

# Análise Macroscópica e Parâmetros Microbiológicos de nascentes da área urbana de Cláudio, Minas Gerais, Brasil

*Macroscopic Analysis and Microbiological Parameters of river springs in the urban area of Cláudio, Minas Gerais, Brazil*

Bruna Fonseca Rocha<sup>1</sup>, Alysson Rodrigo Fonseca<sup>1,2</sup>, Fabrízio Furtado de Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, unidade Divinópolis, Minas Gerais, Brasil

<sup>2</sup>Centro Universitário de Formiga – UNIFOR/MG

## Resumo

**Introdução:** As nascentes configuram-se como importantes sistemas para a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental das bacias hidrográficas, estão presentes tanto nas áreas naturais, quanto nas urbanas. **Objetivo:** Identificação, georreferenciamento e análise macroscópica da qualidade ambiental das nascentes presentes na área urbana do município de Cláudio - MG, assim como a análise microbiológica da água. **Métodos:** Os impactos ambientais nas nascentes foram avaliados, a partir da interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN, que considera treze parâmetros macroscópicos para avaliação e possibilita, posteriormente, o estabelecimento de classes que refletem a qualidade ambiental da nascente. A análise microbiológica da água foi realizada pelo Teste do Substrato Cromogênico, que mostra a presença ou ausência de Coliformes Totais e Termotolerantes. Foram analisadas oito nascentes, em uma dessas, os aspectos ambientais não puderam ser avaliados, pois tratava-se de uma região brejosa com afloramento difuso d'água. **Resultados:** Verificou-se que a maioria das nascentes avaliadas se encontravam em avançado estado de degradação. Nenhuma delas foi classificada “Ótima”, uma se enquadrou como “boa” (classe B) e as demais foram enquadradas como “razoável” (Classe C, n = 3), “ruim” (Classe D, n = 1) e por fim, “péssima” (Classe E, n = 2). Verificou-se que a cor da água (n=7), falta de proteção das áreas das nascentes (n = 6), degradação da vegetação (n=5) e o lixo no entorno das nascentes (n=5) foram os principais impactos negativos identificados. Os testes microbiológicos mostraram, em todas as nascentes e nos dois períodos avaliados, a contaminação por coliformes totais e termotolerantes. **Conclusão:** os resultados revelaram o descuido do poder público e da própria sociedade em relação às nascentes presentes na área urbana do município e, ainda, evidenciaram a necessidade de medidas de recuperação e manutenção desses mananciais.

**Palavras chave:** Impactos Ambientais; Mananciais; Contaminação.

*Autor correspondente:*

*Alysson Rodrigo Fonseca e Silva, Rua Quito, 410, apto 401, Bairro Belvedere, Divinópolis – MG, CEP: 35501-324.*

*Email: arodrigofonseca@hotmail.com*

Recebido em: 27/03/2017

Revisado em: 20/09/2017

Aceito em: 16/11/2017

Publicado em: 31/12/2017

## Abstract

**Introduction:** River springs stand for important systems for the maintenance of the hydrological and environmental balance of the watersheds, being present both in the natural and in the urban areas. **Objective:** This study aimed at the identification, georeferencing and macroscopic analysis of the environmental quality of the springs present in the urban area of the municipality of Cláudio – MG as well as the microbiological analysis of water. **Methodology:** The environmental impacts in the springs were evaluated from the interpretation of the Environmental Impact Index in River Springs, which takes into consideration thirteen macroscopic parameters for evaluation and enable afterwards the establishment of classes which reflect the environmental quality of the spring. The microbiologic analysis of water was conducted through the Chromogenic Substrate Test, which shows either the presence or the absence of Total and Heat-Tolerant Coliforms. Eight river springs were evaluated, however, in one of them the environmental aspects could not be evaluated because it was a swampy region with diffuse water upwelling. **Results:** The results stood out that most of the evaluated river springs were in an advanced state of degradation. None of them was classified “Excellent”, one fitted as “good” (class B) and the others were fitted as “fair” (Class C, n = 3), “bad” (Class D, n = 1) and, at last, “very bad” (Class E, n = 2). It was found that the water color (n=7), lack of protection of the areas of the headwaters (n = 6), vegetation degradation (n=5) and the trash in the surroundings of the headwaters (n=5) were the chief negative impacts identified. The microbiological tests showed in all the headwaters and in the two evaluated periods the contamination by total and heat-tolerant coliforms. **Conclusion:** Such results revealed the neglect of the public authority and of the society itself in relation to headwaters present in the urban area of the municipality and stressed the need for measures of both recovery and maintenance of those springs.

