



A QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES DENTRO E FORA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO SUDESTE DO BRASIL

Luciana Falci Theza Rodrigues^{1}, Cézar Henrique Barra Rocha² & Roberto da Gama Alves¹*

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Laboratório de Invertebrados Bentônicos, rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário, CEP: 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil.

² Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Departamento de Transporte, rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário, CEP: 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil.

E-mails: biofalci@hotmail.com (*autor correspondente), barra.rocha@gmail.com, gama.alves@ufjf.edu.br

Resumo: Nascentes são ecossistemas de grande importância econômica, social, cultural e ecológica. Apesar de legalmente protegidas, muitas nascentes têm sido degradadas ou desaparecem em decorrência do seu mau uso e pelo crescimento e expansão urbana mal planejados. Neste trabalho utilizamos um protocolo de avaliação rápida (PAR) para avaliar a qualidade ambiental de 71 nascentes, inseridas ou não, em Unidades de Conservação (UCs) em oito localidades no estado de Minas Gerais, Brasil. Nascentes localizadas em UCs foram mais bem pontuadas e classificadas como ótimas ou boas, com exceção de uma UC urbana, onde suas nascentes apresentaram classificação razoável. Nascentes não inseridas em UCs enquadraram-se nas categorias razoável e ruim. Os resultados mostram a importância das UCs na preservação das nascentes, mas também sua vulnerabilidade quando localizadas em ambientes urbanos. A retirada da vegetação ao redor, falta de proteção e livre acesso foram os principais problemas observados durante o estudo, principalmente nas nascentes localizadas em áreas não abrangidas por UCs. Os Protocolos de Avaliação Rápida têm se mostrado úteis no monitoramento de ambientes aquáticos e é uma ferramenta auxiliar importante nas tomadas de decisão sobre áreas prioritárias para conservação e medidas de recuperação de habitats.

Palavras-chave: cabeceiras; conservação; olho d'água; protocolo de avaliação rápida; qualidade ambiental

ENVIRONMENTAL QUALITY OF WATER SPRINGS INSIDE AND OUTSIDE CONSERVATION UNITS IN SOUTHEAST BRAZIL: Water springs are ecosystems of great economic, social, cultural and ecological importance. Although legally protected, many springs have been degraded or have disappeared due to its misuse and to badly planned urban growth and expansion. In this study we have applied a rapid assessment protocol (PAR) to evaluate the environmental quality of 71 water springs, located within Conservation Units (UCs) or not, in eight localities in the state of Minas Gerais, Brazil. Springs located in UCs were better scored and classified as great or good, with the exception of one urban UC, where its springs presented a moderate classification. Springs outside of UCs fit into the moderate and bad categories. Results show the importance of UCs in the preservation of springs, but also their vulnerability when located in urban sites. Removal of surrounding vegetation, lack of protection and open access were the main problems observed during the study, especially in springs located in areas not encompassed by UCs. Rapid Assessment Protocols have shown to be useful in the monitoring of aquatic environments and are important auxiliary tools when making decisions about prioritizing areas for conservation and habitat recovery measures.

Keywords: headwaters; conservation; water hole; rapid assessment protocol; environmental quality

INTRODUÇÃO

Nascentes são zonas de contato do nível freático com a superfície topográfica, onde a água subterrânea flui de forma perene ou intermitente, podendo originar um canal de drenagem (pequenos córregos), áreas brejosas ou pequenos lagos (Felippe & Júnior 2012). Elas também são conhecidas como minas, fio d'água, olho d'água e fontes (Teixeira 2017). A água das nascentes é um recurso natural de altíssimo valor econômico e social, uma vez que muitos setores de atividade humana necessitam dela para desempenhar suas funções (Sampaio 2016). Nascentes também são objeto de interesse por causa do seu valor cultural, educacional, estético e ecológico (Janusz & Pociask-Karteczka 2017).

Estima-se que no mundo todo existam cerca de 57×10^6 nascentes (excluindo a Antártica) (Glazier 2009), uma média de quatro nascentes por Km². Mesmo que, teoricamente, haja tanta água disponível, inúmeras nascentes são degradadas ou desaparecem em consequência da impermeabilização total ou parcial do solo, retirada de vegetação ciliar no seu entorno, pisoteio de gado, desvio do seu curso natural, mineração, construção de estradas e edifícios, manejo inadequado dos seus arredores (aplicação de produtos químicos e fertilizantes, tanto na nascente quanto na sua sub-bacia) e extração de água subterrânea (Bascik *et al.* 2009, Davide *et al.* 2004).

No Brasil, de acordo com o portal de pesquisa da Rede de Informação Legislativa e Jurídica (LexML 2019) existem, até a presente data, 63 dispositivos legais (federais, distritais, estaduais e municipais) que visam a proteção de nascentes e regulamentam as formas de uso e as obrigações de proprietários de terra em áreas nas quais elas existem. Legalmente, toda nascente deve ser protegida por vegetação, com um raio mínimo de 50 metros em seu entorno (Brasil 2012). Essa área de vegetação circundante, chamada de Área de Preservação Permanente (APP), tem função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil 2012).

