



## Abordagens sobre nascentes de cursos de água na literatura: uma revisão bibliográfica sistemática

### *Approaches to water springs in literature: a systematic bibliographic review*

Mauricio José ROSSO-PINTO<sup>1\*</sup>, Frederico Yuri HANAI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba, Colombia.

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil.

\* E-mail de contato: mauriciorossop@correo.unicordoba.edu.co

Artigo recebido em 14 de agosto de 2021, versão final aceita em 24 de fevereiro de 2023, publicado em 6 de outubro de 2023.

**RESUMO:** A proteção, conservação, avaliação e monitoramento das fontes naturais de água constituem a base para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos e o planejamento de bacias hidrográficas, sendo as nascentes fontes de água de especial importância pelos serviços ecossistêmicos prestados. A definição do termo nascentes na literatura científica se caracteriza pelas imprecisões e interpretações subjetivas. O termo nascente, por estar inserido nas legislações ambientais, precisa estruturar envolvendo as diferentes áreas de conhecimento que as estudam, pois do seu correto entendimento depende a aplicabilidade das penalidades legais estabelecidas nas normas ambientais. O objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar a informação disponível na literatura acadêmico-científica, assim como em materiais/documentos não científicos, relacionada à temática de nascentes de cursos d'água, caracterizando as publicações e analisando as abordagens que atualmente direcionam as pesquisas sobre esse assunto. Para isso, foi desenvolvida uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) em três etapas: 1. planejamento da RBS; 2. processamento da pesquisa; e 3. resultados esperados. Essas etapas conformam o sistema Entrada-Processamento-Saída que pretendeu garantir a coerência dos dados coletados com os objetivos da revisão, a fim de identificar, descrever e analisar de forma simplificada e organizada a literatura científica sobre o assunto. Os artigos e documentos consultados foram sendo filtrados e posteriormente classificados de acordo com sua pertinência e relação com a temática, foram formuladas algumas categorias para agrupar as principais abordagens das pesquisas analisadas. No total, foram consultados 1.216 artigos e 960 materiais/documentos, sendo finalmente escolhidas 102 referências. Identificou-se que a categoria de monitoramento e avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água superficial foi a que teve maior número de resultados associados, mostrando que existe uma prioridade acadêmica em buscar formas de garantir o abastecimento humano de água, desconsiderando todas as funções ecológicas e ambientais que as nascentes possuem.

---

*Palavras-chave:* busca sistemática; gestão integrada dos recursos hídricos; *Academic Search Premier*; Google Scholar.

**ABSTRACT:** The protection, conservation, evaluation, and monitoring of natural water sources are the basis for Integrated Water Resources Management and Planning, including *spring water* sources which have special importance for the ecosystem services provided. The definition of spring water in scientific literature is characterized by imprecision and subjective interpretations. The term "spring" is included in the Brazilian environmental legislation. It needs to be structured by involving the different areas of knowledge that study them since the applicability of legal penalties established in environmental laws depends on its correct understanding. This research aimed to identify and analyze the information available in academic-scientific literature, as well as in non-scientific materials or documents related to spring water, for characterizing the main approaches currently applied to this topic. The methodology was based on a Systematic Literature Review (SLR) developed through three stages: 1. SLR planning; 2. research processing; and 3. expected results. These steps frame the Input-Processing-Output system, which is intended to guarantee the consistency of the data collected with the review's objectives to identify, describe, and analyze the scientific literature on the subject in a simplified and organized way. The articles and documents consulted were filtered and classified according to their relevance and relationship with the topic. Also, it formulated some categories to group all the references according to the main approaches. 1.216 articles and 960 materials/documents were checked, and 102 references were finally chosen. It was identified that the physical-chemical and microbiological monitoring and assessment of surface water quality had the highest number of associated results, showing an academic priority in seeking ways to ensure human water supply, disregarding all ecological and environmental functions that spring water has.

*Keywords:* systematic search; integrated water resources management; *Academic Search Premier*; Google Scholar.

## 1. Introdução

As definições imprecisas do termo “nascentes de cursos de água” têm se convertido em uma discussão importante entre o grêmio de pesquisadores, devido às interpretações subjetivas que fazem emergir incoerências e lacunas, prejudicando o avanço das ciências e, inclusive, influenciando os processos de tomada de decisões sobre a gestão de recursos hídricos.

O uso de um mesmo termo associado às percepções e interpretações diferentes em âmbitos múltiplos, que abarcam o coloquialismo, o regionalismo e discussões técnico-científicas, constitui-se como um grande desafio, pois quando todos os envolvidos não consideram a correspondência dos mesmos atributos a um conceito, surgem divergên-

cias no entendimento e interpretação, dificultando a contribuição, aplicação e/ou execução de ações para aquele tema específico (Felippe & Magalhães, 2013; Queiroz, 2015).

Na literatura acadêmica nacional e internacional pouco se discute sobre o conceito de nascente de corpos de água, partindo-se do pressuposto de que se trata de algo simples, quando na realidade apresenta grandes confusões, inclusive entre o grupo de pesquisadores que as estudam. A maioria dos estudos relacionados à temática de nascentes se centram na caracterização físico-química e microbiológica da água que aflora, no monitoramento e no estudo da sua dinâmica, sem mesmo precisar de uma definição concreta (Felippe, 2009; Felippe & Magalhães, 2009).

---

As temáticas ambientais caracterizam-se, em geral, por serem abordadas sob a perspectiva da multidisciplinaridade e os estudos sobre nascentes não são a exceção. Porém, o desenvolvimento deste conceito não acompanha essa abordagem, resultando na criação de uma série de interpretações isoladas que funcionam apenas para o campo do conhecimento em que cada pesquisador se insere. De tal forma, entre as diferentes áreas envolvidas (geologia, geomorfologia, biologia, ecologia, hidrologia e hidrogeologia) existem distintas perspectivas de um mesmo assunto, tornando o que poderia ser uma vantagem de interconexão científica em divergências conceituais que geram imprecisão (Felippe & Magalhães, 2013).