**Key words:** Environmental Impacts: Springs: Contamination.

## Introdução

A exploração inadequada dos recursos naturais e a exploração imobiliária têm causado inúmeros problemas ambientais, afetam, não somente, o solo e atmosfera, mas também, os recursos hídricos e, em especial, as nascentes. O comprometimento da qualidade ambiental desses mananciais tem decorrido, principalmente, da poluição e contaminação causada pelas ações antrópicas, aliada à exploração imobiliária, não somente nas áreas rurais, mas também urbanas<sup>1-2</sup>. Paralelamente a isso, várias regiões brasileiras e, principalmente, a região sudeste, tem passado por um período de escassez hídrica sem precedentes nas últimas décadas, o que tem afetado de forma significativa os recursos hídricos e, em especial, as nascentes<sup>3</sup>.

As nascentes são sistemas ambientais em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial, e são imprescindíveis para a manutenção das bacias hidrográficas<sup>4-5</sup>. Dessa forma, constituem-se em importantes sistemas para a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental *lato sensu* das bacias hidrográficas, pois marcam o início dos canais de drenagem e, assim, são as responsáveis pela existência das águas superficiais<sup>5-6</sup>.

A emergência da questão de proteção das nascentes está, particularmente, presente não somente nas áreas rurais, mais também em espaços urbanos/metropolitanos. Dentre os impactos

decorrentes da urbanização em um sistema hídrico, Hall<sup>7</sup> e Felipe et al.<sup>8</sup> enumeram dois grupos de processos, o primeiro, que é relativo ao aumento da densidade demográfica, e tende a ampliar as demandas de recursos hídricos e, concomitantemente, comprometer a sua qualidade e o segundo, referente ao aumento da densidade de construções, que tende a impermeabilizar o solo e modificar o sistema de drenagem, alterando as características do balanço hidrológico local.

A partir das alterações antrópicas dos ecossistemas hídricos, acrescenta-se, ainda, a contaminação biológica por micro-organismos patogênicos associados à água, pode decorrer de contaminação por excretas humanas ou de outros animais bem como de substâncias nocivas à saúde humana e, assim, ocasionar incontáveis doenças<sup>9</sup>. Assim, o acompanhamento dos parâmetros químicos e microbiológicos das nascentes e, particularmente, aquelas utilizadas pelo ser humano, torna-se imprescindível.

Dentre os municípios do centro-oeste mineiro, Cláudio, com 25.771 habitantes, destaca-se pelos altos índices de crescimento econômico, alavancado, principalmente, pelo pólo de fundições e metalúrgica, um dos maiores do Brasil, a sua produção é focada, principalmente, em móveis em alumínio e peças de ferro fundido<sup>10</sup>. No que se refere ao seu patrimônio hídrico, o município apresenta em sua área urbana nascentes que contribuem, significativamente, para a vazão da microbacia do Ribeirão Itapeçerica (Rio

Itapecerica), este último é afluente pela margem esquerda do Rio Pará, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

