°17'33"
14	S 20°05'52" - 45°17'01"

Fonte: Organização dos autores.

**Figura 1:** Distribuição espacial das nascentes avaliadas na área urbana do município de Santo Antônio do Monte - MG.



Realizada a coleta de dados referente aos impactos nas nascentes, os parâmetros macroscópicos foram quantificados, tendo-se como referência os índices disponíveis no Quadro 1. Dessa forma, os atributos bom, médio ou ruim são convertidos em um escore e o índice resulta do somatório dos escores creditados a cada parâmetro. Nessa metodologia, o valor máximo obtido, quando todos os parâmetros são considerados “bons”, é de 39 pontos. Já o valor mínimo, quando todos os parâmetros são considerados, é de 13.

**Quadro 1:** Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes.

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor da nascente	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto na nascente	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Uso por animais domésticos	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Uso por Humanos	Presença	Apenas Marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residência ou estabelecimento	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Mais de 100 metros
Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

**Fonte:** Gomes, Melo e Vale (2005), Felipe e Magalhães (2012) e Malaquias e Cândido (2013).

Por fim, o QUADRO 2 possibilitou a interpretação desses valores, atribuindo às nascentes diferentes classificações frente ao grau de preservação.

**Quadro 2:** Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatória final)

Classe	Grau de Preservação	Pontuação final
A	Ótima	31-39
B	Boa	28-30
C	Razoável	25-27
D	Ruim	22-24
E	Péssima	Abaixo de 21

**Fonte:** Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005), Felipe e Magalhães (2012) e Malaquias e Cândido (2013).

A presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes foi analisada através da análise microbiológica da água das nascentes em dois períodos específicos do ano, janeiro/2016 (período chuvoso) e julho/2017 (seco). Para a análise desses parâmetros optou-se pelo Teste de Substrato Cromogênico Enzimático (Colitest®), que identifica a hidrólise provocada pela

enzima  $\beta$ -D-galactosidase. Dessa forma, amostras de 100 ml foram coletadas em vasilhames estéreis e em laboratório incubadas em estufa a 37 °C por 24 horas. Após este tempo, foi verificada a alteração de coloração na amostra, sendo que a amarela atesta a presença de coliformes totais; caso esta, após exposição à luz ultravioleta, apresente fluorescência azul, indica a presença de coliformes termotolerantes (FUNASA, 2013). Dessa forma, os resultados obtidos atestaram a presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*).

### 3 Resultados e discussão

Das 14 nascentes identificadas, em quatro não foi possível fazer as análises (nascentes 11, 12, 13 e 14), pois encontravam-se secas, soterradas ou contaminadas com esgoto. As Figuras 2 e 3 mostram o quadro avançado de degradação do local onde se localizava a nascente 11, podendo-se constatar um volume de esgoto acumulado e um bota-fora onde pode ser encontrado lixo doméstico, restos de poda vegetal, equipamentos eletrônicos e até mesmo móveis.

**Figuras 2 e 3:** Local onde, segundo moradores, localizava-se a nascente 11.



As nascentes 12, 13 e 14 não foram encontradas, apesar de relatos de moradores que atestaram a sua existência em períodos passados. Há evidências de que elas tenham sido aterradas em função da exploração imobiliária e/ou secaram, em função da impermeabilização do solo e supressão da mata ciliar. A Figura 4 mostra o local onde, segundo informações dadas por moradores, localizava-se a nascente 13, soterrada por obras da construção civil.

**Figura 4:** Local onde, segundo moradores, localizava-se a nascente 13.

A tabela 2 mostra os dados obtidos pela aplicação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) nas demais nascentes avaliadas. Constatou-se a ausência de proteção em nove delas, sendo que apenas a de número 1 tinha cercamento. De acordo com Pinto *et al.* (2004), o cercamento é de fundamental importância para a preservação das áreas desses mananciais, pois delimita a área onde se encontram, restringindo o acesso de animais e pessoas, que podem impactar negativamente seu entorno, além de possibilitar a contaminação da água.