A importância da concretização do conceito de nascentes está relacionada a sua utilização no contexto técnico-científico, principalmente pela existência de legislações ambientais que o abordam e que estabelecem um conjunto de penalidades legais sobre quem as infringe. Neste sentido, a justa fiscalização sobre o alcance dessas normas estipuladas dependerá diretamente da clareza com a qual o conceito seja tratado, sendo que a aplicação de termos mesclados no âmbito legal, resulta num problema que transcende do conceitual para o prático (Rodrigues *et al.*, 2020). Contudo, a comunidade científica, como promotora do conhecimento na sociedade, carrega a responsabilidade de auxiliar na construção, comunicação e divulgação deste conceito, a partir das diferentes áreas envolvidas.

Um fator que dificulta a uniformização conceitual e o levantamento de referências bibliográficas internacionais sobre a temática de nascentes é a não correspondência do termo em outros idiomas. Na literatura de língua inglesa, o termo equivalente para nascente é *spring* ou *springfed*, que possui dois

significados diferentes na tradução para o português: o primeiro e mais comum é primavera (estação do ano) e o segundo *nascente* ou *fonte*. Em espanhol, utiliza-se *manantial*, *nacederalos* ou *nacimientos*, que são termos igualmente ambíguos. Em francês, *source d'eau* significa fonte de água e no alemão e italiano os termos utilizados – respectivamente *quelle e fonte* – correspondem à fonte em português. Portanto, somente na língua portuguesa é possível diferenciar conceitualmente o termo *nascente* que descreve o nascimento, origem, surgimento ou aparecimento da água na superfície terrestre. Este fato faz com que sejam fragmentadas e isoladas as pesquisas e estudos desenvolvidos por pesquisadores em diferentes regiões do mundo, dificultando o compartilhamento de experiências científicas (Felippe & Magalhães, 2013).

Um conceito mais apropriado do termo nascentes no âmbito científico foi apresentado por Fitts (2002), que as define como o local onde a água subterrânea aflora sobre a superfície do solo, trazendo dois aspectos relevantes:

1. a palavra *local* sinônimo de *lugar* ou *sítio*, que mesmo de forma abstrata, implica a existência de uma área ou espaço (Felippe & Magalhães, 2013); e

2. a palavra *afloorar* que indica a interceptação do aquífero pela superfície do terreno, acontecendo a migração da água subterrânea para água superficial, por meio da nascente.

Em hidrologia e hidrogeologia, um dos conceitos clássicos mais comuns é de Davis & De Wiest (1966, p. 63), que considera que “toda descarga superficial natural da água grande o suficiente para formar um pequeno arroio pode ser chamado de

---

nascente”. Essa definição continua sendo utilizada atualmente com algumas adaptações. Por exemplo, Bonacci & Andrić (2015, p. 2) conceituam como “a descarga natural e concentrada de água subterrânea com velocidade suficientemente alta para manter o fluxo na superfície”. Ambos os conceitos coincidem na necessidade de se manter o fluxo, formando um canal a jusante da nascente, sendo essa característica um atributo do conceito que permaneceu constante ao longo dos anos. Porém, Bonacci & Andrić (2015) reconhecem a existência de diferentes tipos de fluxo, citando que as nascentes podem ser perenes ou intermitentes. Os autores ainda relacionam este último tipo à dependência do fluxo com a estação do ano.

No âmbito legal brasileiro, a Lei Federal 12.651/2012 define a nascente como o “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso de água” (BRASIL, 2012; Art. 3º, XVII). A lei ainda diferencia o conceito de olho d’água, definindo-o como “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente” (BRASIL, 2012; Art. 3º, XVIII). Por estarem na legislação, esses conceitos consideram-se oficiais e serão aplicados na práxis ambiental brasileira, como em projetos de licenciamento, em atividades de fiscalização e em estudos de impacto ambiental. No entanto, essa segregação de termos discorda da literatura científica e torna mais complexa a proteção e conservação das nascentes, principalmente em ambientes semiáridos, onde os fluxos (subterrâneos e superficiais) são comumente temporários. Nesta pesquisa, as nascentes são consideradas elementos do ambiente natural configuradas a partir de um conjunto de processos que envolvem desde a dinâmica hidro geológica até aspectos geomorfológicos, climatológicos, ecológicos e antropogênicos da paisagem, funcionando como um sistema ambiental

em que o afloramento da água subterrânea acontece espontaneamente de modo temporário ou perene, formando um pequeno córrego à jusante que irá contribuir para o volume de água de outro curso hídrico.

Na literatura científica nacional e internacional, o conceito de nascente se compõe a partir de diferentes atributos ou características que dependem da formação acadêmica de cada pesquisador. Por isso, resulta necessário estabelecer os direcionamentos e enfoques existentes por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que permita encontrar, analisar e avaliar a maior quantidade possível de referenciais bibliográficos de qualidade, para construir o embasamento teórico em uma perspectiva científica e estruturada (Kitchenham & Charters, 2007). É fundamental gerar uma reflexão na comunidade científica sobre a necessidade de promover a interdisciplinaridade nas pesquisas associadas às nascentes, evitando que o direcionamento de recursos, materiais e esforços técnicos seja encaminhando aos diagnósticos de qualidade da água, pois isso desqualifica o real estado de conservação e desconsidera as funções ecológicas, ambientais e sociais das nascentes como sistema ambiental.

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar a informação disponível na literatura acadêmico-científica, assim como em materiais/documentos não científicos, relacionada à temática de nascentes de cursos de água, caracterizando as publicações e analisando os principais conceitos e abordagens que atualmente direcionam as pesquisas sobre esse assunto, a fim de identificar as necessidades de aprimoramento científico.

---

## 2. Material e métodos

A metodologia utilizada para o conhecimento e seleção dos estudos relacionados à temática de nascentes de cursos de água foi a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), por meio da qual se identificaram, descreveram e analisaram, de forma simplificada e organizada, os referenciais bibliográficos encontrados. Segundo Conforto *et al.* (2011), essa metodologia possui caráter exploratório, pois permite a descoberta de intuições e pensamentos que enriquecem e sustentam as novas teorias. No entanto, para que os resultados sejam satisfatórios e representem um avanço no conhecimento científico, deve-se conduzir de forma estruturada e rigorosa.

Sampaio & Mancini (2007) afirmam que a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é uma metodologia que disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação, sendo de grande importância para sua eficiência definir corretamente as palavras-chave, campos, modos de busca, limites dos resultados, periódicos, entre outros dados preliminares. Assim, a partir da realização da RBS é possível analisar a informação existente sobre a temática de nascentes, permitindo identificar e categorizar artigos e documentos.