Apesar de existirem iniciativas que visam a recuperação e preservação de nascentes, como

as contidas no documento “Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas” (Barreto 2010), há ainda muitas nascentes desprotegidas. Mesmo em Unidades de Conservação (UCs) muitas nascentes sofrem pressões antrópicas (Felippe & Júnior 2012). A construção de trilhas próximas às nascentes em parques abertos à visitação, criação ilegal de gado que pisoteia áreas de nascentes, queimadas constantes, poluição devido à proximidade de centros urbanos ou mesmo diminuição do reservatório de água do lençol freático, são situações que colocam em risco a existência de nascentes (Gomes 2015).

Para o diagnóstico de impactos ambientais, uma ferramenta bastante utilizada são os protocolos de avaliação rápida (PAR). Tais protocolos são constituídos por parâmetros do habitat de fácil entendimento e visualização que descrevem de forma rápida a qualidade do ambiente que está sendo estudado (Callisto *et al.* 2002). As informações obtidas podem ser úteis para a sensibilização de questões referentes à preservação de recursos hídricos, oferecer um alerta imediato quando da ocorrência de acidentes ambientais (p.ex. fontes pontuais de poluição antrópica), além de possibilitar a replicação da metodologia em outras localidades (Krupek 2010).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade ambiental de nascentes, dentro e fora de Unidades de Conservação, a partir de um PAR. Nossa hipótese inicial é que nascentes dentro de Unidades de Conservação apresentam maior pontuação no PAR que aquelas localizadas fora de Unidades de Conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As nascentes estudadas estão localizadas na região sudeste do Brasil, no estado de Minas Gerais, inseridas em quatro bacias hidrográficas (Bacia do Rio Verde, Bacia do Alto Rio Grande, Bacia do Rio das Mortes e Bacia do Rio Paraibuna) (Figura 1) com diferentes densidades demográficas e tipos de ocupação do solo. As nascentes ocupam tanto o bioma de Mata Atlântica quanto o de Cerrado, sob diferentes tipos de impactos. Foram avaliadas nascentes dentro e fora de Unidades de Conservação (UCs) (Tabela 1). A visitação ocorreu