**Tabela 2:** Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos das nascentes avaliadas em Santo Antônio do Monte - MG.

Parâmetros Avaliados	Nascentes Avaliadas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Proteção do Local	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Proximidade com Residências	2	2	1	1	1	3	3	3	2	1
Vegetação	3	2	2	2	1	3	2	2	1	1
Cor da água	1	2	3	1	2	1	1	2	1	3
Odor da água	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lixo no Entorno da Nascente	2	2	1	1	1	1	3	3	1	2
Espumas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Óleos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Materiais Flutuantes	2	2	2	2	1	1	3	2	2	3
Esgoto na Nascente	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3
Uso por animais domésticos	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1
Uso por humanos	3	1	2	3	2	3	2	1	1	1
Tipo de área de inserção	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2



<b>TOTAL</b>	32	28	28	27	24	29	30	30	23	27
<b>Classificação</b>	C	D	D	E	E	D	D	D	E	E

Para o parâmetro proximidade com residências (Tabela 2), constatou-se que sete das nascentes avaliadas estavam a menos de 50 metros das residências (nascentes 1, 2, 3, 4, 5, 9 e 10). Segundo Gomes, Melo e Vale (2005) e Fonseca *et al.*, (2019), a interferência humana nesses mananciais geralmente é comprovada em maior intensidade quando a proteção não é eficaz e, ainda, quando existe maior proximidade com estabelecimentos ou residências, o que culmina em impactos ambientais, tais como a presença de lixo, assoreamento e compactação do solo, degradação da vegetação ciliar e a contaminação da água.

No que se refere à vegetação no entorno das nascentes, verificou-se sua ausência ou degradação em oito das dez nascentes avaliadas. Cabe ressaltar que em somente duas (nascentes 1 e 6) este parâmetro encontrava-se em bom estado de conservação (TABELA 2, FIGURA 4). De acordo com Paranhos Filho *et al.* (2005) e Primack e Rodrigues (2007) a vegetação do entorno das nascentes é fundamental para o equilíbrio desses ecossistemas, possibilitando a infiltração da água das chuvas no solo e, conseqüentemente, a recarga nos lençóis freáticos, mantendo a perenidade desses mananciais. Constitui também um importante elemento regularizador do clima, da composição atmosférica, da biodiversidade e do ciclo hidrológico da bacia hidrografia.

**Figura 4:** Vegetação preservada na nascente 2 e degradada na nascente 5.



Verificou-se ainda que, entre as nascentes avaliadas, não foi encontrado o parâmetro “odor” (TABELA 2). Segundo FUNASA (2007), especialmente nos centros urbanos, um dos principais fatores que alteram esse parâmetro é a contaminação da água com esgoto doméstico e/ou industrial, sendo este tipo de poluição responsável pela formação de gases a partir da decomposição dos componentes orgânicos.



No que tange ao parâmetro cor da água das nascentes (TABELA 2), verificou-se em somente duas (3 e 10) a transparência da água, estando as demais de aparência escura ou clara (Figura 5). A transparência da água consiste em um parâmetro estético positivo, uma vez que possibilita a passagem de luz pela água e, conseqüentemente, a fotossíntese do fitoplâncton e da vegetação aquática existente. A ausência desse parâmetro, na maioria das vezes, ocorre devido a partículas de rochas, argila e pela decomposição de matéria orgânica e elementos químicos variados (BOTELHO *et al.* 2001; RICKLEFS, 2010). Quando é alterada devido à ação antrópica, ocorre geralmente a partir de contaminantes físicos, químicos e biológicos que, além de ocasionar doenças, podem liberar toxinas e assim afetar negativamente todo o ecossistema (VON SPERLING, 2005; FUNASA, 2007).