A Revisão Bibliográfica Sistemática foi desenvolvida considerando as três etapas propostas por Biolchini *et al.* (2005), Conforto *et al.* (2011), Kitchenham *et al.* (2009) e Levy & Ellis (2006), que correspondem a:

i) entradas ou planejamento da RBS;

ii) processamento ou execução da pesquisa (conhecer a literatura, compreender a literatura, aplicar, analisar, sintetizar, avaliar); e

iii) saídas ou resultados esperados. Essas etapas conformam o sistema Entrada-Processamento-Saída em que se baseia a RBS, cuja função é garantir que os dados coletados sejam coerentes com os objetivos iniciais da revisão.

A Revisão Bibliográfica Sistemática foi desenvolvida com os seguintes objetivos específicos:

A. Realizar um levantamento de trabalhos científicos e informações de diferentes tipologias sobre a temática de nascentes, por meio dos quais sejam propostos, aplicados ou modificados indicadores, ferramentas ou instrumentos para sua avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso;

B. Identificar as principais abordagens das produções científicas nos últimos 10 anos sobre a temática de nascentes, realizando uma classificação das informações levantadas por categorias.

### 2.1. Estratégias de busca

A RBS foi realizada por meio da ferramenta de busca avançada disponível na plataforma da base de dados *Academic Search Premier* da EBSCO *Information Services*, escolhida a partir de uma revisão exploratória preliminar, onde foram identificados artigos relacionados à temática. As estratégias de busca definidas para execução da RBS foram:

- Idioma - inglês.
- Período - a busca foi desenvolvida para um período de nove anos (2008 – 2017);
- Número de campos - a RBS foi desenvolvida utilizando no máximo três campos unidos pelo

operador lógico “AND” e até nove campos unidos pelo operador lógico “NOT”;

- Tipo de busca - o tipo de busca selecionado foi o *abstract*;

- Tipo de documento ou de publicação - foram considerados todos os tipos (revistas, jornais, livros, documentos de fontes primárias e relatórios educacionais);

- Definição das palavras-chave para a RBS - as palavras-chave foram classificadas em dois grupos:

1. o grupo A (objetivo a) relacionado à busca de indicadores, ferramentas e/ou instrumentos para avaliação, conservação, monitoramento, gestão e uso de nascentes de cursos de água; e

2. o grupo B (objetivo b) direcionado à pesquisa de critérios e aspectos relevantes para determinar as condições ambientais de nascentes de cursos de água.

A Tabela 1 apresenta as palavras-chave adotadas e utilizadas para o desenvolvimento da RBS.

TABELA 1 – Palavras-chave para a Revisão Bibliográfica Sistemática sobre a temática de nascentes de cursos de água.

Campo 1 da base de dados		Campo 2 da base de dados	Campo 3 da base de dados
Grupo A	Grupo B		
Indicators	Aspects	Assessment	Springs
Tools	Criterion	Evaluation	Water Springs
Instruments		Conservation	Spring-fed
Protocol		Management	
		Monitoring	
		Use	

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

Contudo, a busca foi desenvolvida conformando todas as associações possíveis entre as palavras-chave (*Strings*<sup>1</sup> de busca estabelecidas para cada um dos campos na Tabela 1, tanto para o objetivo A, quanto para o objetivo B). No total foram conformadas 72 e 38 strings respectivamente para cada um dos objetivos da RBS.

## 2.2. Busca complementar de referências no Google e Google Scholar

Com a finalidade de pesquisar referências em fontes de informações não científicas em escala nacional, foram utilizados os buscadores Google e Google *Scholar*. As palavras-chaves foram escritas em português e a análise foi delimitada para as primeiras 30 ocorrências dos últimos 10 anos. O uso do Google foi necessário devido à importância de incorporar na pesquisa documentos não científicos, como notícias, páginas web, relatórios, apostilas, entre outros, que tratam assuntos relacionados à temática, inclusive apresentando ferramentas ou instrumentos para avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso de nascentes de cursos de água. Já o Google *Scholar* permitiu a busca de trabalhos científicos (completos ou resumos) desenvolvidos principalmente no Brasil, que foram publicados em plataformas de universidades, revistas científicas ou anais de eventos científicos nacionais. As palavras-chave adotadas e utilizadas estão apresentadas na Tabela 2.

<sup>1</sup> As *strings* ou expressões de busca são definidas a partir da identificação das palavras-chave e termos referentes ao tema da pesquisa, utilizando operadores lógicos comumente implementados em buscas avançadas (Conforto *et al.*, 2011).

TABELA 2 – Palavras-chave para a busca no Google e Google Scholar sobre a temática de nascentes de cursos de água.

<b>Grupo A</b>	<b>Grupo B</b>
Indicadores nascentes	Aspectos nascentes
Indicadores nascentes de água	Aspectos nascentes de água
Ferramentas nascentes	Critérios nascentes
Ferramentas nascentes de água	Critérios nascentes de água
Instrumentos nascentes	
Instrumentos nascentes de água	
Índices nascentes	
Índices nascentes de água	
Protocolo nascentes	
Protocolo nascentes de água	
Uso nascentes	
Uso nascentes de água	

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

### 2.3. *Análise preliminar do título, palavras-chave e resumo dos trabalhos encontrados*

A primeira condição para a identificação e seleção inicial dos artigos foi a verificação do acesso ao arquivo completo em formato PDF, sendo este um critério eliminatório. Após isso, foram avaliados os requisitos apresentados na Tabela 3 que funcionaram como critérios do Filtro 1 para a seleção das referências, obtendo-se uma lista de

trabalhos pré-aprovados. Por ser o primeiro Filtro, estes requisitos não incluíram a visão de avaliação integrada da nascente como sistema ambiental, sendo aceitos artigos com enfoques mais simplistas ou específicos para avaliação de somente uma condição ambiental.

### 2.4. *Análise da introdução e conclusão dos trabalhos pré-aprovados*

A introdução e conclusão dos trabalhos pré-aprovados foram estudadas considerando os requisitos apresentados na Tabela 4. Essa segunda análise (Filtro 2) permitiu obter uma lista de artigos e documentos em que foram estudados e discutidos os principais aspectos e critérios para determinar as condições ambientais de nascentes, e textos em que são propostos ou aplicados vários indicadores, ferramentas e/ou instrumentos para este mesmo fim. Neste caso, os requisitos para o Filtro 2 foram elaborados considerando a visão da nascente como sistema ambiental, sendo necessária para a aprovação dos artigos a identificação de abordagens ou enfoques relacionados à avaliação integrada.