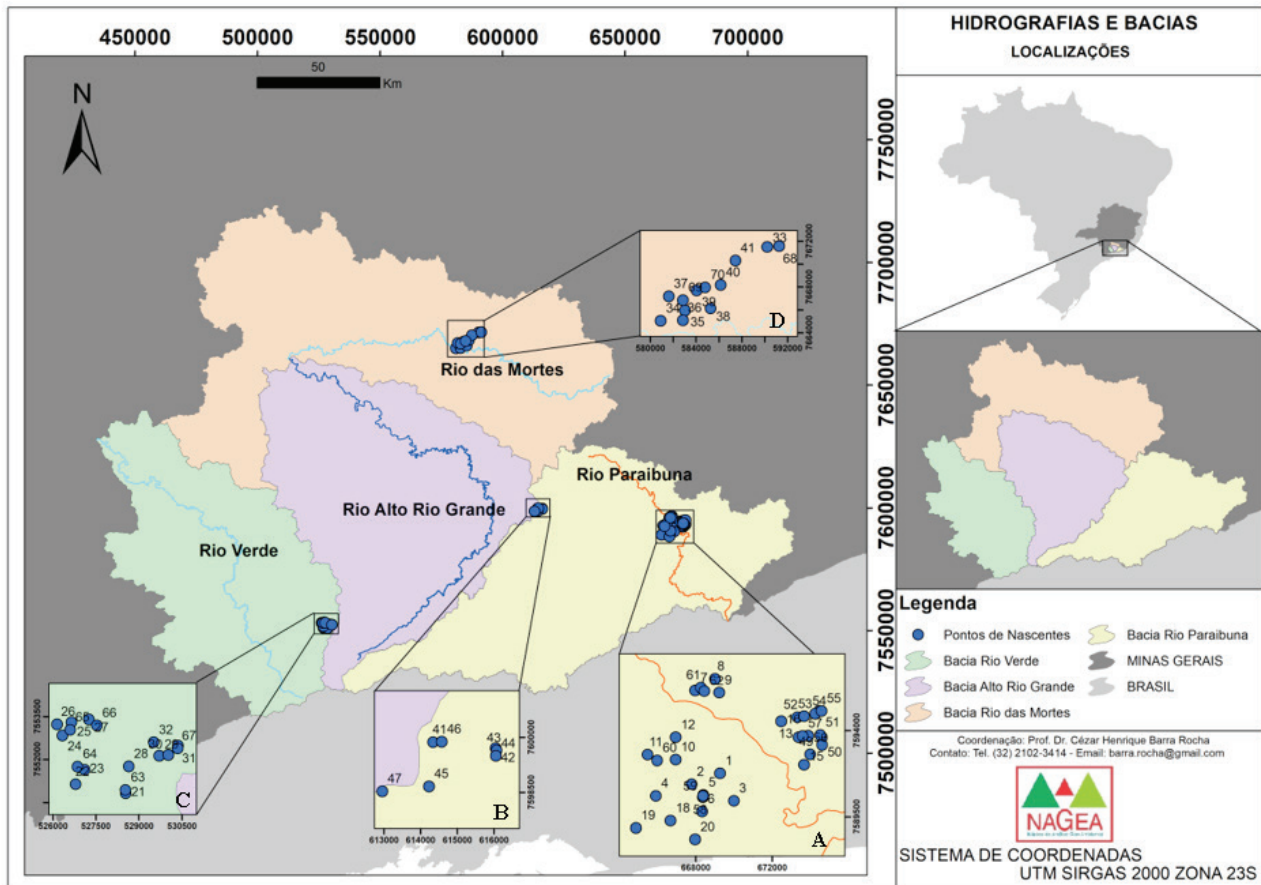


Figura 1: Mapa das áreas de estudo. A- Município de Juiz de Fora onde estão localizadas a Reserva Biológica Municipal Poço D'anta, Reserva Biológica Municipal Santa Cândida, Parque Natural Municipal da Lajinha, Universidade Federal de Juiz de Fora e Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora; B- Parque Estadual do Ibitipoca; C- Parque Estadual da Serra do Papagaio; D- Serra de São José.

Figure 1: Map of the studied areas. A- Juiz de Fora city, in which Poço D'Anta Municipal Biological Reserve, Santa Cândida Municipal Biological Reserve, Lajinha Municipal Natural Park, and the Federal University of Juiz de Fora (UFJF) and its Botanical Garden are located; B- Ibitipoca State Park; C- Serra do Papagaio State Park; D- Serra de São José.

em 71 nascentes, nos meses de junho, julho, agosto e outubro de 2014, durante a estação seca, para garantir que todas as nascentes fossem perenes e para evitar perturbações decorrentes do período chuvoso.

Protocolo de avaliação rápida (PAR)

A qualidade ambiental das nascentes foi analisada de forma macroscópica, visualmente, através da aplicação do protocolo de avaliação de impacto ambiental utilizado por Gomes *et al.* (2005). Esse protocolo fornece um índice de impacto ambiental gerado a partir do somatório das pontuações de 13 parâmetros (Tabelas 2 e 3). Esses parâmetros estão relacionados a qualidade da água e a paisagem e ocupação do entorno. O valor máximo encontrado é 39, indicando ótimas condições ambientais e o

valor mínimo é 13, indicando péssimas condições ambientais. A fim de evitar erros subjetivos, o protocolo foi aplicado por um mesmo observador em todas as nascentes.

É importante ressaltar que o PAR é uma ferramenta que avalia as condições momentâneas e visuais do habitat, uma espécie de fotografia local. Características relacionadas à potabilidade da água ou biodiversidade local, por exemplo, não são contempladas pelos parâmetros do protocolo e não constituíram o foco deste trabalho. Outras análises como as de parâmetros físicos e químicos, microbiológicos e do sedimento seriam necessárias para um diagnóstico completo do estado ecológico das nascentes.

Tabela 1: Informações sobre as nascentes estudadas no estado de Minas Gerais, Brasil. FES= Floresta Estacional Semidecidual; CR= Campo Rupestre; SR= Senso Restrito. *Neste estudo a localidade “Serra de São José” compreende tanto nascentes em Unidades de Conservação (Refúgio Estadual de Vida Silvestre Libélulas da Serra de São José e Área de Proteção Ambiental São José) quanto em áreas particulares situadas em Tiradentes, um dos municípios que compreendem a Serra.

Table 1: Information of the water springs studied in the state of Minas Gerais, Brazil. FES = Seasonal Semideciduous Forest; CR = Rock Field; SR = Restricted Sense. *In this study, “Serra de São José” encompasses both springs within Conservation Units (State Wildlife Refuge of Dragonflies – REVS – in Serra de São José; and Environmental Protection Area – APA – São José) and within private locations in Tiradentes, one of the cities present in the ridge.