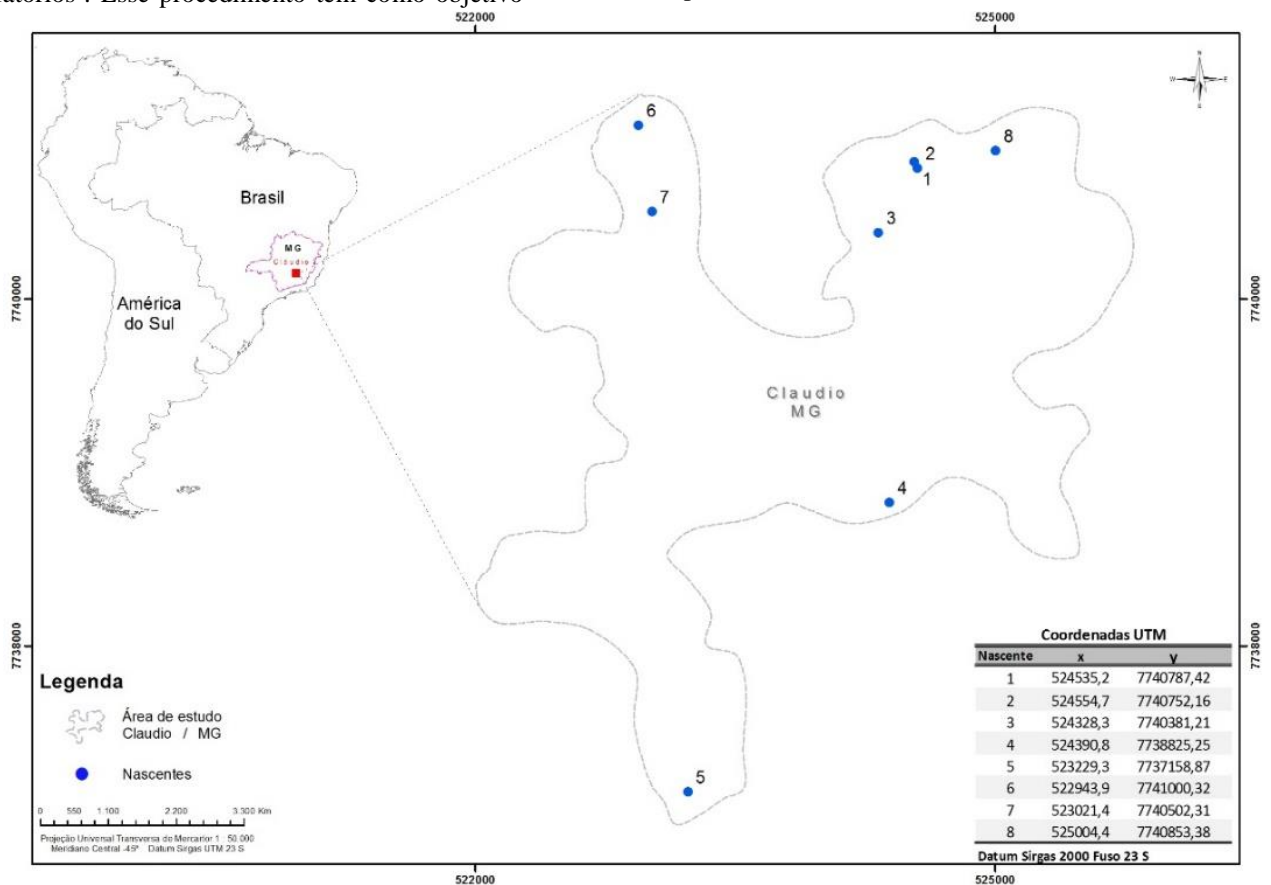
Em função da ausência de dados oficiais e ou científicos que atestam sobre o número exato, localização e as condições ambientais das nascentes da área urbana do município, este estudo objetivou identificar as nascentes que ainda existem, realizar o seu georreferenciamento, a análise macroscópica da sua qualidade ambiental, a análise microbiológica da água e, ainda, verificar os principais fatores que interferem negativamente nos impactos encontrados.

### Metodologia

Este trabalho buscou avaliar os impactos ambientais em nascentes perenes existentes na área urbana do município de Cláudio – MG. Para tanto, foi utilizada a metodologia de interpretação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes – IIAN<sup>2,5</sup>. Buscou-se, portanto, a utilização de uma proposta de classificação do grau de impacto de nascentes, considerada simples, prática, didática e com resultados satisfatórios<sup>5</sup>. Esse procedimento tem como objetivo

verificar de forma qualitativa o grau de proteção em que as nascentes se encontram, por meio 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 tentar encontrar outras nascentes na área urbana do município, além das que se tinham conhecimento, foram buscadas informações junto à Polícia Ambiental, ao Instituto Estadual de Florestas – IEF, a Prefeitura Municipal e o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pará – CBHPará, além de informações junto à imprensa e à própria população. Os dados primários foram obtidos em visitas de campo organizadas, de forma que todas as nascentes identificadas foram visitadas. *In loco*, foram registradas as coordenadas geográficas (FIGURA 1), 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 D5000. Cabe ressaltar que todas as nascentes identificadas na área urbana do município eram perenes e constituíam-se como tributárias do ribeirão Itapecerica.



**FIGURA 1:** Distribuição espacial e coordenadas geográficas de nascentes avaliadas na área urbana do município de Cláudio/MG.

