



Conhecer para conservar aquíferos: como torná-los visíveis?

KNOWLEDGE TO CONSERVE AQUIFERS: HOW TO MAKE THEM VISIBLE?

ISABELLA NOGUEIRA BITTAR DE CASTILHO-BARBOSA¹, ANA MACIEL DE CARVALHO², GISELE FRANCELINO MIGUEL³, CELSO DAL RÉ CARNEIRO⁴

1 - MESTRANDA NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNICAMP, BOLSISTA DA CAPES.

2 - PROFESSORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI, MG.

3 - DOUTORANDA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIA DA TERRA, BOLSISTA DA CAPES, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNICAMP, SP, BRASIL.

4 - DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNICAMP, SP, BRASIL. PESQUISADOR DO CNPq.

E-MAIL: BELLA.UNICAMP@GMAIL.COM, AMACIELCARVALHO@ICT.UFVJM.EDU.BR, GISELEFMIGUEL@YAHOO.COM.BR, CEDREC@UNICAMP.BR

Abstract: Groundwater seems to be practically “invisible” to people. Much of the Brazilian population is unaware of elementary notions on the subject. Coincidentally, the level of scientific knowledge about Brazilian aquifers is still very limited, requiring investments in research, especially in times of scarcity, when cities, companies and other social agents seek ways to ensure supply. The research that generated this article investigated causes of the remarkable lag in the transfer of scientific knowledge on the subject, to the population. The authors conducted three cycles of interviews to gather answers regarding the perceived importance of groundwater, seeking to provide society more knowledge on the water cycle, its related flow dynamics, and interactions between the Earth’s spheres. Ignorance of natural phenomena and effects of anthropic activities on nature increases social vulnerability to decisions without scientific basis. The results indicate knowledge as a critical factor for conscious and sustainable resource management.

Citation/Citação: Castilho-Barbosa, I. N. B., Carvalho, A. M., Miguel, G. F., & Carneiro, C. D. R. (2020). Conhecer para conservar aquíferos: como torná-los visíveis? *Terraê Didática*, 16, 1-12, e020018. doi:10.20396/td.v16i0.8658299

Keywords: Geoconservation. Groundwater. scientific divulgation.

Resumo: Por serem praticamente invisíveis, grande parte da população brasileira desconhece noções elementares sobre as águas subterrâneas. Coincidentemente, ainda é muito limitado o nível de conhecimento científico dos aquíferos brasileiros pelos governos e agências de concessão de água, requerendo investimentos em pesquisa. O estudo do qual resulta este artigo investigou causas da notável defasagem na transferência de conhecimento científico para a população. Para reunir dados foram realizados três ciclos de entrevistas a respeito da importância das águas subterrâneas para o país e para levantar formas de levar à sociedade conhecimentos sobre águas subterrâneas, as interações no ciclo da água, e a importância do recurso para a segurança hídrica do País. A sociedade fica muito vulnerável a decisões desprovidas de suporte científico, quando desconhece os processos naturais e os efeitos de atividades antrópicas sobre a natureza. Os resultados indicam que a divulgação é fator crítico na gestão consciente e sustentável do recurso.

Palavras-chave: Geoconservação. Águas subterrâneas. Divulgação científica.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 10/02/2020

Revised/Corrigido: 28/02/2020

Accepted/Aceito: 26/04/2020



Introdução

A água doce corresponde a apenas 3% de toda a água do planeta, mas a percentagem da reserva disponível em rios, lagos, atmosfera e águas subterrâneas é de apenas 1%. Os restantes 2% localizam-se em zonas remotas, as geleiras e calotas polares (Rebouças, 2006). Apesar do percentual relativamente baixo (1%) de água doce disponível no planeta, as águas subterrâneas representam 97% do total, “o que torna os aquíferos o maior reservatório de água potável da humanidade” (Hirata et al., 2019, p.17). Essenciais para abastecimento de cidades e consumo humano, as águas subterrâneas são fundamentais para manter a vida no planeta: fazem parte dos ecossistemas e mantêm a descarga de rios, lagos, mangues e pântanos. Contribuem

ainda para a conservação de águas superficiais perenes, quando é interrompido o reabastecimento pela chuva. No Brasil, as águas subterrâneas são importantes dos pontos de vista ambiental, social e econômico.

A motivação deste artigo é explorar razões pelas quais as águas subterrâneas devam ser mais amplamente divulgadas e conhecidas pelos habitantes. A afirmação de que “a água de boa qualidade nunca vai acabar” é polêmica, mesmo se for considerado o grande volume armazenado nos aquíferos (Carneiro et al., 2008). Consolidar a proteção, conservação e o uso sustentável do recurso requer a construção de um sentido de pertencimento pela comunidade e expandir certo senso de responsabilidade quanto à preservação do patrimônio “água subterrânea”.

No Brasil, a captação de água subterrânea para abastecimento remonta à época colonial, como atestam os “cacimbões” em fortes militares, conventos, igrejas e demais construções da época. O clima tropical predominante possibilita abundantes quantidades de chuva e a conseqüente riqueza de águas superficiais, principalmente em regiões economicamente desenvolvidas. Assim, a população brasileira desenvolveu uma cultura de captação em rios (Rebouças, 2006), tendo sido relegado a segundo plano o conhecimento hidrogeológico. A legislação brasileira disciplina “ações em defesa de um bem de interesse difuso, como no caso específico das águas subterrâneas” (Galdiano et al., 2016), mas poucos sabem que a água subterrânea abastece mais de 82 milhões de brasileiros, ou seja, cerca de 51% da população urbana (ANA, 2016, apud Hirata et al., 2016).

Pode-se afirmar que o nível de conhecimento das comunidades a respeito de água subterrânea esteja relacionado a padrões sócio-econômicos, densidade demográfica, escassez de águas superficiais em relação à demanda e/ou atividades específicas como, por exemplo, agricultura de pequenos produtores (Rebouças, 2006). Tais fatores interferem diretamente na demanda de conhecimento técnico sobre águas subterrâneas. Em grandes cidades as fontes naturais de águas subterrâneas, a partir de cisternas e poços tubulares, são utilizadas pela população de baixa renda, por questões econômicas ou por insuficiente fornecimento público regular. Classes abastadas também usam o recurso subterrâneo, que é uma alternativa econômica para condomínios residenciais e clubes recreativos ou estabelecimentos comerciais, como postos de combustíveis e garagens (Nascimento & Barbosa, 2005).