| DENTRO DE UCS | COORDENADAS | Nº DE NASCENTES | MUNICÍPIOS | BACIA HIDROGRÁFICA | BIOMA/FITOFISIONOMIA | PRINCIPAIS IMPACTOS |
|---|--------------------|-----------------|---|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Reserva Biológica Municipal Poço D'anta | 21°45' S, 43°20' O | 14 | Juiz de Fora | Paraíba do Sul | Mata Atlântica/FES | Urbanização no entorno |
| Reserva Biológica Municipal Santa Cândida | 21°41' S, 43°20' O | 4 | Juiz de Fora | Paraíba do Sul | Mata Atlântica/FES | Urbanização no entorno |
| Parque Estadual do Ibitipoca | 21°42' S, 43°53' O | 7 | Lima Duarte | Paraíba do Sul/Alto Rio Grande | Mata Atlântica/ FES, CR | Turismo |
| Parque Estadual da Serra do Papagato | 22°10' S, 44°43' O | 17 | Aiuruoca, Alagoa, Baependi, Itamonte e Pouso Alto | Rio Verde | Mata Atlântica/FES | Incêndios, pastagem |
| Parque Municipal da Lajinha | 21°47' S, 43°22' O | 3 | Juiz de Fora | Paraíba do Sul | Mata Atlântica/FES | Urbanização no entorno |
| Refúgio Estadual de Vida Silvestre Libélulas da Serra de São José | 21°05' S, 44°10' O | 2 | Tiradentes, Prados e Santa Cruz de Minas | Rio das Mortes | Cerrado/CR | - |
| Área de Proteção Ambiental São José | 21°02' S, 44°15' O | 6 | Tiradentes, Prados, Coronel Xavier Chaves, São João Del Rei e Santa Cruz de Minas | Rio das Mortes | Mata Atlântica/FES e Cerrado/ SR | Incêndios, pastagem |
| FORA DE UCS | COORDENADAS | Nº DE NASCENTES | MUNICÍPIOS | BACIA HIDROGRÁFICA | BIOMA/FITOFISIONOMIA | PRINCIPAIS IMPACTOS |
| Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) | 21°46' S, 43°22' O | 8 | Juiz de Fora | Paraíba do Sul | Mata Atlântica/FES | Urbanização no entorno |
| Jardim Botânico da UFJF | 21°43' S, 43°22' O | 5 | Juiz de Fora | Paraíba do Sul | Mata Atlântica/FES | Urbanização no entorno |
| Nascentes em áreas urbanas na Serra de São José* | 21°05' S, 44°11' O | 5 | Tiradentes | Rio das Mortes | Mata Atlântica/FES e Cerrado/SR | Urbanização no entorno |

* Neste estudo a localidade “Serra de São José” compreende tanto nascentes em Unidades de Conservação (Refúgio Estadual de Vida Silvestre Libélulas da Serra de São José e Área de Proteção Ambiental São José) quanto em áreas particulares situadas em Tiradentes, um dos municípios que compreendem a Serra.

* In this study, “Serra de São José” encompasses both springs within Conservation Units (State Wildlife Refuge of Dragonflies – REVS – in Serra de São José; and Environmental Protection Area – APA – São José) and within private locations in Tiradentes, one of the cities present in the ridge.

Tabela 2: Parâmetros do protocolo de avaliação de impacto ambiental de Gomes *et al.* (2005) e suas respectivas pontuações.

Table 2: *Environmental Impact Assessment Protocol parameters from Gomes et al. (2005) and the respective scores.*

| PARÂMETRO | PONTUAÇÃO DO PARÂMETRO | | |
|---|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Cor da água | Escura | Clara | Transparente |
| Odor | Cheiro forte | Cheiro fraco | Sem cheiro |
| Materiais flutuantes | Muito | Pouco | Sem material flutuante |
| Espumas | Muita | Pouco | Sem espumas |
| Óleos | Muito | Pouco | Sem óleos |
| Esgoto | Doméstico | Fluxo superficial | Sem esgoto |
| Vegetação (preservação) | Alta degradação | Baixa degradação | Preservada |
| Lixo ao redor | Muito | Pouco | Sem lixo |
| Uso por animais | 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 (mas sem acesso) |
| Proximidade com residência ou estabelecimento | Menos de 50 m | Entre 50 e 100 m | Mais de 100 m |
| Tipo de área de inserção | Ausente | Propriedade privada | Parques ou áreas protegidas |

Tabela 3: Classificação das nascentes de acordo com os impactos visuais.

Table 3: *Spring classification according to visual impact.*

| CLASSE | SOMATÓRIO DA PONTUAÇÃO DE CADA PARÂMETRO |
|----------|--|
| Ótima | 37-39 |
| Boa | 34-36 |
| Razoável | 31-33 |
| Ruim | 28-30 |
| Péssima | < 28 |

RESULTADOS

De modo geral, as nascentes estudadas encontram-se bem preservadas, com nenhuma ou pouca alteração nos parâmetros relacionados à qualidade da água, à paisagem e ocupação do entorno. Das 71 nascentes estudadas, 77 % (N = 55) tiveram classificação “ótima”. Seis nascentes foram classificadas como “boa”, nove como “razoável” e apenas uma como “ruim”. Nenhuma

nascente foi enquadrada na categoria “péssima” (Material suplementar).

Os parâmetros que mais contribuíram positivamente foram os relacionados à qualidade da água, por atingirem pontuação máxima (3) em função da ausência de “materiais flutuantes”, “espuma” e “esgoto”. Por outro lado, o parâmetro “proteção do local”, relacionado com a localização e o entorno das nascentes foi o que mais contribuiu negativamente, com pontuação 1 (sem proteção) e 2 (com proteção, mas com acesso). Além deste parâmetro, algumas nascentes estavam localizadas a menos de 50 metros de edificações e, portanto, foram também mal pontuadas.