O processamento da RBS descrito anteriormente se sintetiza e é ilustrado por meio da Figura 1:

TABELA 3 – Requisitos para a identificação preliminar dos trabalhos pesquisados sobre a temática de nascentes de cursos de água.

<b>Requisito 1</b>	<b>Requisito 2</b>	<b>Requisito 3</b>
O título, resumo ou palavras-chave indicam que o trabalho se refere à avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso de nascentes.	O título, resumo ou palavras-chave indicam a proposição ou aplicação de indicadores, ferramentas e/ou instrumentos para avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso de nascentes.	O objetivo do trabalho, definido no resumo, tem como foco a avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso de nascentes.

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

TABELA 4 – Requisitos para identificação dos trabalhos a serem analisados sobre a temática de nascentes de cursos de água.

Requisito 1	Requisito 2	Requisito 3
O trabalho apresenta uma ferramenta, instrumento ou indicador, para avaliação integrada, conservação, monitoramento, gestão integrada e/ou uso sustentável de nascentes.	Na introdução do estudo apresentam-se informações teóricas e um objetivo relacionado à avaliação integrada, conservação, monitoramento, gestão integrada e/ou uso sustentável de nascentes.	As conclusões mostram processos metodológicos e resultados relevantes para avaliação integrada, conservação, monitoramento, gestão integrada e/ou uso sustentável de nascentes.

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

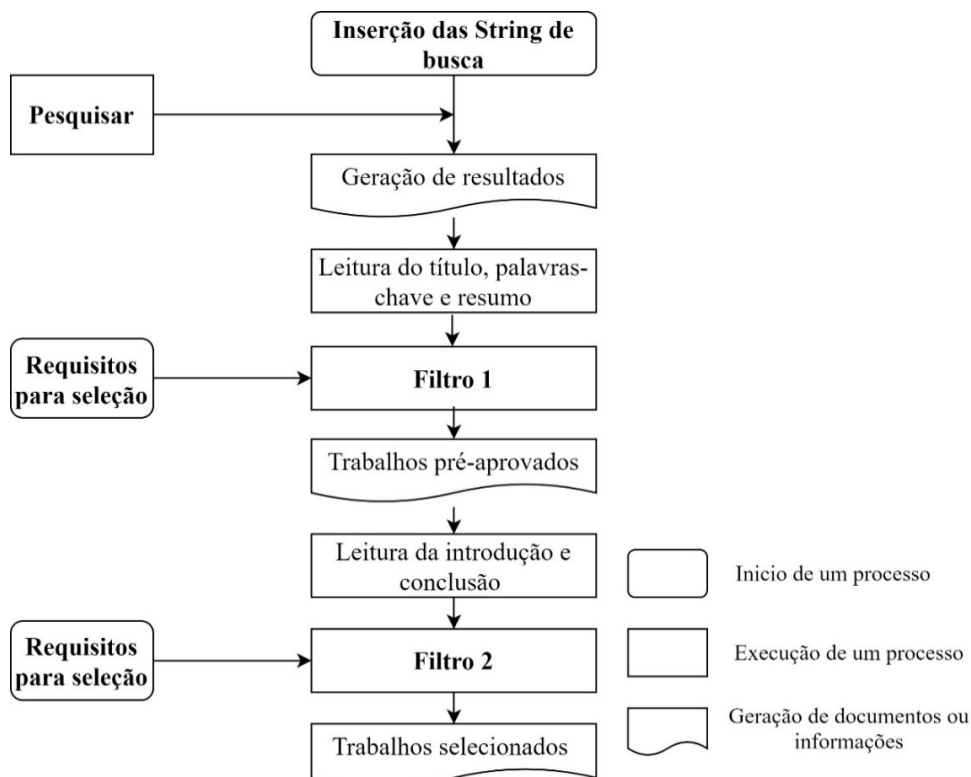


FIGURA 1 – Síntese do processamento da Revisão Bibliográfica Sistemática.

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

## 2.5. Formulação das categorias e classificação dos artigos e documentos

Utilizando como base as análises feitas no processamento da RBS, foram elaboradas categorias para classificação dos trabalhos selecionados. Essas

categorias foram propostas à medida que os artigos foram analisados, permitindo identificar e agrupar as principais abordagens que atualmente direcionam as pesquisas sobre nascentes e determinar as necessidades de produção de conhecimento científico para esta temática. Para a organização dos artigos



---

e documentos, foi utilizado o software de gestão de referências Mendeley Desktop recomendado por Conforto *et al.* (2011) e o Excel® 2016 para elaboração das tabelas compiladoras dos resultados.

### **3. Resultados e discussão**

A análise preliminar do título, palavras-chave e resumo permitiu determinar quais dos trabalhos resultantes da busca realizada para cada palavra-chave estavam realmente relacionados com temáticas como: avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso de nascentes.

O número total de resultados obtidos utilizando o conjunto de palavras-chave previamente estabelecido foi de 1.216 artigos, dos quais 1.097 resultaram das palavras-chave do grupo A (indicadores, ferramentas e instrumentos) e 119 das do grupo B (aspectos e critérios). Os 1.216 artigos foram analisados por meio da leitura do título, palavras-chave e resumo, sendo necessário para sua pré-aprovação o atendimento dos três requisitos estabelecidos no Filtro 1 (Tabela 3), sendo aproximadamente 91% trabalhos não aprovados e 9% trabalhos aprovados.

A quantidade de artigos aprovados parece ser baixa quando comparada com o número de resultados totais. Porém, devido à especificidade da temática estudada e à exigência dos requisitos de seleção estabelecidos para encontrar os artigos pertinentes e coerentes com objetivo da pesquisa, considera-se um número significativo que indica a relevância desta temática para a comunidade científica. É importante esclarecer que a categoria “trabalhos pré-aprovados repetidos” correspondem aos que foram aprovados para dois ou mais strings e que, nesse caso, foram contabilizados como “pré-aprovados selecionados” uma única vez.