Assim, “furar um poço” parece ser a solução mais simples e imediata para assegurar abastecimento em épocas de escassez hídrica. Existe a mesma tendência em regiões onde a água é insuficiente para abastecer a população, a indústria ou a agropecuária (Hirata et al., 2019). Ao se gerar economia, por eximir o usuário da conta de água mensal, resolve-se um grave problema introduzindo outros, sendo impossível mensurar quais são os mais críticos e prejudiciais ao meio ambiente e ao próprio ser humano. A solução é adotada de modo indiscriminado: são os poços não-outorgados – classificados como **irregulares** – desconhecidos pelo governo e, assim, praticamente inatingíveis pelo gestor público. A prática, ilegal, é absolutamente insustentável a longo prazo, além de pre-

ocupante, pois a ausência do processo de outorga prejudica estimativas de reservas e cálculos de balanço hídrico, podendo gerar “um quadro de superexploração e interferências nos volumes de água extraídos pelos usuários de águas superficiais e subterrâneas legalizados” (Hirata et al., 2019, p11).

O Ministério do Meio Ambiente, embora assinala que a responsabilidade pelas águas subterrâneas seja dos estados e municípios, prevê ações emergenciais de curto, médio e longo prazo, para os horizontes temporais de 2007, 2011, 2015 e 2020, por meio do Programa VIII do Plano Nacional de Recursos Hídricos / Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNRH) (Ministério do Meio Ambiente, 2020). O desconhecimento da importância das águas subterrâneas por órgãos do governo estaduais ou municipais, responsáveis pela questão hídrica, repete-se em departamentos ou concessionárias de água e esgoto (Foster et al., 2011), revelando a necessidade de políticas públicas efetivas, fundamentadas no conhecimento científico.

Este trabalho objetivou caracterizar o conhecimento sobre aquíferos em alguns segmentos da população, para orientar esforços de divulgação geocientífica. A abordagem buscou levantar a opinião de pesquisadores para entender quais tópicos mais importantes deveriam ser difundidos para a população leiga. O uso de questionários e entrevistas permitiu conhecer o nível de conhecimento de vários segmentos da população.

Metodologia

A técnica de coleta de dados do estudo é a entrevista estruturada, ou questionário, que é bastante adequada para obtenção de informações acerca do que as pessoas sabem, crêem, esperam ou fazem a respeito de determinado assunto. A pesquisa estruturada envolve perguntas fixas, cuja ordem e redação permanece invariável para todos os entrevistados, para possibilitar tratamento quantitativo dos dados (Gil, 2008). Apenas no caso dos profissionais da área de hidrogeologia foi realizada entrevista com perguntas abertas.

O estudo envolveu três ciclos de entrevistas, com perguntas diferentes em cada um deles, a fim de obter informações e opiniões sobre diferentes situações, vivências e circunstâncias. Os questionários reuniram três questões principais: (1) O que é um aquífero? (2) O que as águas subterrâneas representam para o Brasil? (3) Por que a sociedade deveria conhecer melhor esse assunto?

O primeiro ciclo foi realizado durante o 46º IAH Congress, o Congresso Internacional da área de Hidrogeologia, ocorrido em 2019 na cidade de Málaga, na Espanha, e envolveu profissionais conceituados do ramo da Hidrogeologia. Foram entrevistados especialistas de diversas regiões do mundo, como: Canadá, Brasil, Portugal, Itália, Alemanha, e Espanha. Esse ciclo de entrevistas envolveu perguntas discursivas, dando abertura para reflexões.

O segundo ciclo, também aplicado em 2019, foi endereçado a parcela bastante heterogênea da sociedade civil brasileira, mediante envio de questionário *online*, com perguntas de múltipla escolha (questionário com perguntas fechadas). As questões buscaram obter dados sobre gênero, faixa etária, condição socioeconômica e geográfica, para conhecer melhor o público interessado em participar da pesquisa. Este ciclo contou com a colaboração de 217 pessoas.

O terceiro ciclo contou com questionário com perguntas fechadas e resposta única. O resultado corresponde à participação de 50 pessoas, na cidade de Ribeirão Preto/SP, Brasil, moradoras da comunidade “Cidade Locomotiva”, uma ocupação urbana recente situada na zona norte de Ribeirão Preto. Ali vivem cerca de 360 famílias, algo em torno de 1,5 mil pessoas, que clamam, frequentemente, pela regularização junto à Prefeitura. A escolha da comunidade para aplicação do terceiro questionário decorreu da alta vulnerabilidade do subsolo local à contaminação, além de atividades potencialmente poluentes, conforme estudos de Albuquerque F^o. (2011).

A comunidade denominada “Cidade Locomotiva” ainda não possui saneamento básico ou abastecimento regular de água, como tantas outras em Ribeirão Preto. Ribeirão Preto possuía 42 assentamentos precários, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2011). A atualização do Plano Local de Habitação de Interesse Social Ribeirão Preto (PHILS-RP, 2019) mostra que o número cresceu para 87, com cerca de 9.700 famílias morando em locais considerados como “Aglomerados Subnormais”¹ (Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 2019).

As questões dos três ciclos de entrevistas encontram-se na Tabela 1.

1 Aglomerado Subnormal: trata-se do conjunto de, no mínimo, 51 unidades habitacionais como casas ou barracos, carentes de serviços públicos e que ocupam terrenos de propriedades alheias (pública ou particular) e que estão dispostas de forma desordenada e densa (IBGE, 2011)

Bases Conceituais

Sabendo-se ser muito limitado o nível de conhecimento sobre os aquíferos brasileiros, tanto por parte da população como, também, por agentes de órgãos do governo responsáveis pela questão hídrica dos estados ou dos municípios, parece necessário buscar referências acadêmicas e apresentar brevemente alguns conceitos: “aquífero”, “Sistema Aquífero Guarani” e “relevância das águas subterrâneas para o Brasil”.

O que é um aquífero?

Um aquífero é uma formação rochosa com suficiente permeabilidade e porosidade interconectada, capaz de armazenar e transmitir quantidades significativas de água, sob gradientes hidráulicos naturais (Cleary, 2007). Pode ser entendido como um horizonte de rochas portadoras de água economicamente aproveitável pelo ser humano (Knapp et al. 1991). Os aquíferos são classificados quanto às características hidráulicas, em função da pressão a que estão submetidos (Iritani & Ezaki, 2008). Nos aquíferos livres, a água está sob pressão atmosférica, permitindo que a água infiltre no solo, percorrendo a zona não-saturada (zona na qual os vazios são preenchidos por água e ar) e recarregando diretamente a zona saturada (ou aquífero, ou seja, a zona onde todos os vazios estão ocupados por água). Já os aquíferos confinados estão submetidos a pressão maior que a atmosférica, porque o topo e a base estão limitados por camadas menos permeáveis (Freeze & Cherry, 1979).

