

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE DE RISCO À POLUIÇÃO DAS ÁGUAS DE NASCENTES

Bernardo R. Filizzola^{1}; & Antônio P. Magalhães Jr.²; & Miguel F. Felipe³.*

Resumo – O trabalho consiste na elaboração da proposta do Índice de Risco a Poluição das Águas de Nascentes (IRPAN), por meio do cruzamento de dois subíndices: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) e Índice de Vulnerabilidade Intrínseca dos Aquíferos à Poluição (IVIAP). O IIAN constitui uma análise em escala local de parâmetros macroscópicos, propiciando classes de pressão e impacto para nascentes. O IVIAP, sob um enfoque regional, representa a vulnerabilidade natural de um sistema aquífero à poluição, por meio de parâmetros geológicos e geomorfológicos mapeáveis em SIG. O presente trabalho possui um cerne exclusivamente metodológico para o desenvolvimento do IRPAN e, por conseguinte, dos seus subíndices. Os resultados são promissores para tentar-se, em futuro próximo, aprimorar a metodologia visando refinar a concepção destes índices como instrumentos de gestão de recursos hídricos e de nascentes.

Palavras-chave – impacto ambiental em nascentes, vulnerabilidade intrínseca, risco à poluição.

METHODOLOGICAL PROPOSE FOR DEVELOPMENT OF THE RISK INDEX TO WATER POLLUTION OF SPRINGS.

Abstract – The article consists in the elaboration of the Risk Index to Water Pollution of Springs (IRPAN), through the crossing of two sub-indexes: Environmental Impact Index on Springs (IIAN) and Intrinsic Vulnerability Index of Aquifers Pollution (IVIAP). The IIAN consists in a local scale analysis of macroscopic parameters, providing classes of pressure and impact to springs. The IVIAP, under a regional scope, represents the natural vulnerability of an aquifer system to pollution, through geological and geomorphological parameters that can be acquired in GIS. The present article has an exclusively methodological core for the development of the IRPAN and, subsequently, its sub-indexes. The results are promising for trying, in a near future, to improve the methodology aiming to refine the concepts of those indexes as management instruments for hydric resources and springs.

Key-Words – environmental impact on springs, intrinsic vulnerability, risk to pollution.

1: Bolsista IC – Laboratório de Geomorfologia e Recursos Hídricos/Instituto de Geociências – UFMG. Email: filizzola.bernardo@gmail.com

2: Professor Associado – Instituto de Geociências – UFMG. Email: magalhaesufmg@yahoo.com.br

3: Professor Assistente – Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Geociências – UFJF. Email: mffelippe@gmail.com

INTRODUÇÃO

As nascentes são, no âmbito das pesquisas relacionadas a recursos hídricos, um tema pouco abordado na literatura nacional e internacional. Tal fato não encontra respaldo na realidade, uma vez que possuem papel preponderante no ciclo hidrológico e, por conseguinte, devem ser abrangidas em ações que visam à gestão sustentável dos recursos hídricos. Muito do desconhecimento acerca das nascentes provém mesmo dessa escassez de material na literatura, além da existência de um senso comum simplista que não abrange a temática com o devido rigor científico e amplitude (Felippe, 2009).

A priori, a conceituação do que é uma nascente se faz necessária para que seja possível trabalhar de forma precisa. Felippe e Magalhães Jr. (2009) definem uma nascente como “um sistema ambiental marcado por uma feição geomorfológica ou estrutura geológica em que ocorre a exfiltração da água de modo temporário ou perene, formando canais de drenagem a jusante”. É através dessa visão sistêmica de nascente que o presente trabalho foi gerado. Para informações mais detalhadas sobre esse conceito de nascente são indicadas as leituras de Felippe (2009) e Felippe e Magalhães Jr. (2009). Ao analisar a nascente como um sistema, fica evidente que para a configuração deste, uma variedade de outros sistemas atuam concomitantemente. Essa transversalidade é característica intrínseca ao tema, que abrange o sistema hidrogeológico, as diferentes dinâmicas e respectivas feições geomorfológicas, o papel da vegetação na infiltração, as condições climáticas que podem propiciar a recarga das águas subsuperficiais e a ação antrópica. Dentre esses fatores, um dos mais preponderantes para a dinâmica de uma nascente é o ambiente hidrogeológico, uma vez que nas nascentes ocorre a exfiltração das águas que estão submetidas a condições litológicas e estruturais específicas. Além desses aspectos naturais, as interações do homem (usos e atividades) com as nascentes geram as pressões e impactos no sistema, representando uma nuance fundamental para a compreensão real da situação das nascentes, principalmente quando se encontram em ambientes com elevada concentração humana ou com usos e atividades de elevado potencial de degradação.