Após a coleta de dados e os estudos dos impactos nas nascentes, os parâmetros macroscópicos foram enquadrados em padrões para a quantificação, possibilitando, assim, a posterior somatória dos pontos

obtidos, por meio da pontuação indicada para cada parâmetro ambiental<sup>5, 11</sup> na TABELA 1. Nesse sentido, o atributo definido (bom, médio ou ruim) foi convertido em um escore e o índice resultou do

somatório dos escores creditados a cada parâmetro. Como não há pesos, o máximo valor do índice neste trabalho foi 39 - quando todos os parâmetros são

considerados “bons” - e o mínimo 13 - quando todos os parâmetros são considerados “ruins”.

**Tabela 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: FELIPPE<sup>12</sup> adaptada de GOMES *et al*<sup>11</sup>.

Por fim, a TABELA 2 possibilitou a interpretação desses valores, atribuindo às nascentes

diferentes Classificações frente ao Grau de Preservação.

**Tabela 2.** Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos.

Classe	Grau de Preservação	Pontuação final
A	Ótima	37-39
B	Boa	34-36
C	Razoável	31-33
D	Ruim	28-30
E	Péssima	Abaixo de 28

Fonte: FELIPPE<sup>12</sup> adaptada de GOMES *et al*<sup>11</sup>.

No que se refere às análises microbiológicas da água, foram avaliadas a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes (*E. coli*), pela técnica de Substrato Cromogênico Enzimático, utilizado para identificação da hidrólise provocada pela enzima  $\beta$ -D-galactosidase (COLItest®). Para tanto, amostras

contendo 100 ml foram coletadas em vasilhames estéreis, levadas ao laboratório e incubadas em estufa a 37 °C por 24 horas. Após esse período, verificou-se a alteração de coloração na amostra: a coloração amarela indica a presença de Coliformes Totais e caso esta, após exposição à luz ultravioleta, apresente

fluorescência azul, indica a presença de Coliformes Termotolerantes<sup>13</sup>. Assim, os resultados foram expressos em razão da presença ou ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*).

Cabe ressaltar que as coletas foram realizadas na vazão das nascentes, em duas etapas, a primeira foi realizada no período chuvoso (dezembro/2015) e a segunda, no período seco (julho/2016), visto que as condições ambientais e de qualidade de água podem

variarem em função das estações do ano. Em casos em que não foi possível a coleta diretamente na vazão devido ao baixo volume de água, esta foi realizada no primeiro ponto acessível.

### Resultados

Os dados obtidos nas duas coletas, por meio da aplicação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), foram sistematizados na **TABELA 3**.

**Tabela 3.** Quantificação das análises dos Parâmetros Macroscópicos observados nas nascentes avaliadas em Cláudio/MG.

Parâmetros Avaliados	Nascentes Avaliadas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Proteção do Local	1	1	3	1	-	1	1	1
Proximidade com Residências	1	3	3	2	-	2	1	3
Vegetação	2	2	3	1	-	2	1	3
Cor da água	1	1	1	2	-	2	2	1
Odor da água	3	3	3	3	-	3	3	3
Lixo no Entorno da Nascente	2	3	2	2	-	1	1	3
Espumas	3	3	3	3	-	3	3	3
Óleos	3	3	3	3	-	3	2	3
Materiais Flutuantes	2	3	3	3	-	2	2	3
Esgoto na Nascente	3	3	3	3	-	2	2	3
Uso por animais domésticos	2	3	3	3	-	2	2	1
Uso por humanos	3	1	3	3	-	2	3	3
Tipo de área de inserção	2	2	2	3	-	2	2	2
<b>TOTAL</b>	28	31	35	32	-	27	25	32
<b>Classificação</b>	D	C	B	C	-	E	E	C

Das oito nascentes amostradas (**FIGURA 2**), em uma delas (identificada como 5), os aspectos ambientais não puderam ser avaliados, por se tratar de

uma região brejosa com afloramento difuso da água, não foi possível identificar o local da nascente.



**FIGURA 2:** Nascentes identificadas na área urbana do município de Cláudio/MG.

Dentre os parâmetros avaliados (análise macroscópica), verificou-se que seis das nascentes encontravam-se desprotegidas (sem cercamento) e duas nascentes (nascente 1 e 7) encontravam-se a menos de 50 metros de residências ou estabelecimentos). No que se refere à vegetação,

verificou-se que nas nascentes 4 e 7 esta se encontrava degradada ou ausente, alterada nas nascentes 1, 2 e 6, havendo somente duas nascentes (3 e 8) em estado adequado de preservação (TABELA 3, FIGURA 3).