Os três requisitos estabelecidos no Filtro 1 (Tabela 3) foram analisados de forma individual, sendo o requisito 1 o mais atingido (51% dos trabalhos) e o requisito 2 o de menor porcentagem. Assim, foi evidenciado que apenas 13% dos artigos estão diretamente relacionados à proposição ou aplicação de indicadores, ferramentas e/ou instrumentos para determinação das condições ambientais de nascentes, sendo necessário promover a inovação em metodologias para o estudo integrado das nascentes como sistemas ambientais.

Adicionalmente, foi analisada a evolução das publicações ao longo do período 2008-2017. A Figura 2 permite observar que, embora não seja possível estabelecer uma tendência nas publicações sobre nascentes de cursos de água, que aconteceram de forma aleatória no período estudado, ao comparar unicamente os anos 2008 – 2017 evidencia-se um aumento superior a 100%, fato que indica um crescente interesse pelo estudo e divulgação de informações sobre essa temática.

De acordo com a nacionalidade em que foram publicados cada um dos 108 artigos pré-aprovados (Filtro 1), encontrou-se que os Estados Unidos se destacaram na lista com 16 trabalhos, seguidos da Itália, que teve oito publicações. Na América do Sul, o Brasil foi o único país com publicações relacionadas a esta temática, apresentando cinco trabalhos publicados.

Após a leitura e análise da introdução e conclusão, os trabalhos pré-aprovados foram classificados por categorias de acordo com o objetivo, o embasamento teórico do trabalho e as considerações finais sobre a metodologia e os resultados. A Tabela 5 apresenta a relação entre as categorias elaboradas e o número de trabalhos pré-aprovados enquadrados dentro de cada uma delas.

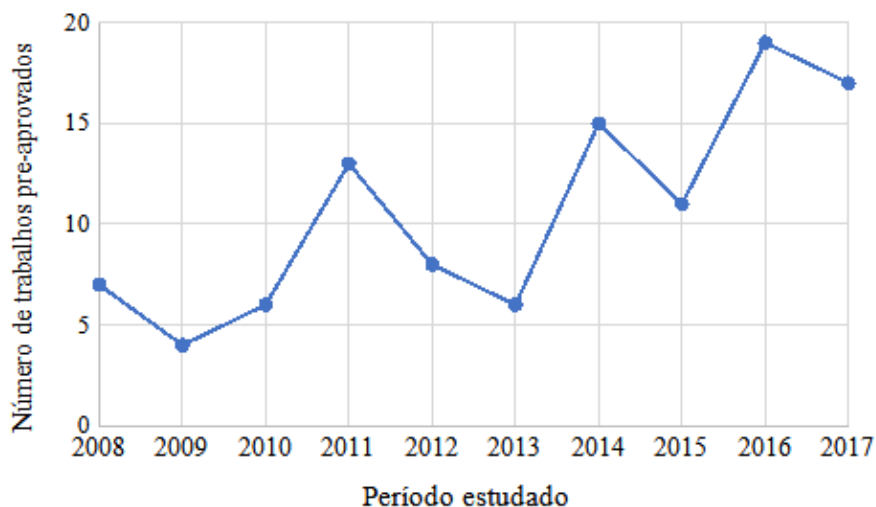


FIGURA 2 – Publicações pré-aprovadas ao longo do período de estudo da Revisão Bibliográfica Sistemática sobre a temática de nascentes de cursos de água.

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

TABELA 5 – Classificação e categorias dos trabalhos pré-aprovados na Revisão Bibliográfica Sistemática sobre a temática de nascentes de cursos de água.

Categorias elaboradas	Nº de trabalhos relacionados
Monitoramento e avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água superficial	54
Sensoriamento remoto e geoprocessamento como técnica de análise ambiental em áreas de nascentes	18
Monitoramento de aquíferos e da qualidade das águas subterrâneas	10
Estudos geoquímicos relacionados a nascentes termais e aquíferos	8
Diagnóstico e caracterização ambiental de condições de nascentes de cursos de água e suas Áreas de Preservação Permanentes (APPs)	4
Estudo das condições geológicas de nascentes e aquíferos	4
Uso de bioindicadores para avaliação ambiental de nascentes e de outros corpos hídricos	4
Condições geológicas e qualidade da água em nascentes de regiões geladas	3
Condições geológicas para a formação de <i>wetlands</i>	2
Aplicação de estratégias para recuperação de nascentes	1

FONTE: Elaborado pelo autor (2021).

A metade dos trabalhos aprovados tiveram como tema principal o monitoramento e a avaliação físico-química e microbiológica da água de nascentes,

o que indica uma forte tendência da produção científica relacionada à determinação das condições de qualidade da água. Isso se justifica pela necessi-

---

dade de informações que subsidiem a solução dos diversos desafios relacionados ao saneamento e aos problemas de saúde pública. Contudo, a repetitividade de pesquisas sobre a mesma área afeta o dinamismo da ciência e diminui o fornecimento de dados para desenvolver estudos integrados, sendo preciso explorar novos conhecimentos, preenchendo as lacunas existentes na produção científica.

Neste sentido, sugere-se que os estudos sobre ciências ambientais utilizem metodologias que transcendam da caracterização e descrição dos diversos problemas, sejam pontuais ou globais, visando analisar os motivos pelos quais esses problemas existem e persistem, para propor formas e mecanismos que levem à solução. A avaliação e monitoramento de nascentes requer um entendimento mais holístico das suas funções ecossistêmicas e ambientais, que não apenas estão ligadas à origem dos cursos de água, mas também à conformação e integração de um sistema ambiental dinâmico nesses locais.

A análise da introdução e conclusão dos trabalhos pré-aprovados permitiu reavaliar e filtrar os artigos, definindo-se aqueles que consideraram a visão sistêmica da Gestão Integrada de Recursos Hídricos. Para isso, foi necessário verificar se os aspectos mais importantes da metodologia e resultados estavam diretamente relacionados aos processos de avaliação integrada, conservação, monitoramento, gestão integrada e/ou uso sustentável de nascentes. Além disso, com um estudo mais detalhado dos trabalhos, foi possível identificar aqueles que propõem ou aplicam indicadores, ferramentas ou instrumentos, se preocupando também pela inovação metodológica e não só pela descrição e caracterização de resultados. Do total de trabalho avaliados (108 artigos), 28% (30 artigos) foram identificados com conteúdo sobre

gestão integrada de nascentes, evidenciando-se que dos 1.216 artigos unicamente 30 incorporam propostas metodológicas e/ou discussões abrangentes que permitem a efetiva interpretação dos problemas ambientais relacionados a essa temática. Nesse sentido, mostrou-se a limitação das pesquisas voltadas à caracterização ou avaliações longas e intensas de parâmetros específicos que não permitem gerar conclusões abrangentes nem propor soluções aos impactos globais. Os autores deste trabalho sugerem que os estudos científicos e técnicos sobre nascentes devem focar outros aspectos e conteúdo que indiscutivelmente influenciam a dinâmica ambiental do sistema, inserindo variáveis geológicas, geomorfológicas, climatológicas, florestais, pedológicas, paisagísticas, bióticas e inclusive sociais e culturais. Esse posicionamento deve ser visto como uma oportunidade para explorar novas possibilidades no desenvolvimento de conhecimentos, consolidando e aprimorando todo o embasamento teórico-prático relacionado às nascentes e suas diversas formas de avaliação, conservação e gestão.