Esse trabalho tem como objetivo principal desenvolver um Índice de Risco à Poluição das Águas de Nascentes (IRPAN), a partir das pressões e impactos antrópicos em escala local, diretamente em nascentes, e das características geomorfológicas e principalmente geológicas (escala regional) em que as nascentes se encontram. Para tanto foram adaptados e cruzados dois subíndices diferentes, que também podem servir como instrumentos individualizados de análise. Um deles é o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), proposto por Gomes *et al.* (2005) e adaptado de Felippe (2009), que oferece uma avaliação prática e relativamente simples das pressões e impactos nos locais das nascentes através de parâmetros macroscópicos. O outro é o Índice de Vulnerabilidade Intrínseca dos Aquíferos à Poluição (IVIAP), adaptado do Índice de Vulnerabilidade Intrínseca (IVI) de Nobre *et al.* (2008). O IVI consiste em uma análise da vulnerabilidade natural de um sistema aquífero em ser poluído, por meio de parâmetros que podem ser obtidos por técnicas de geoprocessamento (SIG) e/ou pesquisas de campo. Este trabalho adota a definição de Wathern (1988) para pressões e impactos. Segundo este autor, um impacto configura-se pela alteração de um parâmetro ambiental, em determinado período e numa determinada área, resultante de uma atividade antrópica, comparada com a situação que ocorreria na ausência da atividade humana. As pressões, por sua vez, representam essas atividades humanas que são realizadas em uma área.

Portanto, a pesquisa apresenta um viés metodológico, o que justifica a estrutura do texto aqui proposta. O fato de cruzar escalas distintas de forma prática reforça a relevância do processo de concepção do IRPAN, já que o índice representa uma ferramenta que pode embasar políticas públicas referentes à gestão de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de possuir a vantagem de poder ter seus componentes (IIAN e IVIAP) utilizados de forma separada de acordo com os objetivos almejados.

ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IIAN)

O IIAN foi primeiramente proposto por Gomes *et al.* (2005), como uma ferramenta de avaliação qualitativa do grau de impacto antrópico sobre nascentes, sendo baseado na Classificação do Grau de Impacto de Nascente do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos de Portugal e no Guia de Avaliação da Qualidade das Águas da Rede das Águas (Gomes *et al.* 2005). Felipe e Magalhães Jr. (2012) propuseram uma releitura crítica do IIAN original, e adaptaram o método de forma que o resultado foi um índice qualitativo do grau de proteção de nascentes, realizado através de análise macroscópica e comparativa de parâmetros elencados como chave para a evidência de pressões e impactos humanos.

A proposta metodológica de Felipe e Magalhães Jr. (2012) para o IIAN consiste na atribuição de qualificações – bom, médio ou ruim – para cada um dos onze parâmetros escolhidos para a avaliação das pressões e impactos em nascentes. Cada uma das qualificações possui uma nota – bom (3), médio (2), ruim (1) – de forma que ao final da avaliação, o aplicador terá o somatório das notas dos parâmetros, variando de 33, quando todos os parâmetros recebem nota máxima, a 11, quando todos recebem nota mínima. Posteriormente a esse processo, Felipe e Magalhães Jr. (2012) enquadraram em classes – A, B, C, D e E – os valores obtidos pelo somatório de pontos, de forma a oferecer uma interpretação referente ao grau de proteção em que a nascente se enquadra.

Neste trabalho, o IIAN proposto por Felipe e Magalhães Jr. (2012) foi alterado visando a melhoria da precisão interpretativa de alguns dos parâmetros macroscópicos e, principalmente, foram feitas mudanças que possibilitassem o cruzamento do IIAN com o IVIAP, resultando no IRPAN. Porém, a essência de atribuir de forma qualitativa o grau de proteção das nascentes continua a mesma. Os onze parâmetros iniciais foram alterados para nove, mas o grande diferencial consiste na atribuição de pesos para cada um dos parâmetros. A Tabela 1 fornece a metodologia do IIAN proposta nesse trabalho.