**FIGURA 3:** Vegetação preservada na nascente 3 e degradada na nascente 4.

Verificou-se que nenhuma das nascentes avaliadas apresentaram o parâmetro “odor”, entretanto, no que se refere ao parâmetro “cor da água”, nenhuma das nascentes avaliadas apresentou a coloração transparente, as nascentes 1, 2, 3 e 8 apresentaram coloração escura e as nascentes 4, 6 e 7 enquadraram-se como clara (**TABELA 3**).

A presença de lixo (em maior ou menor intensidade) foi constatada no entorno de cinco das

nascentes avaliadas (**FIGURA 4**). Já a presença de espumas não foi detectada em nenhuma das nascentes avaliadas, foi constatada a presença de óleos em apenas uma (**TABELA 3**).



**FIGURA 4:** Presença de lixo ao redor das nascentes 6 e 7.

Nas nascentes 1, 6 e 7 foram identificadas a presença de materiais flutuantes na água. A presença de esgoto foi verificada em duas das nascentes (nascente 6 e 7). Essas encontravam-se próximas a residências, com vegetação em seu entorno alterada e com lixo a sua volta (**TABELA 3**).

A presença de animais domésticos (como bois e cavalos) e/ou marcas desses, como pegadas (**FIGURA 5**) e fezes, foi detectada em quatro das nascentes

(nascentes 1, 6, 7 e 8). O parâmetro “uso por humanos” foi observado em duas das nascentes (nascente 2 e 6), foi evidenciada pela presença de pessoas nessas áreas e, ainda, passarelas de madeira para se ter acesso à água, pegadas e revolvimento de terra com ferramentas, como enxadadas (**TABELA 3**).



**FIGURA 5:** Evidências de animais domésticos (rastros) nas nascentes 6 e 7.

Ainda de acordo com a **TABELA 3**, no que se refere ao parâmetro “tipo de área de inserção”, verificou-se que do total de nascentes avaliadas, seis estão inseridas em propriedades particulares, e uma encontra-se em área pública, porém nenhuma se encontra em Unidades de Conservação - UC.

No que se refere às classes obtidas a partir da pontuação dos parâmetros, verificou-se que nenhuma das sete nascentes analisadas se enquadraram como “ótima” (Classe A). Apenas uma se enquadraram como “boa” (classe B) e as demais foram enquadradas como “razoável” (Classe C, n = 3), “ruim” (Classe D, n = 1) e por fim, “péssima” (Classe E, n = 2).

Interessante observar que nas duas nascentes (6 e 7) que foram classificadas como Classe E (Péssima), a vegetação encontrava-se degradada/ausente ou alterada, assim como não apresentavam proteção do local e, ainda, estavam a menos de 100 metros de residências ou estabelecimentos comerciais. Cabe ressaltar que na única nascente enquadrada como “boa” (classe B), foi constada a vegetação do entorno em bom estado de conservação, proteção adequada e, ainda, encontrava-se a mais de 50 metros de distância de residências e/ou estabelecimentos (**Tabela 3**), fatores que minimizam os impactos negativos ocasionados por ações antrópicas e que, geralmente, levam a uma melhor qualidade ambiental desses mananciais.

Quanto aos padrões microbiológicos da água, nas duas coletas realizadas (período seco e chuvoso), todas as nascentes apresentaram resultados positivos para presença de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*).

### Discussão

A falta de proteção das nascentes e a proximidade com residências e estabelecimentos (a menos de 50 ou 100 metros) foram parâmetros verificados na maior parte das nascentes (**Tabela 3**), condições que certamente contribuíram para influenciar negativamente os demais parâmetros. O

cercamento é de grande importância nas áreas de nascentes, visto que delimita o espaço onde elas se encontram, evitando a entrada de animais e humanos, que acabam por alterar seu entorno, além de possibilitar a contaminação da água<sup>14</sup>. As nascentes são determinadas como Áreas de Preservação Permanente (APP)<sup>15</sup>, e devem ser protegidas em um raio de 50 metros, norma esta que não foi atendida em quase a totalidade das nascentes avaliadas.