**Figura 5:** Cor da água transparente na nascente 3 e escura na nascente 1.



A presença de lixo na área das nascentes foi um dos parâmetros mais frequentes, sendo que somente em duas nascentes avaliadas (7 e 8) não foi constatada a existência desses contaminantes (Tabela 2). Além de causar a contaminação física e biológica das nascentes e de seu entorno, os resíduos sólidos propiciam locais para o desenvolvimento de organismos parasitas e/ou vetores de doenças. Aliado a isso, o chorume oriundo de sua decomposição pode ocasionar a contaminação do solo por percolação ou escoamento superficial, podendo ainda atingir o lençol freático (GOMES; MELO; VALE, 2005; MARTELLI, 2013).

**Figura 6.** Presença de lixo ao redor das nascentes 1 e 5.



Não foram constatados, nas nascentes avaliadas, os parâmetros espumas e óleos, conforme mostra a Tabela 2. Quando presentes, essas substâncias são na maioria das vezes oriundas de contaminantes presentes no esgoto, nas enxurradas das ruas que atingem as áreas das nascentes ou, ainda, resultantes do contato da água como o lixo, podendo, muitas vezes, evidenciar a presença de organismos causadores de doenças (FUNASA, 2007).

Constatou-se a presença de materiais flutuantes em quase todas as nascentes avaliadas, com exceção somente das nascentes 7 e 10, conforme mostra a Tabela 2. De acordo com Gomes, Melo e Vale (2005), esses materiais podem se constituir em elementos orgânicos (como folhas e ramos), objetos provenientes do lixo doméstico ou mesmo oriundos do escoamento superficial da água de chuva. Na maioria das vezes são provenientes da proximidade humana, como no caso de construções e ruas, agravados pela ausência ou ineficácia de cercamento e da presença de mata ciliar.

A presença de esgoto não foi observada em nenhuma das nascentes avaliadas, entretanto, nas nascentes 5 e 9 a existência desse poluente foi considerada como “provável”, pois encontravam-se próximas a residências e/ou ruas e recebiam a água proveniente das enxurradas. Aliado a isso, na nascente 5 foi detectada a presença de tubulação de esgoto em seu entorno. De acordo com Gomes, Melo e Vale (2005) e FUNASA (2007), a contaminação por esgoto decorre principalmente em função da falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, que afeta negativamente a qualidade do ambiente e, ainda, possibilita a contaminação biológica, química e física da água.

O parâmetro “uso por animais domésticos” foi constatado em todas as nascentes avaliadas, especialmente através de visualização do animal e/ou vestígios como pegadas e fezes, principalmente de bois e cavalos (TABELA 2). De acordo com Fonseca *et al.* (2018), presença de animais domésticos de grande porte nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) contribui principalmente para a degradação da vegetação e do solo, favorecendo o assoreamento, erosão

e aumento de turbidez da água, além da contaminação biológica que ocorre através das fezes e urina desses animais.

Já o "uso por humanos" foi observado na maior parte das nascentes, não sendo identificado apenas nas nascentes 1, 4 e 6 (TABELA 2). Tal constatação foi evidenciada pela presença de pessoas nessas áreas e, ainda, pelas evidências deixadas, como pegadas e revolvimento de terra pela utilização de ferramentas como enxadas; também através de passarelas de madeira para se ter acesso à água.

No parâmetro "inserção de área" verificou-se que somente uma nascente (nascente 1) encontrava-se em Unidade de Conservação - UC, estando as demais inseridas em propriedades privadas. Cabe ressaltar que a nascente 1 dá origem a um córrego que é tributário da microbacia do córrego Guandú, que abastece a cidade de Santo Antônio do Monte. Esta nascente encontra-se locada no "*Parque Ecológico Guandu – Gildo Antônio dos Santos*", criado pela Lei Municipal 2.273/2016 e referendado pela Lei Municipal 2.356/2018, que cria o Projeto de Gestão das Microbacias Hidrográficas dos Ribeirões Guandú e Diamante, responsáveis pela captação de água para o abastecimento público da sede urbana do município. Entretanto, existe em processo de licenciamento um projeto de criação de um loteamento em área adjacente à área da nascente do córrego Guandú. Torna-se importante ressaltar que a aprovação desse empreendimento deve ser analisada criteriosamente pelas autoridades competentes, uma vez que pode impactar ainda mais esse manancial e conseqüentemente toda a população que se beneficia dele para o abastecimento hídrico e os serviços ambientais prestados pela área em questão.