Tabela 1 - Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN)

Parâmetros Macroscópicos com pesos	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Odor da água (2)	forte	com odor	não há
Lixo ao redor da nascente (3)	muito	pouco	não há
Materiais flutuantes (lixo na água) (5)	muito	pouco	não há
Óleos (5)	muito	pouco	não há
Esgoto na nascente (5)	visível	provável	não há
Vegetação (4)	primária (nativa, não alterada)	secundária (alterada, espécies invasoras)	ausente
Uso da nascente (3)	dessedentação de animais	captação humana	não há
Acesso (1)	fácil	difícil	sem acesso
Equipamentos urbanos (3)	a menos de 50 metros	entre 50 e 100 metros	> 100 metros

Fonte: Adaptado de Felipe (2009).

Os parâmetros “Materiais flutuantes (lixo na água)”, “Óleos” e “Esgoto na nascente” possuem peso máximo (5) porque foram considerados como pressões que causam impactos diretos sobre a qualidade ambiental da nascente, sendo a ocorrência em alto grau de qualquer um desses parâmetros um fator impactante grave. A “Vegetação” possui peso 4 por ser determinante na manutenção da infiltração de água no solo e na estabilização do solo no entorno das nascentes, sendo essa estabilidade fundamental para a perenidade dos fluxos. Aos parâmetros “Lixo ao redor da nascente”, “Uso da nascente” e “Equipamentos Urbanos” foram conferidos peso 3, pois representam pressões consideradas como menos diretas às nascentes mas de forma alguma irrelevantes. A presença de lixo no entorno, dependendo principalmente do tipo de resíduo, constitui um risco significativo de contaminação das águas pluviais que podem fluir para as nascentes e das águas de recarga dos aquíferos que chegam a exfiltrar nas nascentes, uma vez que o lixo é uma fonte potencial de geração de efluentes poluídos passíveis de infiltrar no solo e atingir o nível freático. Os usos aos quais as nascentes estão sujeitas são importantes indicadores de pressões nas mesmas, sendo a dessedentação de animais considerada como o pior cenário, e a ausência de uso o melhor em termos de proteção. Por equipamentos urbanos, entenda-se aqui a presença de construções e/ou atividades humanas frequentes no entorno das nascentes, o que em geral causa pressões e impactos. Os parâmetros “Odor da água” e “Acesso” receberam pesos 2 e 1 respectivamente, uma vez que configuram pressões secundárias e não necessariamente danosas às nascentes. O odor da água, apesar de muitas vezes fornecer indícios concretos de poluição, pode ser proveniente de características químicas naturais da água de determinado local. O acesso representa a medida da facilidade de se chegar a uma nascente, o que por si só não implica em impactos, mas sem dúvida o fácil acesso, por exemplo, pode facilitar futuros impactos.

Dessa forma, com os pesos devidamente atribuídos aos parâmetros, é feita a análise macroscópica e o enquadramento nas respectivas qualificações (Bom, Médio e Ruim). A nota de cada qualificação é multiplicada pelo peso de cada parâmetro, e depois somada ao produto da multiplicação em outro parâmetro, conforme a Equação 1.

$$IIAN = \sum(Q_n \cdot p_n) \quad (1)$$

Onde Q corresponde à qualificação do parâmetro n e p, seu respectivo peso. Com os valores obtidos a partir dessa equação, foram elaboradas classes de pressão e impactos que refletem, indiretamente, o grau de atenção necessário para a proteção de cada nascente. Essa classificação se deu, primeiramente, a partir do cálculo do valor máximo possível (87) da Equação 1 e do valor mínimo (31). Os valores máximo e mínimo possíveis foram divididos em quatro classes pelo método de intervalos iguais – A, B, C e D – sendo a classe E composta pelo valor mínimo, como está exposto na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação das nascentes quanto às variáveis Pressões e Impactos macroscópicos

Classe	Classes de Pressões e Impactos	Pontuação
A	Muito baixos	74 - 87
B	Baixos	60 - 73
C	Medianos	46 - 59
D	Elevados	32 - 45
E	Muito elevados	31

Fonte: adaptado de Felipe (2009).

Apesar da subjetividade inerente à forma de avaliação adotada no IIAN, a técnica possui a vantagem de poder ser aplicada de forma simples e didática em qualquer nascente, além de possibilitar a fácil comparação dos resultados entre diversas nascentes. Essa praticidade é importante para a difusão mais ampla da metodologia, não ficando restrita de forma alguma ao meio acadêmico.