Todas as nascentes localizadas em UCs tiveram sua classificação dentro da faixa de “ótima” e “boa”, com exceção das nascentes do Parque da Lajinha, classificadas como “razoável”. Das oito áreas estudadas, Universidade Federal de Juiz de Fora e Parque da Lajinha foram as com maior alteração na qualidade ambiental de suas nascentes (Figura 2).

Algumas nascentes foram totalmente alteradas para a construção de edificações, como é o caso

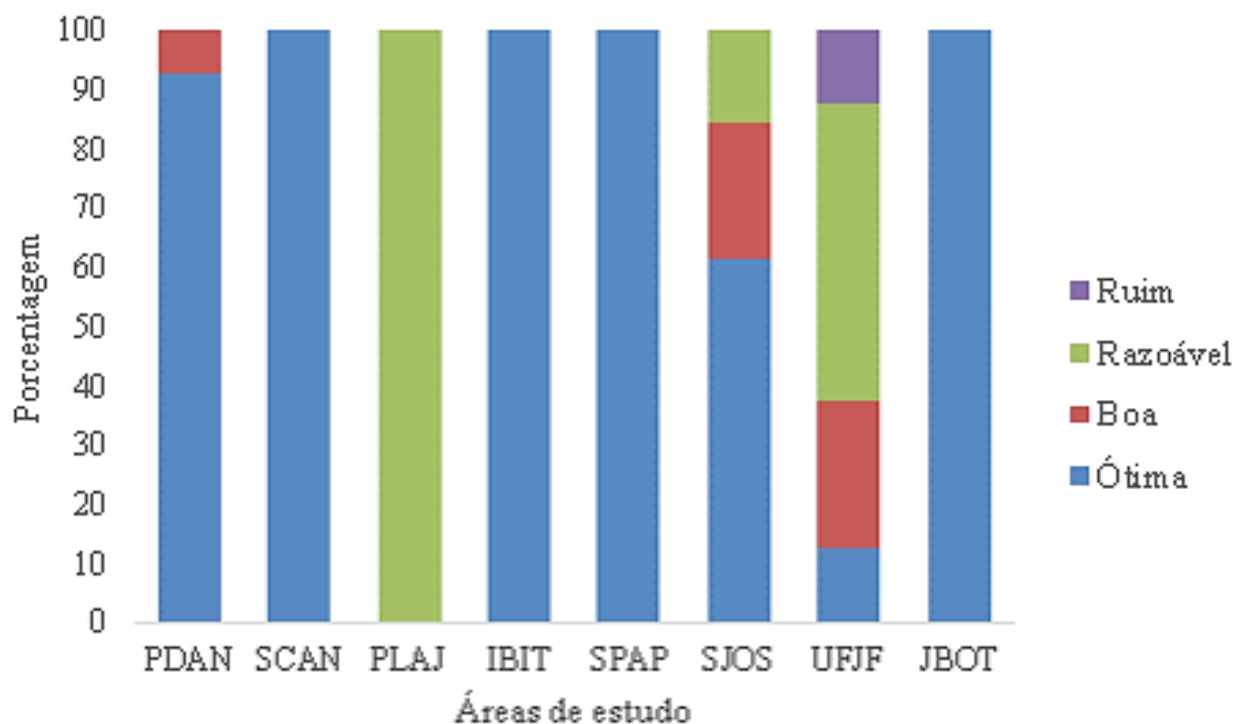


Figura 2: Porcentagem de nascentes por classificação de acordo com o Protocolo de Avaliação Rápida em cada área de estudo. Ótima (37-37 pontos), Boa (34-36 pontos), Razoável (31-33 pontos), Ruim (28-30 pontos). PDAN= Reserva Biológica Municipal Poço D’anta, SCAN= Reserva Biológica Municipal Santa Cândida, PLAJ= Parque Natural Municipal da Lajinha, IBIT= Parque Estadual do Ibitipoca, SPAP= Parque Estadual da Serra do Papagaio, SJOS= Serra de São José, UFJF= Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, JBOT= Jardim Botânico da UFJF.

Figure 2: Spring percentage per classification according to the Rapid Assessment Protocol in each study area. Great (37-37 points), Good (34-36 points), Reasonable (31-33 points), Bad (28-30 points). PDAN= Poço D’Anta Municipal Biological Reserve, SCAN= Santa Cândida Municipal Biological Reserve, PLAJ= Lajinha Municipal Natural Park, IBIT= Ibitipoca State Park, SPAP= Serra do Papagaio State Park, SJOS= Serra de São José, UFJF= Campus of the Federal University of Juiz de Fora, JBOT= UFJF Botanical Garden.

das nascentes 6 e 7 da Serra de São José, inseridas numa propriedade particular denominada Balneário Águas Santas (Figura 3). Essas nascentes apresentam elevada vazão de água mineral (cerca de 1.318.680 litros/dia), com propriedades radioativas e termais, fato que as tornam boas fontes para exploração econômica. Apesar da interferência antrópica no entorno das nascentes, estas foram classificadas como razoável devido à boa qualidade visual da água. As demais nascentes localizadas em áreas particulares (nascentes 8, 10 e 11 da Serra de São José) apresentaram classificação “boa” no protocolo.