Tendo-se como base as classes resultantes das pontuações dos parâmetros, constatou-se que nenhuma das nascentes avaliadas foi considerada como Classe A ("Ótima") ou Classe B ("Boa") e apenas uma obteve a classificação C ("Razoável", Nascente 1). Cinco foram enquadradas na Classe D ("Ruim", Nascentes 2, 3, 6, 7 e 8,) e quatro como Classe E ("Péssima", Nascentes 4, 5, 9 e 10). A partir desses resultados, observa-se que praticamente todas os mananciais avaliados encontram-se em situação generalizada de degradação ambiental, sendo este quadro agravado pelo fato de estarem em APP.

Infelizmente essa situação de degradação de nascentes em áreas urbanas tem sido também verificada, a partir de estudos similares, em outras cidades do Estado de Minas Gerais. Fonseca *et al.* (2018), avaliando o IIAN na área urbana do município de Divinópolis, verificaram que das 20 nascentes analisadas, quatro foram consideradas como "Péssima" e 12 como "Ruim". Apenas uma foi quadrada como "Boa" e três como "Razoável". A classe "Ótima" não foi obtida em nenhum dos mananciais avaliados. Na cidade mineira de Cláudio,

que faz divisa com Divinópolis, Rocha, Fonseca e Sousa (2017), também utilizando a metodologia do IIAN, comprovaram que a maior parte das nascentes avaliadas na área urbana mostraram-se impactadas negativamente pelas ações antrópicas. Assim, apenas uma enquadrou-se na classe B (“boa”), três na C (“razoável”), uma na D (“ruim”) e duas na E, tida como “péssima”.

Todas as nascentes avaliadas mostraram resultados positivos para coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*). De acordo com Macêdo (2003), tal fato evidencia a contaminação fecal e conseqüentemente o risco de organismos causadores de doenças. Segundo Fonseca *et al.* (2019), diversificadas fontes de contaminação podem estar contribuindo para esse quadro, como a água superficial proveniente das chuvas (enxurrada), esgoto, lixo, animais e pessoas, entre outros.

Uma importante constatação se deu na nascente 10, pois apesar de estar contaminada, é utilizada *in natura* pelos moradores do entorno, que acreditam estar a água livre de contaminação. Nesse caso, torna-se necessária a ação imediata do poder público, a fim de comunicar e conscientizar à população para os riscos e sobre as formas necessárias de tratamento para uso e consumo da água desses mananciais.

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciam a ineficácia dos órgãos controladores frente à fiscalização e conservação desses mananciais, já que se constituem em áreas protegidas por Lei (APPs); é de fundamental importância que assegurem o cumprimento da legislação que confere proteção às nascentes, principalmente no controle dos loteamentos e demais ocupações antrópicas.

#### **4 Conclusão**

De um modo geral, os resultados obtidos neste trabalho mostraram que os parâmetros microbiológicos de qualidade da água e de preservação das nascentes encontravam-se em uma situação distante de conformidade com as leis ambientais e sanitárias. Assim, a maioria das nascentes foi classificada como “Ruim” ou “Péssima” e nenhuma como “Ótima” ou “Boa”. A proteção do local, proximidade com residências e a degradação da vegetação do entorno constituíram-se nos principais fatores de degradação. A contaminação por coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*) foi constatada em todos os mananciais avaliados, corroborando com o quadro mostrado pela avaliação do IIAN. Torna-se evidente, portanto, a necessidade de ações por parte do poder público a fim de direcionar medidas de demarcação, recuperação e preservação desses locais. A população, especialmente a do entorno, deve ser também

conscientizada sobre a importância das nascentes, sua preservação e sobre a limitação de seu uso, especialmente o da água, que se encontrava contaminada quando o estudo foi realizado.