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE INTRÍNSECA DOS AQUÍFEROS À POLUIÇÃO (IVIAP)

O IVI original é parte integrante do Índice de Perigo ao Consumo de Águas Subterrâneas, elaborado por Nobre *et al.* (2008). O IVI, dentro da metodologia do Índice de Perigo, representa a vulnerabilidade natural de um aquífero à poluição, sendo o caráter natural, ou intrínseco, definido como as características físicas e climáticas do meio hidrogeológico (Nobre *et al.* 2008). Para a composição do IVI, os referidos autores adaptaram a metodologia do sistema DRASTIC, de Aller *et al.* (1987). O resultado dessa adaptação foi o Índice de Vulnerabilidade Intrínseca composto por seis parâmetros, sendo eles: profundidade do nível freático, recarga, meio aquífero, mapa de pedocobertura, topografia e condutividade hidráulica, cada um destes com pesos específicos. Todos esses parâmetros da metodologia de Nobre *et al.* (2008) são desenvolvidos como unidades mapeáveis no SIG.

Neste trabalho, foi realizada uma adaptação do IVI de Nobre *et al.* (2008), de forma que os parâmetros foram adequados mais diretamente à dinâmica de nascentes. Os seis parâmetros originais foram reduzidos para três, que englobam de forma geral as principais características naturais dos meios hidrogeológico e geomorfológico que são preponderantes na análise da vulnerabilidade à poluição dos sistemas aquíferos que respondem pelas águas das nascentes. Além disso, de modo semelhante ao que foi feito no IIAN, foram atribuídas qualificações com as respectivas notas – Alta(1), Média(2) e Baixa(3) – em que cada um dos parâmetros devem ser encaixados. A Tabela 3 representa a metodologia utilizada para a construção do IVIAP nesse trabalho.

Tabela 3 - Índice de Vulnerabilidade Intrínseca dos Aquíferos à Poluição (IVIAP)

Parâmetros com pesos	Qualificação da vulnerabilidade		
	Alta (1)	Média (2)	Baixa (3)
Profundidade do Nível Freático (metros) (3)	0 - 10	10 - 30	>30
Infiltração e Recarga (4)	superfícies permeáveis, com topografia plana ou suavizada (0 a 6%) e cobertura vegetal cuja densidade seja favorável à infiltração	superfícies permeáveis em áreas com declividades moderadas a elevadas (6 a 12%) e cobertura vegetal densa ou moderadamente densa	superfícies pouco permeáveis, com declividades elevadas (>12%) e cobertura vegetal ausente ou rarefeita
Aquífero (permeabilidade) (5)	rochas permeáveis: aquíferos com permeabilidade relativamente elevada derivada da associação de variáveis como proporção de vazios primários, estruturas geológicas e/ou cavidades cársticas	rochas com permeabilidade relativamente intermediária derivada da associação entre as variáveis: proporção de vazios primários, estruturas geológicas e/ou cavidades cársticas em situação intermediária entre as categorias alta e baixa	rochas com permeabilidade relativamente baixa derivada da associação entre a proporção de vazios primários, estruturas geológicas e/ou cavidades cársticas.

Fonte: Adaptado de Nobre *et al.* (2008).

Deve-se ressaltar que a vulnerabilidade dos aquíferos à poluição retrata objetivamente, para fins dos objetivos deste trabalho, aos riscos de poluição das águas que exfiltram nas nascentes. Neste sentido, não estão sendo contempladas no índice as possibilidades de autodepuração dos aquíferos ou mesmo as possibilidades de que as águas poluídas não cheguem a exfiltrar em nascentes. A consideração destes cenários no índice seria extremamente difícil e fugiria dos objetivos de praticidade da metodologia proposta. Os pesos dos parâmetros foram definidos a partir de uma comparação entre a relevância de cada um deles em relação à vulnerabilidade dos aquíferos e, conseqüentemente, das águas das nascentes à poluição, de modo a hierarquizá-los. Neste sentido, foram considerados os seguintes pesos e justificativas de escolha dos parâmetros do IVIAP:

- Profundidade do Nível Freático (metros): mensurada a partir da profundidade média do nível da água em poços escavados no aquífero, esse parâmetro recebeu o menor peso (3). Uma vez que esta variável não consta no IVI original de Nobre *et al.* (2008) e que também não foram encontrados exemplos semelhantes na literatura, a divisão deste parâmetro em classes baseou-se no critério lógico de relação direta entre menor profundidade do nível freático e maior vulnerabilidade à poluição. Assim, partiu-se do princípio que quanto mais próximo da superfície o nível freático está, mais facilmente as águas subsuperficiais serão poluídas, ou seja, mais vulnerável é o sistema aquífero.