O levantamento realizado também mostrou, de forma quase generalizada, a degradação ou falta de vegetação no entorno das nascentes (**Tabela 3**), o que certamente contribuiu para uma baixa pontuação e, conseqüentemente, piores índices de qualidade ambiental. A vegetação do entorno dos recursos hídricos exerce importantes funções ao ecossistema, propiciando uma maior infiltração da água das chuvas no solo e realizando a recarga dos lençóis freáticos e, conseqüentemente, permitindo a conservação da perenidade, o que diminui a erosão. Aliado a isso, constitui um elemento regularizador da biodiversidade, do clima, da composição atmosférica e do ciclo hidrológico de uma bacia hidrografia<sup>14, 16</sup>.

Em nascentes preservadas é de se esperar uma coloração transparente da água, porém todas as nascentes avaliadas apresentaram coloração clara ou escura (**Tabela 3**). A coloração escura encontrada nas nascentes geralmente decorre em função da presença de partículas de rochas, argila ou pela decomposição de matéria orgânica e elementos químicos adicionados<sup>17</sup>. Trata-se, portanto, de um parâmetro estético negativo, já que em função do aumento da turbidez das águas, diminui a penetração da luz, comprometendo os ecossistemas aquáticos. Quando esses elementos são originados de atividades antrópicas, podem possuir contaminantes químicos, físicos e principalmente biológicos, que, além de causar doenças, podem, inclusive, liberar toxinas<sup>18, 19</sup>.

A constatação da disposição irregular de lixo (em maior ou menor intensidade) no entorno da maior parte das nascentes avaliadas (**Tabela 3**) é um fator negativo



e preocupante, que geralmente ocorre devido a não existência de proteção adequada, acesso humano e proximidade de residências<sup>20</sup>. Além da contaminação física e biológica das nascentes e de seu entorno, os resíduos sólidos favorecem o surgimento de ambientes propícios para abrigo, alimentação e reprodução de organismos parasitas e vetores de doenças<sup>11,21</sup>. Além disso, o chorume decorrente de sua decomposição pode contaminar o solo por percolação ou escoamento superficial, podendo chegar ao lençã freático.

A presença de óleos, identificada em uma das nascentes avaliadas (nascente 7), provavelmente, está relacionada à presença de esgoto e proximidade com residências, parâmetros também constatados para esse manancial (**Tabela 3**). A presença dessa substância geralmente ocorre em função da contaminação com o esgoto, enxurrada proveniente das ruas ou, ainda, do contato da água com o lixo no entorno da nascente, evidenciando, muitas vezes, a presença de organismos patogênicos<sup>20, 22</sup>.

O parâmetro materiais flutuantes, constatado para as nascentes 6 e 7 (**Tabela 3**), também parece estar relacionado à presença de esgoto e proximidade às residências. Segundo Gomes et al.<sup>11</sup>, esses materiais constituem-se em qualquer objeto advindo do lixo doméstico ou decorrente do fluxo de escoamento da água de chuva, e podem, também, ser elementos de origem orgânica, como folhas e ramos. Dessa forma, a presença dos elementos não-orgânicos, como lixo, ocorre, geralmente, devido à proximidade com os recursos antrópicos e pela ausência e/ou ineficiência da proteção da nascente.

A presença de esgoto, também foi verificada em duas das nascentes (6 e 7), foi identificado em mananciais próximos a residências, com vegetação do entorno alterada e com lixos a sua volta (**Tabela 3**). Esse parâmetro reflete, diretamente, na qualidade ambiental e da água, e ocorre principalmente em virtude da falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, criando condições favoráveis à proliferação de organismos causadores de doenças<sup>11,20</sup>.

A constatação da presença de animais domésticos (como bois e cavalos) e/ou marcas desses, como pegadas e fezes, detectada nesse estudo em quatro das nascentes avaliadas (1, 6, 7 e 8), mostrou-se associada à falta de cercamento dessas, uma vez que essas nascentes encontravam-se desprotegidas (**Tabela 3**). Assim, a presença de animais domésticos de grande porte como bovinos e equinos nas APP's desses mananciais contribui, significativamente, para a degradação destes, uma vez que, além de impactar negativamente a vegetação, causam a compactação do solo e seu revolvimento, favorecendo o assoreamento, erosão e aumento de turbidez. Acrescenta-se, ainda, a contaminação biológica da água, que ocorre, principalmente, através das fezes e urina.