## 5 Agradecimentos

À Willian Silveira, por gentilmente ter nos acompanhado e ajudado a identificar o local das nascentes. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica. À Bruna Aparecida de Oliveira Ribeiro, pelo auxílio nas atividades de campo e laboratoriais.

## Referências

BOTELHO, C. G.; CAMPOS, C. M.; VALLE, R. D.; SILVEIRA, I. A. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: água**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CBHPará – **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará**. Disponível em: <http://www.cbhpara.org.br/bacia.htm>. Acesso em: 17 out. 2016.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Análises microbiológicas da água**. São Paulo: CETESB, 2002.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. 277 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 8-23, 2012.

FELIPPE, M. F.; MATOS, R. E. S.; MAGALHAES JR., A. P.; MAIA-RODRIGUES, B.; COSTA, A.; GARCIA, R. Evolução da ocupação urbana das zonas preferenciais de recarga de aquíferos de Belo Horizonte - MG. **Revista de Geografia - PPGEU - UFJF**, Juiz de Fora, v. 2, p. 1-9, 2011.

FONSECA, T. L.; FONSECA, A. R.; GONTIJO, R. A. N.; PARREIRA, A. G.; COSTA, F. A.; SOUSA, F., F. F. Qualidade físico-química e microbiológica de nascentes do perímetro urbano de Divinópolis – MG. **Scientific Electronic Archives**, Sinop – MT, v. 11, n. 1, p. 62-68, 2018.

FONSECA, A. R.; COSTA, F. A. F.; GONTIJO, R. A. N.; FONSECA, T. L. Macroscopic analyses and evaluation of environmental quality in urban springs of Divinópolis-MG. **Scientific Electronic Archives**, Sinop – MT, v. 12, n. 4, p. 68-74, 2019.

FUNASA - Fundação Nacional de Saneamento. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: FUNASA, Ministério da Saúde. 2007. 271 p.

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, Ministério da Saúde, 2013.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V.S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

HALL, M. J. **Urban Hydrology**. London: ElsevierApplied Science, 1984.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros**. Disponível em: <http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/painel/>. Acesso em: 17 out. 2016.

MACÊDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2003.

MALAGUIAS, G. B.; CÂNDIDO, B. B. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do município de Betim, MG: análise macroscópica. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 3 n. 2, p. 51-65, 2013.

MARCIANO, A. G.; SILVA, L. F.; SILVA, A. P. M. Diagnóstico das nascentes da bacia hidrográfica do córrego do Vargedo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 330-342, 2016.

MARTELLI, A. Educação ambiental aliada ao método de recuperação por plantio em uma nascente localizada na área urbana do município de Itapira – SP. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, Santa Maria – RS, v. 17 n. 17, p. 3357- 3365, 2013.

PARANHOS FILHO, A. C; CARNELLOSI, C. F.; FERREIRA, J. H. D.; PRATES, K. V. M. C.; SOUZA, S. S. Análise do impacto da ação antrópica sobre uma nascente do rio Água Grande (Ubiratã-PR.) através de imagem de satélite Cbers. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia-GO. **Anais [...]**. Goiânia: INPE, 2005. p. 1451-1458.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba – SP, n. 65, p. 197-206, 2004.

PINTO, L.V.A.; ROMA, T.N. de; BALIEIRO, K.R.C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Revista Cerne**, Lavras – MG, v. 18, n. 3, jul/set. 2012.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina - PR: Editora Vida, 2007. 327p.

REIS, P.; PARIZZI, M.; MAGALHÃES, D. M.; MOURA, A.C.M. O escoamento superficial como condicionante de inundações em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do leitão, bacia do Ribeirão Arrudas. **Geociências**, Rio Claro. v. 31, n. 1. 2012.



RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546 p.

ROCHA, B.F., FONSECA, A.R.; SOUSA, F.F. Análise Macroscópica e Parâmetros Microbiológicos de nascentes da área urbana de Cláudio, Minas Gerais, Brasil. **Conexão Ciência**, Formiga – MG, v. 12, n. 3, p. 17-33, 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.