- Infiltração e Recarga: para esse parâmetro foram analisadas variáveis principalmente geomorfológicas e geológicas, que influenciam na infiltração e recarga de um sistema aquífero. O objetivo de incorporação desta variável é expressar que quanto mais propícias forem as características à maior infiltração e recarga, mais vulnerável será a área a poluição. A título de exemplo, uma área será classificada como de “Alta” infiltração e recarga quando apresentar o predomínio de relevo plano ou suavizado que propicie um escoamento pluvial de menor intensidade. Foram atrelados às características morfológicas do relevo valores de declividade topográfica de referência, mapeáveis no SIG. Além disso, uma área qualificada como de “Alta” infiltração e recarga deve apresentar aquíferos permeáveis que possibilitem infiltração e percolação eficientes. Nessa questão, a cobertura vegetal é determinante, uma vez que a densidade espacial da vegetação está diretamente ligada à dinâmica superficial da água e, conseqüentemente, à quantidade de água disponibilizada para infiltração. Uma área enquadrada em “Baixa” infiltração e recarga teria, por sua vez, características opostas ao que foi exposto. Assim, áreas de relevo mais dissecado e com encostas íngremes, com solos e rochas pouco permeáveis, além de uma vegetação pouco densa, enquadram-se na qualificação “Baixa” na Tabela 3. A classe “Média” incorporaria as situações intermediárias entre estes dois extremos, como está exposto na Tabela 3.

- Aquífero: o parâmetro aquífero, em termos de tipologia, é expresso pela variável permeabilidade, recebendo o maior peso (5) por ser considerado como o mais determinante na questão da vulnerabilidade dos aquíferos à poluição. Para fins de concepção do IVIAP, a permeabilidade é o parâmetro mais determinante na dinâmica das águas subterrâneas quando o foco é o risco de poluição, expressando a facilidade de percolação das águas nos aquíferos. A permeabilidade é função do tipo de material (litologia, grau de intemperismo), da presença de estruturas geológicas (permeabilidade fissural) ou outro tipo de porosidade como os vazios de dissolução. Nesse sentido, a permeabilidade condiciona a dinâmica temporal dos fluxos das nascentes. Um contexto de rochas com uma proporção elevada de vazios primários, presença abundante de estruturas geológicas interconectadas e/ou ocorrência de cavidades de dissolução é um exemplo de aquíferos com elevada permeabilidade. Esse cenário compõe, no âmbito da análise do potencial de poluição do aquífero, uma área de “Alta” vulnerabilidade a poluição, justamente por possibilitar que os efluentes poluidores infiltrem e percolem facilmente. À medida que combinações diferentes das

características acima referidas compõem um contexto geológico de menor permeabilidade, a vulnerabilidade à poluição diminui proporcionalmente.

De forma semelhante ao IIAN, após cada parâmetro ser qualificado, é realizada a multiplicação do peso (p) pela nota da classificação (K), somando-se o produto da multiplicação de cada parâmetro, de acordo com a Equação 2.

$$IVIAP = \sum(K_n \cdot p_n) \quad (2)$$

Os resultados obtidos são então enquadrados em 5 classes – A, B, C, D, E – de modo que a diferença entre o maior valor possível (36) e o menor (12) foi dividida por 4 classes – A, B, C, D – ficando a classe E composta pelo menor valor (12). Essas classes (intervalos iguais) fornecem o grau de vulnerabilidade intrínseca de aquíferos, conforme representado na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação dos aquíferos quanto à vulnerabilidade intrínseca

Classe	Vulnerabilidade	Pontuação
A	Muito baixa	31 - 36
B	Baixa	25 - 30
C	Mediana	19 - 24
D	Elevada	13 - 18
E	Muito elevada	12

ÍNDICE DE RISCO A POLUIÇÃO DAS ÁGUAS DE NASCENTES (IRPAN)

O IRPAN resulta do cruzamento das pontuações do IIAN e do IVIAP, na forma de classes (Tabela 5). Assim, as 25 possibilidades de cruzamentos das classes foram enquadradas em uma matriz 5x5 resultando, por sua vez, em 6 classes que indicam o índice de risco de contaminação das águas, superficiais e subsuperficiais, das nascentes. Essa divisão encontra respaldo na interpretação de cada parâmetro do IIAN e do IVIAP, e na consideração dos cenários possíveis resultantes da interação dos parâmetros dos dois subíndices. Contemplando as justificativas de cada parâmetro dos subíndices e as classes resultantes, é possível obter, por exemplo, uma classe de risco A (Muito Baixo) quando tivermos uma nascente com classe A no IIAN, situada em aquífero de classe B quanto à vulnerabilidade, conforme exposto na Tabela 5.