Os aquíferos podem ser classificados, também, quanto ao tipo de porosidade existente na rocha armazenadora e podem ser de três tipos: granular, fissural e cárstico. Rochas sedimentares (como arenitos) e sedimentos não consolidados (areia e cascalho, por exemplo) propiciam a formação de aquíferos do tipo granular; nesse ambiente, a água percola e posteriormente fica armazenada nos vazios entre grãos (poros). Rochas maciças e compactas (como granitos e gnaisses) podem desenvolver ao longo da história geológica planos de ruptura (fraturas) em sistemas frequentemente interconectados; esse é o aquífero do tipo fissural ou fraturado. A exposição das fraturas ao intemperismo físico pode proporcionar certo aumento dos espaços vazios nos quais a água penetra e fica armazenada. Por fim, aquíferos do tipo cárstico se formam em rochas carbonáticas (como os calcários)

Tabela 1. Tipos de questionário e questões envolvidas. Fonte: autores

Questionário	Local e contexto de aplicação	Respondentes	Questões
Número 1	Málaga, Espanha	Endereçado a profissionais de hidrogeologia	<ul style="list-style-type: none"> • Estamos no 46º evento internacional de águas subterrâneas, ainda assim, temos problemas que envolvem o desconhecimento da sociedade sobre este recurso tão importante. Por que na sua opinião a população geral deveria conhecer mais sobre águas subterrâneas? • Você consegue contar alguns bons exemplos de políticas públicas e de conscientização em seu país? • Quais os desafios da ciência para a disseminação do conhecimento sobre águas subterrâneas?
Número 2	Online/ Brasil	Endereçado a pessoas da sociedade civil	<p>Perguntas de múltipla escolha ou resposta única</p> <ul style="list-style-type: none"> • Idade; gênero; cidade; profissão; escolaridade; você sabe de onde vem a água que utiliza? Você sabe o que são águas subterrâneas? Você conhece o Aquífero Guarani? Se sim, lembra-se onde aprendeu?
Número 3	Ribeirão Preto/ SP, Brasil	Endereçado aos moradores da comunidade “Cidade Locomotiva”	<p>Perguntas de múltipla escolha ou resposta única</p> <ul style="list-style-type: none"> • Idade; gênero; escolaridade; renda; você sabe de onde vem a água que utiliza? Você sabe o que são águas subterrâneas? Costuma faltar água na sua casa? Você conhece o Aquífero Guarani?

que passam por processos de dissolução quando existe contato com águas ácidas, como águas de chuva e de rios contendo dióxido de carbono. A acidez resulta de certa quantidade de gases extraídos da composição atmosférica durante o percurso da chuva ou, no solo, pela decomposição de matéria orgânica (Iritani & Ezaki, 2008).

O que é o Sistema Aquífero Guarani (SAG)?

O SAG é um aquífero de extensão regional, que ocorre em quatro países da América do Sul (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai), sendo que no Brasil, está presente em oito estados na região sul, sudeste e centro-sul e é considerado um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo (Iritani & Ezaki, 2008). O SAG possui grande quantidade de poros interconectados, enquadrando-se como sistema aquífero sedimentar e/ou granular. Possui uma elevada capacidade de armazenar e fornecer água, refletindo ótima produtividade ao sistema (Rocha, 2005).

Em termos de características hidráulicas, o SAG é regionalmente livre, na sua porção aflorante, considerada área de recarga; a predominantemente confinado, constituindo um pacote contínuo desde sua área de afloramento, em uma faixa norte-sul na região centro-leste do Estado de São Paulo, até o seu

extremo oeste, onde extrapola os limites do Estado. A característica de confinamento é devido a presença de camadas menos permeáveis constituídas por rochas basálticas no topo, do Aquífero Serra Geral, e rochas sedimentares, do Aquífero Passa Dois, que ocorrem na base do sistema (Rocha, 2005).

O que as águas subterrâneas representam para o Brasil?

“As águas subterrâneas são responsáveis por uma revolução no Brasil” (Hirata et al., 2019, p28), pois constituem o potencial recurso que poderá “salvar” o país de futuras crises hídricas. Além disso, são consideradas mais acessíveis e baratas para retirada e utilização quando se trata de pequenos e médios usuários.

Apesar das implicações práticas e dos fatores relevantes acima esboçados, o tema ainda é desconhecido por grande parte da população. Hirata et al. (2019) apresentam explicações para a defasagem de conhecimento: o fato de as águas subterrâneas serem invisíveis às pessoas.

Ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas não se revelam facilmente aos olhos, fato que compromete sua gestão: longe dos olhos, longe do coração. A natureza velada desse recur-

so subterrâneo acoberta sua importância social, ambiental e econômica, bem como dificulta o diagnóstico sobre sua situação e consolidação de políticas públicas específicas (Hirata et al., 2019, p 4).

O subsolo brasileiro abriga diferentes sistemas aquíferos, cujas dimensões, condições de acesso e produtividade relativa são extremamente variados. Assim, o padrão de disponibilidade de recursos hídricos no vasto território nacional é muito distinto no tempo e no espaço. Em relação à demanda para abastecimento ao longo do ano, existe superávit contínuo e permanente em vastas áreas, como a Amazônia, enquanto outras áreas carecem do recurso, também de forma contínua e permanente, como no caso dos estados do nordeste brasileiro. A compreensão das disparidades é essencial para situar a questão do aproveitamento econômico das águas subterrâneas em termos de equilíbrio sustentável. Dispor de uma visão sistêmica dos processos naturais que condicionam a circulação das águas e as velocidades com que as trocas se processam no meio natural ajuda a colocar o conhecimento em prática, “visando tanto o benefício da humanidade quanto a sobrevivência do ambiente natural” (Knapp et al. 1991).

Os aquíferos possuem potencial para diluir e degradar componentes que se infiltram no solo, permitindo, muitas vezes, o consumo imediato da água, sem a necessidade de um tratamento. Por possuírem ótima qualidade natural, sendo, na maioria das vezes, potável, as águas subterrâneas são a saída mais rápida para o abastecimento do campo, de pequenos produtores ou regiões de periferia, que, como se sabe, não possuem muitas vezes uma rede hídrica e de esgoto. Os poços, geralmente, podem ser perfurados em qualquer local e os aquíferos possuem uma capacidade de grande armazenamento de água, proporcionando poços com vazões estáveis mesmo em períodos de estiagem (Hirata et al., 2019).

Resultados

46º Congresso Internacional de Hidrogeologia

Em entrevista concedida em Málaga, Espanha, em 2019, o primeiro entrevistado, o professor e pesquisador da USP, Ricardo Hirata, ao responder à primeira pergunta – que faz referência ao desconhecimento da população com relação a assuntos relacionados às águas subterrâneas – afirma haver um grande problema, tanto para a gestão das águas

quanto para que os conteúdos sejam transferidos para a sociedade, além do fato de que o setor de águas subterrâneas não recebe investimento adequado. Hirata lembra que foram aplicados apenas 2% de todo investimento do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro) do Estado de São Paulo no setor de águas subterrâneas. O maior volume de recursos (98%) foi investido em outros setores, sobretudo em águas superficiais, sem esquecer que o investimento, como um todo, já é considerado muito pequeno.