O “uso por humanos”, constatado nas nascentes 2 e 6, pode se constituir em um fator de degradação, embora nos demais mananciais avaliados também tenham sido verificados impactos ambientais

negativos (**Tabela 3**). O uso das nascentes e das áreas de entorno, por meio do consumo da água, irrigação, banho e lazer, podem alterar, substancialmente, a qualidade ambiental das nascentes<sup>12</sup>. Além disso, a utilização dessas águas, sem um tratamento ou desinfecção, ocasiona o risco de doenças de veiculação hídrica, que são causadas, em sua grande maioria por micro-organismos de origem animal ou humana, transmitidos por rota fecal-oral<sup>23</sup>.

O fato de a maior parte das nascentes avaliadas (nascentes 1, 2, 3, 6, 7 e 8) estarem inseridas em propriedades particulares (**Tabela 3**) pode contribuir negativamente para a sua conservação, uma vez que o ambiente urbano, na maior parte das vezes, é foco de especulação imobiliária, e mesmo que a APP da nascente seja respeitada, o ambiente vizinho geralmente é alterado, geralmente acarretando impactos diretos a esses mananciais. Segundo Belizário<sup>24</sup>, as nascentes situadas em espaço urbano estão mais propensas aos fatores de degradação antrópica, havendo a possibilidade de, em situações extremas, ocorrer seu desaparecimento e, conseqüentemente, afetar todo o sistema da bacia hidrográfica. É importante ressaltar que a interferência antrópica nas nascentes é verificada, em maior grau, quando a proteção é ineficaz e quando há maior proximidade com residências ou estabelecimentos, resultando em diversos impactos ambientais negativos, como a contaminação da água, presença de lixo, degradação da vegetação, compactação do solo e assoreamento<sup>11</sup>. Assim, a criação de áreas protegidas nas cidades pode ser uma forma de contribuir para o retardo no avanço populacional desenfreado sobre esses recursos.

A classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos mostrou que quase a totalidade das nascentes avaliadas foram enquadradas como “razoável” (Classe C), “ruim” (Classe D) ou “péssima” (Classe E), havendo apenas uma nascente considerada como “boa” (Classe B), evidenciando um quadro generalizado e alarmante de degradação, uma vez que tais impactos negativos ocorrem em áreas de preservação permanente. Estudos similares realizados em nascentes da área urbana de outras cidades mineiras, infelizmente, também têm mostrado resultados semelhantes. A avaliação do IIAN na área urbana do município de Divinópolis - MG, cidade vizinha a Cláudio, constatou que em 22 nascentes avaliadas, 12 se encontram na Classe D (ruim) e quatro na Classe E (péssima), também evidenciando um alto índice de degradação das nascentes. Gomes et al.<sup>11</sup>, tendo realizado a mesma metodologia na área urbana de Uberlândia - MG, verificaram que dentre as 12 nascentes avaliadas, oito encontram-se nas Classes D e E, consideradas, respectivamente, como ruim ou péssima e apenas quatro foram enquadradas nas Classes A e B, como ótima ou boa<sup>25</sup>.

Já o trabalho realizado em Betim – MG<sup>2</sup>, mostrou que o quadro de degradação, descaso e descumprimento das leis ambientais ocorre também na zona rural dos municípios. Os autores verificaram que,

dentre as 54 nascentes avaliadas, apenas uma (1,8%) foi enquadrada na classe A (ótima); 16 (29,6%) na Classe B (Boa); 32 (59,3%) na classe C (Razoável) e 5 (9,3%) na classe D (Ruim), não havendo nenhuma na Classe E (péssima).

A constatação da presença de coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*) em todas as amostras realizadas (nas duas coletas) consiste em uma informação alarmante, uma vez que a presença desses micro-organismos na água indica contaminação fecal, havendo portanto o risco da presença de agentes patogênicos<sup>26,27</sup>. Cabe ressaltar que, tratando-se de um ambiente urbano, diferentes fontes de contaminação podem estar relacionadas, como o esgoto, água pluvial proveniente do escoamento das ruas e residências, lixo, animais e pessoas.

O alto índice de parâmetros ambientais negativos detectados neste estudo e as respectivas classes obtidas, aliado à presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as nascentes avaliadas, evidencia a falta de planejamento na ocupação da área urbana, bem como a ausência de projetos de esgotamento sanitário e de vigilância ambiental, que constituem problemas fundamentais na preservação de áreas de nascentes. Dessa forma, é de extrema importância que os órgãos públicos municipais se assegurem do cumprimento das leis que conferem proteção as nascentes como área de APP, e que concedam regras de ocupação do entorno dos mananciais, de forma a controlar os loteamentos e ocupações, resguardando maiores impactos.