É importante ressaltar que a própria classificação por categorias dos trabalhos pré-aprovados descrita na Tabela 5 já apresentou essa tendência, indicando que a produção científica sobre nascentes está voltada à geração e registro de dados na área de avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água superficial, e que isso erroneamente é apresentado como monitoramento ambiental de nascentes.

Os resultados da busca complementar foram avaliados a partir do título do trabalho para sua pré-aprovação, considerando os mesmos requisitos estabelecidos no Filtros 1 e 2 (Tabelas 3 e 4). A escolha baseada unicamente no título se justifica devido às limitações dessas plataformas (Google

---

*Scholar* e Google), as quais não permitem o acesso ao resumo sem necessidade de fazer o *download* do trabalho completo.

Como resultado, destaca-se uma quantidade de 216 trabalhos pré-aprovados pela análise do título no Google *Scholar*. É preciso ressaltar que a busca complementar foi desenvolvida com a finalidade de estudar a produção científica sobre nascentes no nível nacional, podendo-se inferir que no Brasil existe um grande interesse pelo estudo desta temática, mas ainda é necessário avaliar qual é o enfoque e os resultados principais desses estudos.

Levando em consideração o resultado da fase preliminar de seleção foi possível inferir que os trabalhos identificados, além de estarem relacionados aos processos de avaliação, conservação, monitoramento, gestão e uso de nascentes, também indicaram produção científica relacionada à proposição ou à aplicação de indicadores, ferramentas ou instrumentos.

Por sua vez, os resultados da busca no Google evidenciaram que a maior porcentagem identificada dos trabalhos foi na categoria de trabalhos repetidos e não disponíveis, justificando-se em dois pressupostos: em primeiro lugar, o Google não é uma base de dados científica que possa ser cadastrada em plataformas universitárias e, portanto, não outorga acesso livre para pesquisadores, existindo assim limitações para encontrar os trabalhos completos; em segundo lugar, o Google possui uma ferramenta chamada *Rankbrain* lançada em 2015 que tem a função de propiciar inteligência artificial, capaz de aprender com as buscas feitas pelo usuário e, assim, apresentar melhores resultados de acordo com a recorrência da suas pesquisas, portanto, ao utilizar na busca palavras-chave semelhantes, os resultados repetidos aumentaram (SEARCH LAB, 2017).

A avaliação individual dos requisitos para pré-aprovação mostrou que, dentro dos 84 resultados pré-aprovados, somente 31 estavam relacionados à aplicação ou proposição de indicadores, ferramentas ou instrumentos, inferindo-se que a busca complementar no Google gerou como resultado informações descritivas das problematizações relacionadas à determinação das condições ambientais de nascentes de cursos de água, sendo poucas as propostas metodológicas (de indicadores, ferramentas e/ou instrumentos) identificadas.

Os resultados pré-aprovados foram classificados por tipologias de documentos, mostrando as diferentes fontes de informação (acadêmicas e não acadêmicas). A Figura 3 apresenta essa comparação, em que, embora as fontes científicas (artigos, teses, dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso) ainda prevaleçam, evidencia-se a existência de outras tipologias de referências bibliográficas, como documentos/relatórios e aplicativos/*softwares*.

Os 216 resultados pré-aprovados foram classificados por categorias, como mostra a Tabela 6. Pode-se observar que a categoria predominante continuou sendo o monitoramento e avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água superficial, indicando que o Brasil também segue essa tendência mundial de produções científicas específicas e voltadas para uma abordagem técnica pouco abrangente, insuficiente para a geração de conclusões e para a proposição de soluções efetivas. Sendo o Brasil um país em processo de desenvolvimento, extremamente rico em biodiversidade e recursos naturais, se faz necessário impulsionar pesquisas orientadas a otimizar as estratégias e os processos para a conservação e proteção ambiental que permitam seu destaque mundial nesta área, visando à melhoria da qualidade de vida da população.

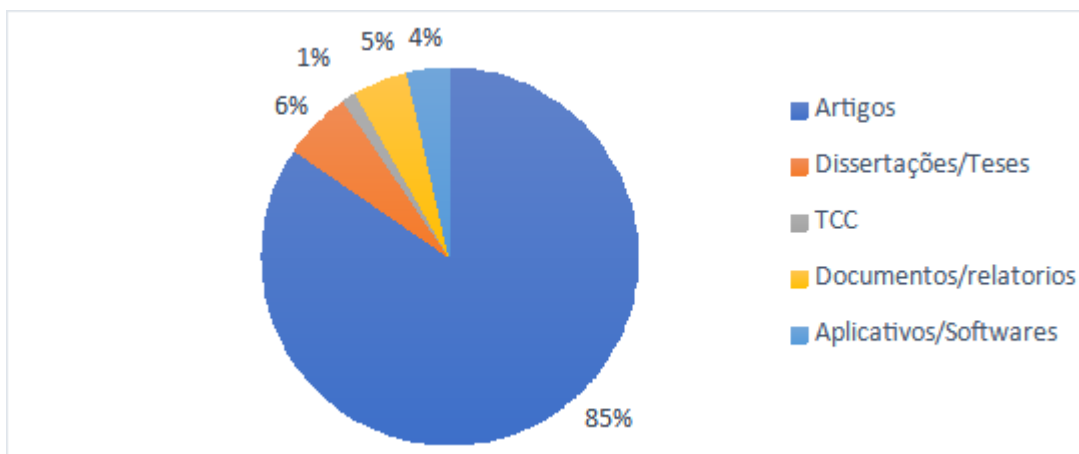


FIGURA 3 – Porcentagem dos tipos de literatura consultada no Google Scholar e Google sobre a temática de nascentes de cursos de água.