Convém lembrar que o investimento, como um todo, já é considerado bastante baixo. Em outros termos, se o setor de saneamento recebe baixo investimento; se há poucos recursos ou reduzido repasse do Estado para esse segmento econômico, a desatenção com o setor de águas subterrâneas torna-se ainda mais grave. Hirata afirma que a sociedade brasileira “ignora a importância” das águas subterrâneas e que é preciso fornecer números às pessoas, ou seja, valorar as águas subterrâneas, para que se forme uma consciência inicial.

Entrei em contato com quase todos os países da América latina, usei minha rede de contato e fiz um questionário com oito perguntas para esses países. Esperei as respostas e montei a conclusão. O que a gente vê é que as águas subterrâneas, embora sejam importantes, não estão na agenda política de nenhum dos países. A resposta no questionário foi a seguinte, por causa de duas coisas: baixo investimento no setor de saneamento e muito menos no setor de águas subterrâneas; e não existem Hidrogeólogos nas agências, não há Hidrogeólogos nas companhias de água e etc. Nós achamos que a água subterrânea é importante? Sim, ela é importante. Mas, eu não vejo outro jeito para você convencer as pessoas disso, se não começarmos a dar números para elas. Qual o tamanho do setor de águas subterrâneas no país? Não existe nenhum estudo que consiga demonstrar isso, na América Latina em geral. (Hirata, 2019).

O professor nos aponta, ao final da entrevista – com base na conclusão do relatório enviado aos países da América Latina – a conclusão de que os especialistas em Hidrogeologia conhecem as configurações técnicas dos aquíferos, compreendem o papel das águas subterrâneas para a sociedade, para o meio ambiente e manutenção das águas superficiais, mas ainda há poucos trabalhos que apontem o valor econômico e social do recurso. A maioria dos países possui leis e regulamentos sobre gestão dos

recursos hídricos subterrâneos, mas não são plenamente aplicados. Só no Brasil, o número de poços – tubulares ou artesanais – não regulamentados, ou seja, que não possuem registro oficial, podem ser da ordem de 80%, como mostra o estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil, em 2019.

O Instituto Trata Brasil junto com o Centro de Pesquisa de Águas Subterrâneas (CEPAS/USP) realizou um estudo que calcula quantos poços tubulares existem no Brasil, a partir de dados oficiais do Censo Agropecuário do IBGE. E o resultado é que no Brasil existem, pelo menos, cerca de 2,5 milhões de poços. O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), que é o grande cadastro de poços do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), não contabiliza 400 mil (Hirata, 2019).

O segundo entrevistado, Gerson Cardoso da Silva Junior, professor de Hidrogeologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, afirma ser a *subnotificação* e, também, o conhecimento insuficiente sobre águas subterrâneas, por parte da sociedade, os maiores problemas do Brasil com relação às questões hídricas.

Quando falo em subnotificação, me refiro ao desconhecimento das autoridades, e do público em geral – de quanto se usa de água subterrânea no país. A sociedade não faz ideia do que acontece bem debaixo dos nossos próprios pés. Eu diria mais. Diria que esse é, talvez, um problema de caráter mundial, embora o nosso país tenha um grau maior de desconhecimento. A sociedade brasileira é pouco conhecedora da existência de aquíferos (Silva Junior, 2019).

O professor ainda menciona que a abundância de recursos hídricos superficiais no país ajudou a relegar a um segundo plano o conhecimento mais específico e detalhado sobre águas subterrâneas, bem como, maiores investimentos para a exploração devida desse recurso durante muito tempo; e que este cenário pode ser revertido com o auxílio de políticas públicas e boas práticas, mas, sobretudo, com uma divulgação entusiasmada da ciência. Gerson Cardoso da Silva Junior ainda explica a diferença do Brasil com relação a outros países mais dependentes de águas subterrâneas para sobrevivência e abastecimento da população. Para o professor, essa questão é deveras importante para se entender a recente história de formação de Hidrogeólogos e o porquê de um desconhecimento tão

grande por parte da comunidade e das autoridades, pois tais questões podem conduzir à formação cultural e à transferência de conhecimento em uma sociedade, a partir das necessidades identificadas.

Isso se deve a uma história recente no quesito de formação acadêmica da Hidrogeologia, e, no entanto, temos excelentes cientistas e pesquisadores. Mas, também se deve ao fato de o Brasil ser um país muito rico em recursos hídricos superficiais e as águas subterrâneas são mais “escondidas” no Brasil do que em um país que necessita cuidar de forma muito esperada dessas águas para a sobrevivência. É uma situação diferente, pois, estes países vivenciam uma escassez e existe uma necessidade de se enxergar para além do que se vê (Silva Junior, 2019).

A preocupação sobre o baixo conhecimento, por parte da população, sobre assuntos relacionados às águas subterrâneas não é exclusivo do Brasil. Para o terceiro entrevistado, Antonio Chambel, Presidente da Associação Internacional de Hidrogeólogos – *International Association of Hydrogeologists* (IAH)– e professor do Departamento de Geociências da Universidade de Évora, em Portugal, chama atenção para a dificuldade de se produzir estatísticas e divulgá-las, principalmente aos moldes mundiais: “não é possível realizar uma estatística mundial sobre as águas” (Chambel, 2019). O professor mostra que a preocupação é tão recorrente nas discussões entre os especialistas, que o próximo tema para o Fórum Mundial da Água de 2022 já foi escolhido e carrega a bandeira “Água Subterrânea: Tornar Visível o Invisível”.

Não vemos este recurso – águas subterrâneas – e esse é o grande dilema que a maioria dos estudiosos enfrentam. Nós, Hidrogeólogos, temos o conhecimento, mas não achamos, ainda, o caminho adequado da transferência desses estudos para os governantes e sociedade (Chambel, 2019).

Chambel afirma que um modo positivo de transpor as barreiras seria a criação de mecanismos, pelos pesquisadores, para que as pessoas pudessem visualizar o recurso. Instrumentos de medição dos níveis de água nos poços poderiam ser operados pelos membros de comunidades, para medir e visualizar se o nível da água ultrapassa certos limites, o que levaria à falta de água.

No fundo o que eu penso é: se as pessoas pudessem ver com seus próprios olhos – através de

instrumentos – seria muito mais fácil a compreensão da finitude do recurso. Portanto, a educação é fundamental, assim como a participação dos habitantes ou agricultores (Chambel, 2019).