Dentro dos limites da UFJF, cinco das oito nascentes tiveram classificação “razoável” ou “ruim” por apresentarem vegetação circundante degradada, proximidade com edificações, ausência de proteção e com fácil acesso por pessoas e animais (Figura 4). As demais, por estarem inseridas em uma

área de mata de difícil acesso, foram classificadas como “boa” ou “ótima”.

O Parque da Lajinha é a UC mais próxima ao perímetro urbano dentre as UCs estudadas. As nascentes avaliadas estão localizadas bem próximas aos limites do Parque, sendo separadas de uma avenida apenas por uma cerca de arame, o que possibilita a invasão de pessoas. Foi constatada presença de lixo (latinhas, embalagens plásticas) próximo às nascentes, fato que contribuiu para menores pontuações no protocolo. Além da presença de lixo, características físicas da água também estavam alteradas, como a cor e o odor.

DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos, grande parte das nascentes apresentou ótima qualidade ambiental. Entende-se por qualidade ambiental o estado



Figura 3: Edificações construídas ao redor das nascentes 6 (A) e 7 (B) da Serra de São José para captação de água para o fontanário externo e abastecimento da piscina de água termal do Balneário Águas Santas no município de Tiradentes, Minas Gerais. As águas são captadas próximas à superfície do terreno, diretamente sobre as fraturas da rocha quartzítica e armazenadas para a distribuição controlada através de bombas.

Figure 3: Buildings built around the springs 6 (A) and 7 (B) of Serra de São José to capture water for the external fountain and supply the thermal water pool of Balneário Águas Santas in the municipality of Tiradentes, Minas Gerais. The waters are captured near the surface of the ground, directly over quartzite rock fractures and stored for controlled distribution through pumps.

dos ecossistemas, em relação aos efeitos da ação humana (Horberry 1984), através da conservação ou preservação das características naturais de um ambiente. Isso pode ser explicado pela localização da maioria das nascentes em Unidades de Conservação que, mesmo apresentando algum tipo de alteração na paisagem (trilhas, incêndios) mantiveram suas características naturais no entorno das nascentes, principalmente com relação à vegetação ciliar, cujas zonas de amortecimento se encontram dentro dos limites estabelecidos por Lei.

As Unidades de Conservação são importantes áreas de pesquisa e importantes instrumentos de proteção da biota, corpos d'água, solo, clima, paisagens e todos os processos ecológicos pertinentes aos ecossistemas naturais (MMA 2008). Para Donadio *et al.* (2005), os recursos hídricos estão mais protegidos quando inseridos em florestas não perturbadas, como ocorrem em muitas UCs, de forma que o monitoramento hidrológico dessas regiões serve como referência na comparação com áreas impactadas.

Por outro lado, muitas UCs estão inseridas em grandes centros urbanos e, apesar da sua importância para proteção e manutenção

ecológica, não se pode ignorar os efeitos da urbanização do entorno (Felippe & Júnior 2012). Neste estudo o Parque da Lajinha foi a única UC onde as nascentes tiveram classificação “razoável”. A localização das nascentes é próxima à avenida de tráfego intenso e, apesar da cerca que delimita o Parque, o acesso a elas é relativamente fácil. Apesar de estarem localizadas em áreas protegidas essas nascentes são vulneráveis às transformações que o ambiente urbano lhes impõe.

Com o crescimento e a urbanização das cidades, as APPs estão sujeitas a diferentes pressões antrópicas, podendo apresentar elevado grau de degradação de seus habitats e comunidades biológicas (Lozinski *et al.* 2010). A proximidade com edificações, o livre acesso e falta de proteção de algumas nascentes estudadas foram parâmetros observados principalmente em nascentes consideradas urbanas, como as da UFJF.

Mesmo que o Código Florestal Brasileiro institua um raio de 50 metros em torno das nascentes onde a vegetação deva ser mantida em condições naturais, em algumas áreas estudadas foi constatada a construção de edificações a menos de 50 metros das nascentes e total ou parcial retirada de sua vegetação. Mesmo em centros urbanos as APPs