O poder público tem também como compromisso, instruir e amparar a população próxima dos mananciais, de modo a enfatizar a importância de preservá-los. Torna-se ainda necessária a interdição daquelas onde pessoas coletam água e a utilizam para consumo *in natura*, aliado ao desenvolvimento de ações de forma a instruir e amparar a população, especialmente as pessoas que vivem próximas a esses mananciais, de modo a enfatizar a importância de preservá-los e utilizá-los de forma correta.

### Conclusão

O presente estudo indica que os parâmetros microbiológicos de qualidade da água e de preservação das nascentes avaliadas se revelam aquém do ideal. Todas as nascentes avaliadas mostraram contaminação por coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*). A maior parte das nascentes se enquadram nas Classificações “Ruim” ou “Péssima”, e nenhuma delas condizem com a Categoria “Ótima”. A proteção do local, proximidade com residências e a degradação da vegetação marginal foram os principais fatores que interferiram negativamente nos impactos evidenciados nas nascentes.

### Declaração de conflitos de interesses

Os autores do artigo afirmam que não houve nenhuma situação de conflito de interesse, tais como propostas de financiamento, emissão de pareceres, promoções ou participação em comitês consultivos ou

diretivos, entre outras, que pudessem influenciar no desenvolvimento do trabalho.

### Referências

- MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P. Qualidade da água e bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, p.33-38, 2002.
- MALAQUIAS, G. B.; CÂNDIDO, B. B. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do município de Betim, MG: análise macroscópica. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.3 n.2, p.51-65, 2013.
- SILVA, M. B.; HERREROS, M. M. A. G.; BORGES, F. Q. Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil. **Revista de Administração da UFSM**, v. 10, n. 1, p. 101-115, 2017.
- SPRINGER, A. E; STEVENS, L. E. Spheres of discharge of springs. **Hydrogeology Journal**, v.17, n.1, p.83-89, 2009.
- FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr., A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. **Geografias**, v.8, n.2, p.8-23, 2012.
- 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**, v.18, n. 3, p.495-505, 2012.
- HALL, M. J. **Urban Hydrology**. London: Elsevier Applied Science, 1984.
- 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 - PPGEO - UFJF**, v. 2, p. 1-9, 2011.
- CETESB – Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. **Análises microbiológicas da água**. São Paulo, 2002. 131p.
- IBGE 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\_de\_Populacao/Estimativas\_2013/estimativa\_2013\_dou.pdf> Acesso em: 29/08/2014.
- GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V.S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia - MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.
- FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saneamento. **Manual Prático de Análise de Água**. 4a.ed. Brasília: FUNASA, Ministério da Saúde, 2013.
- 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**, n. 65, p. 197-206, 2004.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal**. Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União. Brasília – DF, 2012.
- MEDEIROS, T.F.; SILVA, F.R.; MORANDI, E.R.; NASCIMENTO, P.C.; DUTRA, A.R.; STACHIW, R.

Avaliação da qualidade de água de nascentes sob diferentes ocupações do solo. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 4, n. 1, p.14-28, 2015.

17. SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

18. BOTELHO, C. G.; CAMPOS, C. M.; VALLE, R. D.; SILVEIRA, I. A. **Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: Água**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 187 p.

19. 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.

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

21. 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**, v. 17 n. 17, p. 3357- 3365, 2013.

22. JAWETZ, E; MELNICK, J. L.; ADELBERG, E. A. **Microbiologia Médica**. 20 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 524p.

23. GRABOW, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. **Water S.A.** v. 22, p.193-202. 1996.

24. BELIZÁRIO, W. S. Avaliação da qualidade ambiental de nascentes em áreas urbanas: um estudo sobre bacias hidrográficas do município de Aparecida de Goiânia/GO. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 8, n. 1, p.122-148, 2015.

25. COSTA, F.A.F.; FONSECA, A.R.; GONTIJO, R.A.N.; PARREIRA, A.G.; SOUZA, F.F.; SANTOS, T.L.F. **Análise da qualidade ambiental em nascentes da área urbana de Divinópolis – MG**. 17º Seminário de Pesquisa e Extensão da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG. CDROOM, 25 a 27 de novembro de 2015.

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

27. RICHTER CA, NETO J.M.A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.