Emilio Custodio, o quarto entrevistado, professor do curso de Engenharia Geotécnica da Universidade Politécnica da Catalunha, na Espanha, admite que os Geocientistas e Hidrogeólogos são maus comunicadores. Mas, também, chama atenção para a necessidade de se criar público, despertando o interesse nas pessoas. Na opinião dele, as pessoas do mundo inteiro são muito imediatistas e, para elas, basta abrir a torneira e ter água.

Quando há uma situação de seca, que gera uma crise hídrica, é um bom momento para se comunicar. (...) o problema a se resolver é este: falar, mostrar, ensinar sobre a integração das águas, explicar que a água que nós bebemos, que se encontra na caneca ou na fonte, é uma água de procedências diversas (Custodio, 2019).

Indagado, em entrevista, se a educação seria um caminho adequado a criação de um público e conscientização das pessoas sobre a importância do recurso água subterrânea, Custodio afirma que sim, mas insiste que a educação não-formal, voltada a todas as pessoas, é indispensável. Quando um profissional da área de hidrogeologia, por exemplo, concede entrevista para uma matéria sobre águas subterrâneas e, na edição, utilizam como ilustração um rio ou uma lagoa, estão contribuindo para que se forme no inconsciente coletivo a ideia de que água subterrânea é um rio ou uma lagoa: “Fracasamos quando não conseguimos mostrar que a água do rio é água subterrânea antes de ser água do rio” (Custodio, 2019).

John Cherry, quinto entrevistado, coautor do livro *Groundwater* (Água Subterrânea), pesquisador e professor na Universidade de Waterloo, no Canadá, revelou preocupação sobre a divulgação dos conhecimentos das águas subterrâneas e dos aquíferos no mundo:

(...) as pessoas precisam começar a pensar que, onde estão, existe águas subterrâneas sob seus pés. E que a água subterrânea é usada para tudo: é necessária para a ecologia, para o abastecimento das populações, para agricultura, para tudo! (Cherry, 2019).

O conhecimento deve ser disseminado nas comunidades o mais rápido possível, pois dele

depende o futuro do globo. O entrevistado sublinha que a educação escolar é o modo mais eficaz de incutir tal pensamento na população, para que as próximas gerações já cresçam entendendo os conceitos e defendendo o recurso:

De algum jeito devemos entrar nas escolas. Precisamos apresentar figuras, diagramas e vídeos com o tema ‘como o mundo parece ser?’ Nós temos o céu, a chuva, o solo e, também, o subsolo; e no subsolo, temos água, e essa água é essencial para a vida. Mas, precisamos pensar e realizar isto em todos os níveis educacionais, não só nos níveis básicos, com as crianças (Cherry, 2019).

Viviana Re, professora assistente do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Pisa, na Itália, explicou sobre seu trabalho realizado na Tunísia, na África, a partir de um campo da Ciência denominado sócio-hidrogeologia (*socio-hydrogeology*). A abordagem multidisciplinar permite auxiliar estudos da hidrogeologia por intermédio de estudos socioculturais de diversas populações. Ou seja, focalizando comunidades locais e usuários finais de água, a subárea de pesquisa permite recuperar informações importantes sobre diversas tradições de uso e exploração de águas subterrâneas, mas, também “mudar a percepção pública da ciência/cientistas para criar a base de uma colaboração e o entendimento mútuos, com vistas à implementação de um gerenciamento integrado de águas subterrâneas aprimorado” (Re, 2015). A “sócio-hidrogeologia” pretende difundir conceitos da hidrogeologia de forma clara, buscando despertar maior conscientização das pessoas sobre águas subterrâneas. É uma tentativa de preencher a lacuna entre ciência e prática, desmistificando a ciência e os cientistas. Na entrevista, Re (2019), afirmou a importância de traçar estratégias de comunicação nas comunidades, entendendo os desafios de cada cultura e seus níveis de conhecimento:

É importante encontrar a “linguagem” adequada, encontrar uma maneira de explicar os conceitos de maneira fácil e eficaz, sem banalizar as informações. É por isso que precisamos estar familiarizados com o ambiente social e cultural em que estamos trabalhando e entender que a comunicação é importante. Talvez seja necessário colaborar mais de perto com especialistas em comunicação e estar mais aberto para ouvir a sociedade civil, entendendo as necessidades das pessoas - quando as águas subterrâneas estão em jogo - e encontrando um terreno comum para a interação (Re, 2019).

O trabalho realizado na Tunísia foi elaborar um questionário com perguntas abrangentes sobre conceitos hidrogeológicos, manejo, gestão e exploração de águas subterrâneas por agricultores de comunidades e fazendas. A experiência mostrou que a má gestão de água nessas localidades é resultado de uma comunicação insuficiente entre a população, hidrogeólogos e governantes. A aplicação de questionários se mostrou eficiente para um início de compreensão das características socioeconômicas e ambientais e traçar perfis de conhecimento sobre aspectos importantes de aquíferos possibilitando, posteriormente, ações educativas por parte da ciência e de órgãos governamentais.

Trabalho similar foi citado na entrevista com Thereza Frommen, pesquisadora em Hidrogeologia e Sócio-Hidrogeologia pelo programa de pós-doutorado da Universidade Humboldt de Berlim, Alemanha. Interessada na divulgação de conhecimentos científicos e educação, a pesquisadora respondeu ao questionário narrando experiências em comunidades carentes em Jaipur, Índia. Para ela, a educação é uma ferramenta potente que pode ajudar as pessoas a “visualizar” as águas subterrâneas e proteger o recurso. A pesquisadora frisou a importância de se conhecer as culturas e planejar programas, com base em “honestidade e criatividade” (Frommen, 2019).

2º Ciclo de Entrevistas – Online

Um total de 217 pessoas participaram da pesquisa (Fig. 1). O estudo obteve 50% de respostas de pessoas que residem na cidade de São Paulo e em cidades do interior deste mesmo estado como: Guarulhos, Ribeirão Preto, Campinas, Limeira, Sertãozinho, Cravinhos. Os outros 50% vivem em cidades do interior de Minas Gerais, como: Viçosa, Uberaba e Uberlândia; houve também, respostas de pessoas do Paraná, Goiás e cidades da região Nordeste do país, como: Natal, no Rio Grande do Norte, e João Pessoa, na Paraíba.

A distribuição do questionário em diferentes regiões, mesmo que pequena, foi importante, pois permitiu identificar se a situação geográfica em particular

da região ou cidade pode influir no conhecimento sobre águas subterrâneas. A hipótese foi que deveria haver conhecimento mais adequado, por exemplo, na cidade de Ribeirão Preto, interior de São Paulo, que é inteiramente abastecida por águas do Sistema Aquífero Guarani (SAG). A hipótese não se confirmou, levando a crer que o conhecimento da população com relação ao assunto devia ser aprofundado, principalmente para estimular a formação de cultura ambiental ou sentimento de pertencimento pelas pessoas.