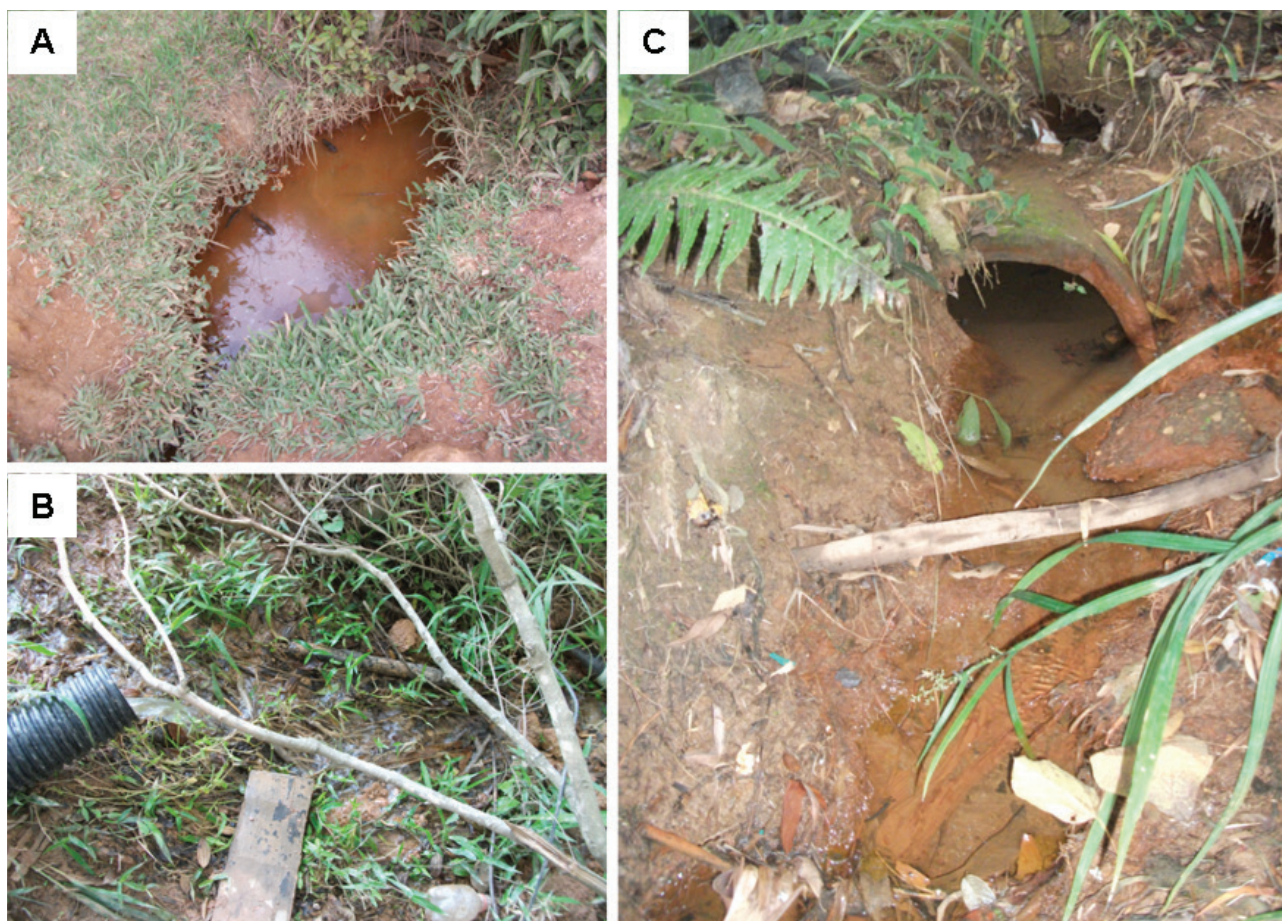


Figura 4: Nascentes 1 (A) e 2 (B) na Praça Cívica da UFJF e 8 (C) no estacionamento da Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF. Todas estão localizadas em local de intensa movimentação de pessoas, animais e veículos, com fácil acesso e sem nenhuma proteção ou sinalização indicando a presença de uma nascente naquele local.

Figure 4: Springs 1 (A) and 2 (B) in Civic Square of UFJF and 8 (C) in the parking lot of the Faculty of Physical Education and Sports of UFJF. All are located in a place of intense movement of people, animals and vehicles, with easy access and without any protection or signal indicating the presence of a spring there.

devem ser respeitadas para garantir a proteção das áreas de recarga subterrânea e integridade das nascentes (Araújo 2002).

O Jardim Botânico da UFJF, apesar de não ser uma área inserida em UC, apresentou ótima classificação de suas nascentes. Vale ressaltar que na época do estudo o local não era aberto à visitação, sendo inaugurado com essa finalidade apenas no ano de 2019. O acompanhamento e monitoramento de suas nascentes poderão evidenciar, ao longo dos anos, potenciais impactos resultantes da exploração turística dessa área.

A utilização de protocolos de avaliação rápida para a avaliação ecológica de nascentes tem sido feita por diversos pesquisadores (Oliveira *et al.* 2013, Pieroni *et al.* 2019) e os protocolos têm se mostrado apropriados para diversos ambientes aquáticos, pois esse método é considerado de

baixo custo, rápido e de fácil interpretação, útil nas tomadas de decisão sobre áreas prioritárias para conservação e no monitoramento de ambientes aquáticos (Rodrigues & Castro 2008).

Na realidade, estratégias e discussões sobre a conservação e preservação de nascentes estão particularmente ligadas à dimensão econômica da água, muitas vezes gerando um conflito entre os interesses do homem e a natureza. Por esta razão, é importante uma abordagem holística (Machado *et al.* 2018) que envolva representantes da sociedade civil, especialistas na área de meio ambiente, representantes nas áreas de políticas públicas e administração pública em discussões e tomadas de decisão que envolvam a proteção de nascentes, buscando soluções para o funcionamento equilibrado dos processos ecológicos, econômicos e sociais.