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

TABELA 6 – Classificação dos trabalhos pré-aprovados por categorias identificadas no Google Scholar e Google sobre a temática de nascentes de cursos de água.

Categorias definidas	Nº de trabalhos
Monitoramento e avaliação físico-química e microbiológica da qualidade da água superficial	127
Diagnóstico e caracterização ambiental de condições de nascentes de cursos de água e suas Áreas de Preservação Permanente (APPs)	47
Monitoramento de aquíferos e da qualidade das águas subterrâneas	14
Aplicação de estratégias para recuperação de nascentes	8
Sensoriamento remoto e geoprocessamento como técnica de análise ambiental em áreas de nascentes	6
Estudo das condições geológicas de nascentes e aquíferos	5
Uso de bioindicadores para avaliação ambiental de nascentes e de outros corpos hídricos	5

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

A análise da introdução e conclusão dos artigos pré-aprovados, realizada a partir do Filtro 2 (Tabela 4), resultou em 55 trabalhos selecionados, que correspondem a 25%, quantidade significativamente maior que o número final de artigos selecionados mediante a RBS desenvolvida na Academic Search Premier. No Google, nesta segunda fase da RBS, foram identificados 17 artigos (20%), evidenciando-se uma menor quantidade de trabalhos existentes das três fontes utilizadas. Esse fato deve-se tanto à dificuldade de acesso ao trabalho completo, quanto

à repetitividade entre os resultados do Google *Scholar* e Google.

### 3.1. Contabilização dos resultados do processamento

Os artigos identificados em cada etapa da RBS foram contabilizados para a elaboração do fluxograma de informações (Figura 4) proposto por Moher *et al.* (2009), adotado da metodologia

*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - PRISMA.

O fluxograma mostra a efetividade do processamento da RBS, no qual foi possível analisar as referências levantadas de acordo com os critérios estabelecidos em cada Filtro. Conforto *et al.* (2011) comparam, acertadamente, esse sistema com o funcionamento de uma sequência de peneiras, que permitem refinar as buscas para obter, exclusivamente, as que têm capacidade de subsidiar o desenvolvimento da pesquisa, auxiliando também futuros trabalhos nessa área, por meio da proposição de um novo ponto de partida, que reduzirá o tempo da revisão bibliográfica e possibilitará o melhor direcionamento e foco da pesquisa. No final, a lista de artigos e documentos foi conformada por um total de 102 referências bibliográficas, das quais 30 foram

obtidas na base de dados *Academic Search Premier*, 55 do *Google Scholar* e 17 do *Google*.

#### 4. Conclusões

A relevância da temática de nascentes de corpos de água na manutenção de diversos serviços ecossistêmicos se evidencia na significativa quantidade de pesquisas com diferentes enfoques e perspectivas. Esse fato denota o interesse da comunidade científica nacional e internacional em analisar e compreender o funcionamento e a dinâmica desses sistemas ambientais essenciais para a vida. No entanto, constatou-se que a maioria desses estudos se justifica a partir da necessidade de se garantir o abastecimento dos cursos hídricos para o uso humano, sendo desconsideradas outras funções ecológicas e ambientais que as nascentes possuem.

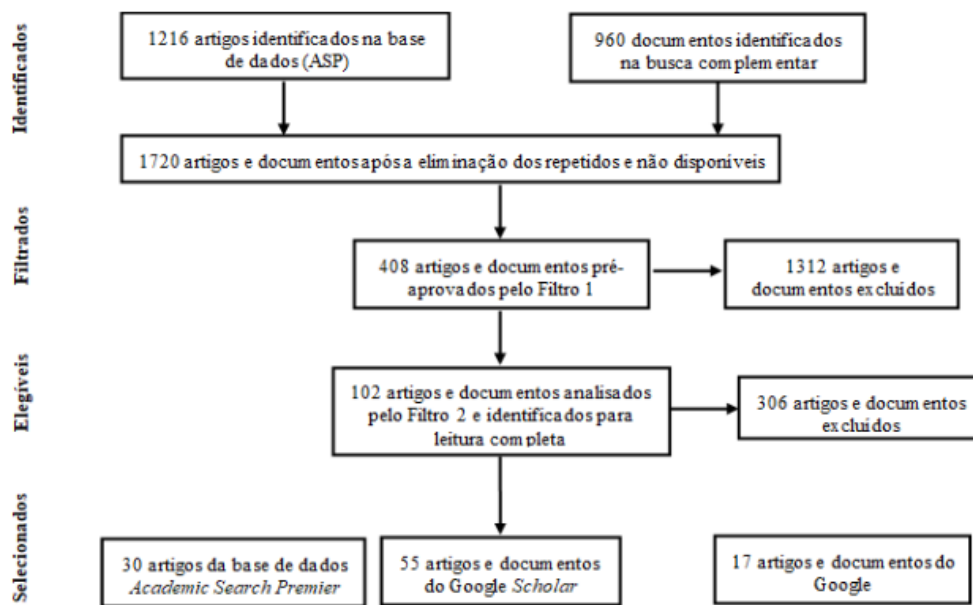


FIGURA 4 – Fluxograma de contabilização dos resultados do processamento na Revisão Bibliográfica Sistemática sobre a temática de nascentes de cursos de água.

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

---

Metodologicamente, a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) constitui uma excelente estratégia para o levantamento, descrição, análise e síntese da informação científica sobre a temática de nascentes de cursos de água, pois permitiu a recopilação, classificação e organização de um grupo de artigos e documentos cujas informações refletem o alcance dos objetivos iniciais da busca. No entanto, ressalta-se a importância de se realizar um adequado planejamento desse processo, definindo com rigor as entradas da busca, para a obtenção de resultados que representem verdadeiramente o panorama científico de interesse.

No caso deste estudo, quando contabilizados os resultados das três fontes de informação utilizadas (*Academic Search Premier, Google, Google Scholar*), obteve-se um total de 408 trabalhos pré-aprovados no Filtro 1. Isso representa o número de pesquisas que abordaram a temática de nascentes, desde a perspectiva de sua avaliação, conservação, monitoramento, gestão e/ou uso e em alguns casos, evidenciaram-se intenções de propor metodologias para o desenvolvimento desses processos de forma eficiente. Porém, foi necessário estudar de forma mais profunda as informações teóricas e metodológicas contempladas nestas pesquisas, assim como os principais resultados de cada uma, para determinar se de fato atingiram os objetivos iniciais da RBS (Filtro 2).