Existe um ramo da psicologia, denominado Psicologia Ambiental (PA), que se preocupa em entender a inter-relação do indivíduo com o lugar em que está inserido, medindo suas atitudes com relação ao ambiente. Esse estudo avalia como um indivíduo percebe os ambientes e como os ambientes influenciam na formação da personalidade das pessoas.

Então, a especificidade da Psicologia Ambiental é a de analisar como o indivíduo avalia e percebe o ambiente e, ao mesmo tempo, como ele está sendo influenciado por esse mesmo ambiente. (...) por exemplo, a casa de uma pessoa é capaz de influenciar a sua percepção, avaliação, atitudes e satisfazer suas necessidades. Mas também estamos interessados em coisas muito mais amplas, como uma cidade, por exemplo (Moser, 1991, p. 122).

Os autores analisaram os resultados obtidos buscando colocar a ideia de pertencimento sob a perspectiva da contribuição da Psicologia Ambiental. Assim, é possível comparar respostas das pessoas

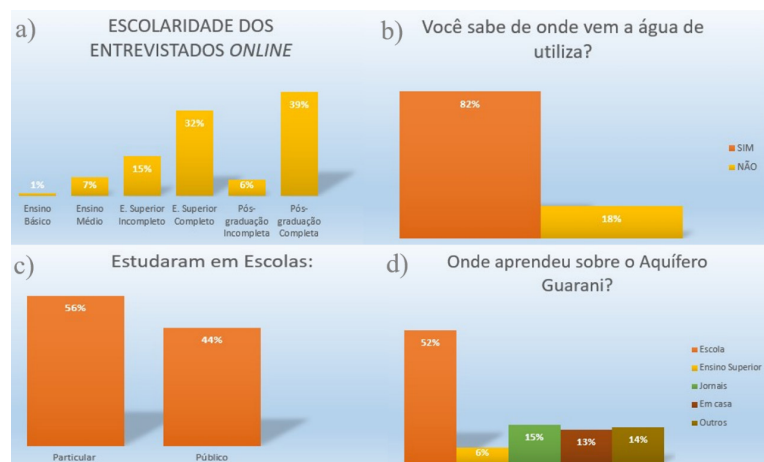


Figura 1. Dados obtidos dos entrevistados, em percentagens: a) níveis de escolarização; b) conhecimento que o/a entrevistado/a declara possuir sobre fonte da água que consome; c) tipo de escola frequentada (particular ou pública); d) origem do conhecimento sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG)

que moram, ou são naturais, de Ribeirão Preto, com as das pessoas que vivem em outros municípios. A pergunta “*you know/you have heard about the Guarani Aquifer System*” foi dissertativa, avaliando, portanto, se entrevistados que residem em cidades implantadas sobre o reservatório, como Ribeirão Preto, possuem mais conhecimento técnico e científico. O questionário avaliou não apenas se já havia conhecimento sobre a existência do Sistema Aquífero Guarani (SAG), mas os se entrevistados entendem fatores geológicos e ambientais relacionados à origem do aquífero ou questões relativas à sustentabilidade natural como partes integrantes da geodiversidade e manutenção da biodiversidade.

O resultado da pergunta dissertativa, entretanto, não revela maior conhecimento sobre o assunto em moradores de Ribeirão Preto. É inviável, portanto, reconhecer ali uma cultura ambiental capaz de influenciar na apreensão de conhecimentos sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG). A inexistência desse tipo de conhecimento ambiental em municípios que dependem da água subterrânea como principal recurso de abastecimento é descrita por Hirata et al. (2019):

A percepção da sociedade sobre a existência desse recurso e de sua importância econômica e ambiental é deficiente mesmo nos municípios ou setores econômicos onde essas águas constituem a principal fonte hídrica (Hirata et al., 2019, p.4).

Outro aspecto importante para a análise, trabalhada pela Psicologia Ambiental, é o fator tempo, ou seja, a maneira como o consciente coletivo entende o tempo, delegando para as futuras gerações a preocupação com o meio ambiente. Para a PA, o ser humano realiza a importância do futuro de acordo com o tempo de vida particular de cada um, atuando de maneira individualista sem pensar no coletivo. Ações informais de conscientização podem despertar o senso de responsabilidade nos indivíduos, fazendo com que pensem nas atitudes em relação ao ambiente no presente, ou seja, “fazer com que o indivíduo respeite o meio-ambiente e que adote comportamentos que sejam, por exemplo, de restrição do uso de água, de triagem de lixo, entre outros” (Moser, 1998, p. 122). Entretanto, a PA revela que tais atitudes não perduram a longo prazo:

Você pode modificar o comportamento dos indivíduos, fazer com que eles adotem comportamentos pró-ambientais, que joguem o lixo no lixo. Isso é fácil! Mas, observe-os três meses

depois, ou seis meses depois. Aqueles comportamentos terão voltado a ser o que eram antes; eles não duram muito tempo (Moser, 1998, p.124)

Os resultados obtidos mostram que os moradores de Ribeirão Preto, que possuem ensino superior, apresentam maior conhecimento sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG); a mesma conclusão se chega ao analisar os resultados da pesquisa realizada em área de periferia da mesma cidade, mostrando que o conhecimento absorvido pelas pessoas está mais ligado à renda média e melhor formação escolar, do que à questões regionais ou ao grau de sensibilização dos moradores pelo local onde vivem.

O questionário *on line* resultou nos gráficos da Figura 1, que fornece dados percentuais: (a) níveis de escolarização dos entrevistados; (b) conhecimento dos entrevistados sobre de onde vem a água que consomem; (c) tipo de escolarização dos entrevistados (particular ou pública); (d) origem do conhecimento dos entrevistados sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG).

Na Figura 1a nota-se que a maioria dos entrevistados da amostra possui pós-graduação. À primeira vista, pode-se extrair conclusões ou especulações precipitadas sobre o conhecimento geográfico, geológico ou ambiental de aquíferos e águas subterrâneas. Por se tratar de pessoas escolarizadas e com ensino superior completo, a tendência é inferir a existência de um conhecimento mais avançado sobre estes assuntos. A Figura 1c mostra, também, que a maioria dos entrevistados estudou em colégios particulares,

Ao responder a pergunta “*you know where the water you use comes from?*”, 82% dos entrevistados responderam saber de onde vem a água que utilizam para o consumo doméstico (Fig. 1b). Porém, a questão dissertativa “*you know/you have heard about the Guarani Aquifer System*” mostrou, pelas respostas coletadas, que o conhecimento sobre o que são águas subterrâneas, aquíferos e ciclo hidrológico ainda é muito escasso e, às vezes, bastante equivocado, mesmo sendo muitas vezes proveniente das escolas (Fig. 1d). Assim como já esperava Cleary (2007), a população, geralmente leiga, desconhece a origem, ocorrência e movimento da água subterrânea:

É divertido ver como os antigos pensavam que o oceano fosse a fonte da água subterrânea, mas ainda hoje, caso se fizesse um levantamento, uma grande percentagem da nossa população atual diria que a água subterrânea provém de “rios subterrâneos” (Cleary, 2007, p.1)

Nosso levantamento aponta que, mesmo as pessoas com maior grau de escolaridade, apresentam um conhecimento ainda raso sobre o assunto, apesar de acima da média com relação às pessoas menos escolarizadas. Compreender se o conhecimento sobre águas subterrâneas está presente nas escolas e/ou na vida cultural dos brasileiros é fundamental para a programação de melhorias da disseminação da ciência e criação de programas educativos para a sociedade.