Sendo assim, este trabalho contribui para evidenciar que o processo de crescimento e urbanização das cidades põe em risco a integridade ambiental das nascentes, alterando suas áreas de recarga através da retirada de vegetação e assoreamento das suas margens. Também aponta para o descumprimento da Legislação e da priorização do desenvolvimento urbano em detrimento da preservação. Logo, a proteção das nascentes, o que inclui a proteção das Áreas de Preservação Permanente, é uma das dimensões a serem contempladas pelos tomadores de decisão nos processos de gestão das águas superficiais. Por outro lado, evidencia também a importância das áreas florestadas e protegidas dentro das Unidades de Conservação para a manutenção e qualidade ambiental das nascentes.

Nossa perspectiva é que haja uma maior conscientização e vontade, tanto do poder público quanto do privado, na preservação das nascentes, ecossistemas vulneráveis e essenciais para a manutenção hídrica e equilíbrio ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), à Universidade Federal de Juiz de Fora e aos proprietários particulares pelas autorizações de acesso às nascentes. A autora LFTR agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de auxílio durante realização desta pesquisa

REFERÊNCIAS

Araújo, S. M. V. G. 2002. As áreas de preservação permanente e a questão urbana. Consultora Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Brasília: p. 12.

Barreto, S. R. 2010. Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em Bacias Hidrográficas. WWF Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo: p.141.

Bascik, M., Chelmicki W., & Urban, J. 2009. Geoconservation of Springs in Poland. Episode 32 (3), 177–185.

Brasil. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de

2012. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Callisto, M., Ferreira, W. R., Moreno, P., Goulart, M., & Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 14(1), 9–98.

Davide, A. C., Pinto, L. V. A., Monnerat, P. F., Botelho, S. A., & Prado, N. J. S. 2004. Nascente: o verdadeiro tesouro da propriedade rural. CEMIG, 2ª ed. Belo Horizonte: p. 62.

Donadio, N. M. M., Galbiatti, J. A., & Paula, R. C. 2005. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, 25 (1), 115–125. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100013>

Felippe, M. F., & Júnior, A. P. M. 2012. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *Revista Geografias*, 8 (2), 8–23.

Glazier, D. S. 2009. Springs. In: G. E. Likens (Ed.), *Encyclopedia of inland waters*. pp. 734–755. Oxford, UK: Academic Press Elsevier.

Gomes, E. R. 2015. Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. p. 137.

Gomes, P. M., Melo, C., & Vale, V. S. 2005. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. *Sociedade & Natureza*, 17 (32), 103–120. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327186009>

Horberry, J. 1984. Status and application of EIA for development. Gland: Conservation for Development Center.

Janusz, S., & Pociask-Karteczka, J. 2017. Springs in South-Central Poland—changes and threats. *Episodes*, 40(1), 38–46. DOI: 10.18814/epiiugs/2017/v40i1/017006

Krupek, R. A. 2010. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Ambiência*, 6(1), 147–158.

LexML, 2019. Rede de Informação Legislativa e

- Jurídica. Disponível em: <http://www.lexml.gov.br> Acesso em 10 de setembro de 2019.
- Lozinski, M. A., Balbinot, R., Venâncio, D., Oliveira Filho, P. C., & Schirmer, W. N. 2010. Diagnóstico das áreas de preservação permanente de nascentes na área urbana do município de Irati-PR. *Floresta*, 40(1), 63–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/RF.V40I1.17099>.
- Machado, L. C., Selva, V. S. F., & Santos, S. M. 2018. Proposta metodológica interdisciplinar como ferramenta para o potencial de conservação de nascentes. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 3(1), 8–23. DOI: 10.24221/jeap.3.1.2018.1660.008-023
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2008. Unidades de Conservação: Conservando a vida, os bens e os serviços ambientais. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/pda/_arquivos/prj_mc_061_pub_car_001_uc.pdf Acesso em 31 de julho de 2017.
- Oliveira, M. C. P., Oliveira, B. T. Á., Dias, J. S., Moura, M. N., Silva, B. M., Barbosa, S. V., & Felipe, M. F. 2013. Avaliação macroscópica da qualidade das nascentes do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora. *Revista de Geografia*, 3(1), 1–7.
- Pieron, J. P., Branco, K. G. R., Valle-Dias, G. R., & Ferreira, G. C. 2019. Avaliação do estado de conservação de nascentes em microbacias hidrográficas. *Revista Geociências*, 38(1), 185–193.
- Rodrigues, A. S. D. L., & Castro, P. D. T. A. 2008. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 13(1), 161–170. DOI: 10.21168/rbrh.v13n1.p161-170.
- Teixeira, S. 2017. Recuperação e conservação de nascentes. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/nascentes-importancia-processo-de-recuperacao-e-conservacao-da-agua>. Acesso em: 29 de maio de 2017.

Submitted: 26 June 2019

Accepted: 29 October 2019

Published online: 07 November 2019

Associate Editor: Renato Martins