Tabela 5 - Matriz de classificação do Índice de Risco à Poluição das Águas de Nascentes

IVIAP/IIAN	A	B	C	D	E
A	Muito Baixo	Baixo	Médio-Baixo	Médio-Baixo	Médio
B	Baixo	Baixo	Médio-Baixo	Médio	Médio-Alto
C	Médio-Baixo	Médio-Baixo	Médio	Médio-Alto	Médio-Alto
D	Médio-Baixo	Médio	Médio-Alto	Alto	Alto
E	Médio	Médio-Alto	Médio-Alto	Alto	Muito Alto

A classe “Médio” representa a diagonal da matriz, tendendo a concentrar uma maior número de resultados. À esquerda dessa diagonal encontram-se os melhores resultados do IRPAN e à direita os piores. Por sua vez, as classes extremas dependem do alinhamento dos dois subíndices.

CONCLUSÕES

Apesar da escassez de estudos científicos sobre as variáveis que influenciam a qualidade das nascentes, a sua relevância é inegável para os processos de gestão ambiental, com destaque para os processos de gestão dos recursos hídricos e das nascentes. A proposta metodológica aqui expressa representa uma tentativa inicial de subsidiar futuras pesquisas rumo à concepção de índices mais elaborados que possam contribuir para a gestão de recursos hídricos e das nascentes. De qualquer maneira, a proposta visa não perder de vista a intenção de fornecer ferramentas que resultem de bases científicas, mas que, simultaneamente, também sejam operacionais e facilmente apropriadas pela sociedade civil e pelos gestores não ligados ao meio acadêmico. As qualificações do IIAN, do IVIAP e do IRPAN são, de forma geral, qualitativas, e assim possuem certo teor subjetivo. Tal subjetividade, apesar de impor algumas limitações na precisão dos resultados, é muitas vezes inerente à avaliação prática e rápida no cotidiano dos atores que lidam com os processos de gestão e proteção ambiental. Como foi dito anteriormente, esse trabalho constitui a primeira fase das pesquisas sobre as relações entre as pressões e os impactos resultantes das ações e atividades humanas e a vulnerabilidade natural dos aquíferos no que se refere aos riscos resultantes à poluição dos mesmos e das águas das nascentes nos variados contextos hidrogeológicos. Os próximos passos consistem na aplicação prática do modelo em distintos contextos ambientais no intuito de validar e garantir a confiabilidade da proposta.

REFERÊNCIAS

- ALLER, L.; BENNETT, T.; LEHR, J.H.; PETTY, R.; HACKETT, G. (1987). *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Potential using Hydrogeologic Settings*. EPA/600/287/035. Ada, Oklahoma, 622p.
- FELIPPE, M. F. (2009). *Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais*. Dissertação de Mestrado. IGC/UFGM, Belo Horizonte – MG, pp. 129 – 131.
- FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr. A. P. (2009) Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte-MG) em relação aos seus condicionantes ambientais. In *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Viçosa-MG, 2009.
- FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr. A. P. (2012) Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *Geografias (UFGM)*, v. 8, n. 2. Jul-Dez, 2012, pp. 8 – 22.
- GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. (2005) Avaliação Microbiológica e Físico-química em Nascentes na Cidade de Uberlândia - MG. In: *Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu/MG, 2005.
- NOBRE, R. C. M.; NOBRE, M. M. M.; ROTUNNO, O. C. F.; MANSUR, W. J. (2008) Mapeamento do Índice de Perigo ao Consumo de Águas Subterrâneas Vulneráveis à Contaminação. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 2. Abr-Jun, 2008, pp. 101 – 111.
- WATHERN, P. (1988). An introductory guide to EIA. In *Environmental impact assessment: theory and practice*. Org. por Wathern, P.. London: Unwin Hyman pp. 3 – 30.