3º Ciclo de Entrevistas – Cidade Locomotiva

Durante o trabalho de campo para aplicação do terceiro ciclo de entrevista, algumas experiências e questões foram adquiridas e inseridas nos resultados. Por exemplo, o desconhecimento de leis municipais, estaduais ou federais, por parte da comunidade, para exigir dos órgãos públicos os serviços obrigatório, como, água e esgoto. Foi considerada, também, questão sobre o conhecimento específico sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG), para avaliar se existe um conhecimento regional de um aquífero bastante conhecido no Brasil, o SAG, e presente na região onde reside grande parte dos entrevistados. Os pesquisadores buscaram avaliar, portanto, se há alguma forma de conhecimento capaz de abarcar uma possível cultura ambiental local.

No 3º ciclo foram entrevistadas 52 pessoas/famílias da comunidade de baixa renda; os resultados indicam que 14,3% dos entrevistados nunca estudaram e a escolaridade máxima é até o ensino médio completo. Dos participantes que responderam ao questionário, 78,6% disseram que a renda mensal da família não chega a um salário mínimo, sendo 21,4% possui renda que chega até dois salários mínimos.

Uma pergunta acrescentada ao questionário para a Cidade Locomotiva foi: “Costuma faltar água na sua casa?” e a resposta foi unânime de que, pelo menos uma vez ao dia, falta água nas casas. Os moradores providenciaram uma forma de resgatar a água das fábricas que se localizam no entorno do assentamento. A água é limpa e proveniente de poços regulamentados de abastecimento público. Porém, a comunidade não possui saneamento básico, e o lixo e esgoto é jogado diretamente no solo e córregos.

No Brasil, a falta de saneamento básico e redes coletoras de esgoto é a perigosa relação que pode vir a contaminar o solo e os aquíferos. A situação brasileira com relação à infraestrutura de saneamento

básico ainda é crítica. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), aponta que 16,7% dos brasileiros não tem acesso à água tratada, e mais de 48% ainda não possui serviços de coleta de esgoto. O destino da maior parte desse esgoto que não é coletado é lançado diretamente ao solo ou nos cursos d’águas superficiais, e apenas 46% dos esgotos gerados no país são tratados. A falta de cobertura dos serviços sanitários, associado às antigas e precárias construções das redes já existentes, são as verdadeiras responsáveis pelo maior número de contaminação das águas subterrâneas.

Estima-se que, por ano, o subsolo receba uma carga exorbitante de esgoto, com cerca de 4.329 mm³/ano de dejetos despejados ininterruptamente na natureza. Seria o equivalente a jogar 5 mil piscinas olímpicas de esgoto por dia, principalmente a partir de residências não conectadas à rede de coleta de esgotos, seja de casas das áreas irregulares, favelas e assentos que convivem com as áreas regulares das grandes cidades, mas que ainda não possuem redes.

(...) essa falta de acesso faz com que as águas subterrâneas e os aquíferos sejam os mais afetados, contaminando e degradando o meio ambiente e seus recursos. (Hirata et al., 2019, p.12)

Durante o trabalho de campo na Cidade Locomotiva, interrogados sobre o motivo de não exigirem dos órgãos públicos a instalação de coletas de esgoto e o fornecimento de água tratada, as pessoas responderam desconhecer o dever do Poder Público e até mesmo desconhecer seus direitos básicos. Percebe-se, também, a existência de um medo coletivo de que, ao pleitear tais direitos, as pessoas sejam desalojadas do assentamento e ficar, uma vez mais, sem ter aonde morar.

A pergunta “Você sabe de onde vem a água que utiliza” obteve resposta de 71,4% dos entrevistados dizendo que não. Para a pergunta “Você conhece o Aquífero Guarani?”, a pesquisa obteve respostas de 64,3% dos entrevistados dizendo que já ouviram falar mas não sabem o que é; e 28,6% dizendo que nunca ouviram falar.

Conclusões

A pesquisa revelou gritante falta de conhecimento sobre o assunto “águas subterrâneas”, em todas as esferas, no Brasil. A forma mais eficaz de tornar os aquíferos visíveis, engendrando uma consciência ambiental, bem como o sentimento

de pertencimento pela população, a real guardiã do patrimônio, é mediante educação e ações de governo que transmitam o conhecimento científico para a população, além de programas não formais de educação ambiental, liderados por especialistas. Hidrogeólogos entrevistados na pesquisa apontam a solução de tornar a educação ambiental mais presente nas comunidades, para minimizar efeitos da desigualdade social. Pesquisadores, gestores e educadores, agências sanitárias e companhias de água precisam conceber novos mecanismos de divulgação científica, capazes de somar esforços.

Deve-se priorizar, principalmente na escola fundamental, a divulgação de conceitos geológicos básicos sobre águas subterrâneas, para reverter o quadro atual e ampliar o conhecimento pela população das ameaças existentes sobre reservas estratégicas. Ninguém melhor do que a própria sociedade para frear eventuais prejuízos, mas isso requer incentivo do Estado.

A discussão do papel das águas subterrâneas para o futuro da segurança hídrica no Brasil depende de uma base sólida de informação e conhecimento especializado. Compreender os processos que controlam a dinâmica hídrica do planeta Terra é fundamental para adoção de políticas públicas que alcancem a preservação, a conservação e o uso consciente das águas subterrâneas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aprimoramento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsas de mestrado e doutorado aos autores I. N. B. C. Barbosa e G. F. Miguel e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa, nível 2, ao autor C. D. R. Carneiro. Agradecem, também, a todas as pessoas que concederam entrevistas e responderam aos questionários, tornando possível o levantamento deste diagnóstico e produção do artigo.

Referências

Albuquerque Filho, J. L. (Coord. Geral). (2011). Sub-sídios ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo / CPLA, Coordenadoria de Planejamento Ambiental. (Publ. IPT 3012). 102p. Agência Nacional das Águas. (2016). *Atlas Brasil Abas-*

tecimento urbano de água. Brasília, DF. [citação de 28.out.2016] URL: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Atlas.aspx>.