No final, foram identificados e analisados 102 artigos e/ou documentos sobre a temática de nascentes que visam à avaliação integrada e ao monitoramento ambiental. No entanto, a maioria desses trabalhos não seguiram integralmente o conceito adotado nesta pesquisa, que define as nascentes como sistemas ambientais complexos e dinâmicos. Esse conceito se sustenta em uma cor-

rente de pensamento que considera o afloramento da água como um processo que, além de dar origem aos cursos hídricos, necessariamente se envolve com aspectos hidrogeológicos, geomorfológicos, climatológicos, ecológicos, paisagísticos e biológicos, dentre outros, que estão inter-relacionados e controlam o equilíbrio do sistema. Nesse sentido, torna-se importante destacar a relevância de estudos nessa temática, entendendo o fato de que para avaliar, monitorar e, conseqüentemente, conservar, precisa-se primeiro identificar, caracterizar e compreender todas as relações que acontecem de forma dinâmica entre os aspectos do meio biótico, abiótico e social que conformam as nascentes, para assim propor medidas de prevenção, mitigação, controle e/ou recuperação mais eficientes e especificamente associadas ao diagnóstico estabelecido.

A análise da evolução das publicações ao longo dos anos mostrou o crescimento de pesquisas sobre esta temática, a qual aumentou nos últimos dois anos do período avaliado (2008 - 2017). Do mesmo modo, foram analisadas as publicações por países, destacando-se os Estados Unidos com o maior número de publicações no nível mundial, e na América do Sul, o Brasil apareceu como líder em pesquisas publicadas sobre nascentes, inclusive em revistas internacionais, mostrando a grande preocupação da comunidade científica em apoiar os processos de tomada de decisões relacionados à gestão de recursos hídricos, no caso específico de nascentes, e o planejamento de bacias hidrográficas.

A classificação por categorias permitiu identificar que a tendência das pesquisas atuais sobre nascentes está direcionada à determinação da qualidade da água, por meio do monitoramento das propriedades físicas, químicas e microbiológicas. Por isso, deve-se despertar o interesse científico pelo

estudo de outros aspectos além dos hidrogeológicos, os quais também influenciam o estado de conservação das nascentes e dos quais dependem muitas das funções ambientais que a água possui. Para isso, são necessários estudos que objetivem: a avaliação integrada de nascentes e possíveis estratégias para sua conservação; a importância na manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; as técnicas de recuperação e remediação das condições físicas e químicas do ambiente e do reflorestamento de mata ciliar; e inclusive aspectos sociais, culturais e econômicos que podem se interligar à existência de nascentes e estado de conservação em uma determinada região.

Concluiu-se que existe uma significativa quantidade de informações, de tipo científico e não científico, disponíveis na literatura relacionadas às nascentes, porém a maioria se centra na análise de problemas relacionados a uma área específica ática: a avaliação da qualidade da água. Por isso, o presente artigo buscou mostrar essa situação e incentivar o desenvolvimento de pesquisas mais abrangentes, que gerem dinamismo no conhecimento científico atual sobre a temática de nascentes e que proponham ou apliquem metodologias interdisciplinares para integração das problemáticas da gestão da água como um todo.

## Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento parcial desta pesquisa e aos membros do Grupo de Pesquisa SUS-TENTA do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos.

## Referências

- Biolchini, J.; Mian, P. G.; Natali, A. C. C.; Travassos, G. H. Systematic review in software engineering. System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, *Technical Report ES*, 679(05), 31-45, 2005. Disponível em: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/es67905.pdf>
- Bonacci, O.; Andrić, I. Karst spring catchment: an example from Dinaric karst. *Environmental Earth Sciences*, 74(7), 6211-6223, 2015. doi: 10.1007/s12665-015-4644-8
- BRASIL. *Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012*. Estabelece o Código Florestal Brasileiro. Brasília: DOU de 28/5/2012.
- Conforto, E. C.; Amaral, D. C.; Silva, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: *Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto-CBGDP*. Presidente Prudente, 12-14 de set., 2011.
- Davis, S. N.; De Wiest, R. J. M. *Hydrogeology*. New York: Wiley, 1966
- Felippe, M. F. *Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais*. Belo Horizonte, Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – UFMG, 2009.
- Felippe, M. F.; Magalhães Junior, A. P. Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte-MG) em relação aos seus condicionantes ambientais. In: *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. São Paulo, 06 de jul., 2009.
- Felippe, M. F.; Magalhães Junior, A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos de água e propostas de especialistas. *Revista Geografias*, 9(1), 70-81, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13354>
- Fitts, C. R. *Groundwater science*. San Diego, Califórnia: Elsevier, 2002.
- Kitchenham, B; Charters, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical report*. 2007. Disponível em: <https://userpages.uni-koblenz>.



---

de/~laemmel/eseecourse/slides/slr.pdf

Kitchenham, B.; Brereton, O. P.; Budgen, D.; Turner, M.; Bailey, J.; Linkman, S. Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7-15, 2009. doi: 10.1016/j.infsof.2008.09.009

Levy, Y.; Ellis, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science*, 9, 2006. doi: 10.28945/479

Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), 2009. doi: 10.1136/bmj.b2535

Queiroz, M. L. *Nascentes, veredas e áreas úmidas: revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação: estudo de caso na estação ecológica de águas emendadas - Distrito Federal. Brasília, Dissertação (Mestrado em Hidrogeologia e Meio Ambiente) – UNB, 2015.*

Rodrigues, L. F. T.; Rocha, C. H. B.; Alves, R. G. A qualidade ambiental de nascentes dentro e fora de Unidades de Conservação no sudeste do Brasil. *Oecologia Australis*, 24(1), 154-163, 2020. doi: 10.4257/oeco.2020.2401.12

Sampaio, R.; Mancini, M. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia de São Carlos*, 11(19), 2007. doi: 10.1590/S1413-35552007000100013

Search Lab. *Algoritmos do Google*. 2017. Disponível em: <https://searchlab.com.br/algoritmos-do-google/>