Brasil. (2017). Portaria de Consolidação nº 5, de 03 de outubro de 2017. Brasília, DF, *Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil*, Seção 1, Supl., n. 190, p. 360. URL: <https://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolidacao-5-de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em 24.04.2020.

Carneiro, C. D. R., Mendonça, J. L. G. de, & Campos, H. C. N. S. (2008). Rios subterrâneos: mito ou realidade? *Ciência Hoje*, 43(253), 18-25. (outubro 2008).

Carneiro, C. D. R., Toledo, M. C. M., & Almeida, F. F. M. de. (2004). Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na educação básica. *Rev. Bras. Geoc.*, 34(4):553-560. doi: 10.25249/0375-7536.2004344553560.

Chambel, A. (2019). *Entrevista sobre "divulgação das águas subterrâneas"*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).

Cleary, R. W. (2007). *Águas Subterrâneas*. Tampa, Flórida, Princeton Groundwater Inc. 117p.

Conselho Estadual de Recursos Hídricos. (2019). Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual. URL: https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2020/01/boletim_ig_nitrato.pdf. Acesso 27.01.2020.

Custodio, E. (2019). *Entrevista sobre "divulgação das águas subterrâneas"*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).

Foster, S., Hirata, R., & Howard, K. (2011). Groundwater use in developing cities: policy issues arising from current trends. *Hydrogeology Journal*, 19(2), 271-274. doi: 10.1007/s10040-010-0681-2.

Frommen, T. (2019). *Entrevista sobre "divulgação das águas subterrâneas"*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).

Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas em pesquisa social*. 6 ed. São Paulo, Ed. Atlas. ISBN 978-85-224-5142-5

Gonçalves, V. G., Carneiro, C. D. R., Balsalobre, B., Pereira, S. Y., Fernandes, L. C. S., Vilela, R. C. C. L., Mantesso Neto, V., Bartorelli, A., ... & Anelli, L. E. 2016. Programa Aquífero Guarani: difusão de hidrogeologia nas praças públicas e escolas. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 19, Campinas, 2016. *Anais...* Campinas, ABAS. URL: <http://docplayer.com.br/29736375-Xix-congresso-brasileiro-de-aguas-subterraneas-programa-aquifero-guarani-difusao-de-hidrogeologia-nas-pracas-publicas-e-escolas.html>. Acesso 23.04.2020.

Gonçalves, V. G., Carneiro, C. D. R., Balsalobre, B. P., Pereira, S. Y., Souza-Fernandes, L. C., Gastmans,

- D., Bartorelli, A., Vilela, R. C. C. L., ... & Piranha, J. M. (2018). *Programa Aquífero Guarani-Unindo água subterrânea e história da Terra à consciência ambiental*. Curitiba, PR, Brasil, Ed. CRV. (Série: Ensino e História de Ciência da Terra, ISBN: 978-85-444-2556-5).
- Hirata, R., Fernandes, A. J., & Bertolo, R. (2016). As águas subterrâneas: longe dos olhos, longe do coração e das ações para sua proteção. *Acta Paul. Enferm.*, 29(6), 1-3. doi: 10.1590/1982-0194201600084.
- Hirata, R., Suhogusoff, A., Marcellini, S. S., Villar, P. C., & Marcellini, L. (2019). *A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento*. São Paulo: Inst. Trata Brasil.
- Hirata, R. (2019). *Entrevista sobre “divulgação das águas subterrâneas”*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2011). *Censo 2010 - Aglomerados Subnormais*. Rio de Janeiro: IBGE. URL: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Aglomerados_subnormais/Aglomerados_subnormais_informacoes_territoriais/tabelas_pdf/tab02.pdf. Acesso 20.04.2020.
- Instituto Trata Brasil. (2019). *A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento*. São Paulo, Inst. Trata Brasil. URL: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/aguas-subterraneas-e-saneamento-basico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf. Acesso 04.10.2019.
- Iritani, M. A., & Ezaki, S. (2008). *As águas subterrâneas do Estado de São Paulo*. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico. (Cadernos de Educação Ambiental).
- Knapp, B. J., Ross, S. R. J., & McCrae, D. L. R. (1991). *Challenge of the Natural Environment*. Singapore: Longman Singapore Publ. 272p.
- Ministério do Meio Ambiente. (2020). *Programa Nacional de Águas Subterrâneas*. Brasília, DF, MMA. https://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/interaguas/itemlist/category/index.php?option=com_k2&view=item&id=423&Itemid=483. Acesso: 21/04/2020
- Moser, G. (1998). *Psicologia Ambiental. Estud. psicol. (Natal)*, 3(1), 121-130. doi: 10.1590/s1413-294x1998000100008.
- Nascimento, S. A. M., & Barbosa, J. S. F. (2005). Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. *Rev. Bras. Geoc.* 35(4), 543-550. URL: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9422>. Acesso 21/04/2020.
- Pinder, G. F., & Celia, M. A. (2006). *Subsurface Hydrology*. New Jersey, USA, John Wiley & Sons, Inc.
- Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. (2019). *Política Municipal de Habitação (PLHIS): Plano local de habitação de interesse social*. Ribeirão Preto, PMRP. URL: <https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/files/splan/planod/plano-plhis-anexo.pdf>. Acesso 27.01.2020.
- Re, V. (2015). Incorporating the social dimension into hydrogeochemical investigations for rural development: the Bir Al-Nas approach for socio-hydrogeology. *Hydrogeology Journal*, 23, 1293-1304. doi: 10.1007/s10040-015-1284-8.
- Re, V. (2019). *Entrevista sobre “divulgação das águas subterrâneas”*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).
- Rebouças, A. C. (2003a). Água doce no mundo e no Brasil. In: A.C. Rebouças, B. Braga, J.G. Tundisi (coords.) *Águas Doces no Brasil*. 2 ed. São Paulo, Escrituras. p. 1-35.
- Rebouças, A. C. (2003b). Águas subterrâneas. In: Rebouças, A.C., Braga, B., & Tundisi, J. G. (coords.) (2003). *Águas Doces no Brasil*. 2 ed. São Paulo, Escrituras. p. 117-152.
- Silva, P. A. R. (2000). *A educação ambiental como caminhada para uma cidadania plena*. Revista Água e Energia, 8p. URL: <http://www.dace.sp.gov.br/acervoepesquisa/relatorios/revista/raec0002/recursoshidricos.htm>.
- Silva Junior, G. C. (2019). *Entrevista sobre “divulgação das águas subterrâneas”*. Entrevista dada às autoras Isabella N. B. Castilho-Barbosa e Ana M. de Carvalho. Málaga, Espanha. Setembro de 2019. (Inédito).
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology*. 3 ed. USA, John Wiley & Sons, Inc.