

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) – Levantamento bibliográfico sob ótica do tripé da sustentabilidade

Jeferson Brás de Lima ¹, Nuno Manoel Martins Dias Fouto ²

¹ Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, Avenida Professor Luciano Gualberto, 908 - Butantã - São Paulo/SP - 05508-010. E-mail: jbras@usp.br

² Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – Universidade de São Paulo, Avenida Professor Luciano Gualberto, 908 - Butantã - São Paulo/SP - 05508-010. E-mail: nfouto@usp.br

Palavras-Chave: Aquífero Guarani; levantamento bibliográfico; sustentabilidade

INTRODUÇÃO

Com a escassez e poluição das fontes superficiais de águas, maior atenção é dada à utilização dos aquíferos e lençóis freáticos como alternativa mais segura ao consumo de recursos hídricos. Santos e Ribeiro (2016), verificam os 10 primeiros artigos listados em 3 línguas diferentes sobre o SAG em bases acadêmicas, e notam que a maioria aborda assuntos de geociências, tendo outras áreas de estudo pouco material nesse ranqueamento. O objetivo deste artigo é realizar um levantamento bibliográfico no conteúdo de trabalhos sobre o SAG que abordam perspectivas mais próximas do dia-a-dia como poluição, agronegócios, gestão pública, entre outros sobre a reserva.

MÉTODO

Pesquisou-se artigos publicados entre 2010 e 2017. Desconsiderou-se artigos que discorrem sobre aquíferos, mas não apresentam relacionamento direto com o SAG ou apenas o citam como referência, além daqueles que focam em temas diferentes do proposto neste artigo. Os eixos de pesquisa são “econômicos”, “ambientais” e “sociopolíticos” baseados na abordagem tripé de sustentabilidade proposta por Elkington (1994), devido à lógica simples dessa metodologia e ao impacto que ela possui sobre as políticas de sustentabilidade atuais e para os estudos futuros sobre o SAG.

IMPACTOS NO SAG E CONSIDERAÇÕES

Apenas 3% da água do planeta está disponível para consumo, sendo que desse total, quase um terço está confinada no subsolo (USGS, 2018) e estima-se que pelo menos 7% da energia produzida no mundo é utilizada para extração, bombeamento e, tratamento de águas subterrâneas e esgoto produzidos (Hoffman, 2011).

O SAG é um dos maiores reservatórios de água doce subterrânea transfronteiriços do mundo, localizado nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de Argentina, Paraguai e Uruguai (CETESB, 2016). Nas extremidades Leste e Oeste há afloramento de rocha porosa (faixas estreitas que representam apenas 10% da área do SAG) que são responsáveis pela recarga da reserva subterrânea (Rabelo e Wendland, 2009).

Em 2007, pouco mais de 90% da água extraída do SAG no período foi em território brasileiro, e desse total, 80% foi apenas no Estado de São Paulo (Schmidt e Vassolo, 2011). Por exemplo, em Bauru (SP), os indicadores de poluentes permaneceram dentro dos padrões da CETESB e da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 (Canato et al., 2014). Situação diferente ocorre na cidade próxima Marília (SP), onde a concentração de nitratos e metais pesados ultrapassou os valores da Portaria 2914/2011, com a provável origem na atividade antrópica da região urbana e agrícola, podendo contaminar outras áreas do aquífero e afetar o suprimento das cidades vizinhas (Conceição et al., 2014).

Durante o triênio de 2013 a 2015, no Estado de São Paulo, os padrões de potabilidade variaram consideravelmente, embora dentro dos limites máximos permitidos pelo Governo Federal e órgãos internacionais. A presença de substâncias de caráter antrópico (produzidas pelo ser humano), como nitratos e cromo, e parâmetros microbiológicos aumentou significativamente. Os nitratos, oriundos da ocupação humana e uso de pesticidas, são encontrados em concentrações muito pequenas nas águas subterrâneas, mas em grandes quantidades da mesma forma como o cromo na forma hexavalente, advindo de áreas industriais, lixões, aterros e agroindústrias, são carcinogênicos. Os microrganismos encontrados podem ser originados de redes de tratamento de esgoto localizadas próximas aos poços testados e da deficiência sanitária no tratamento e segurança dos poços. Em 2015, foram verificadas 106 desconformidades contra 36 em 2014 nas amostras monitorando agentes microbiológicos. Produtos de higiene pessoal e fármacos também fazem parte dos rejeitos que vão parar no esgoto e contaminam solo e água. Não foram encontrados estudos sobre o tema para a região do SAG, embora se realizem medições sobre a atividade estrogênica e não há ainda variações nas análises (CETESB, 2016).

Devido às inúmeras formações que compõe o SAG, algumas áreas apresentam concentração maior de sais diluídos, sendo necessária a utilização de dessalinizadores. Porém o processo de obtenção de água própria para o consumo é custoso, afetando o interesse em investimentos (Anderson et al., 2010). Quanto à ocorrência de águas termais e hipertermais, o assunto é pouco estudado, porém há potencial de exploração em atividades econômicas de uso direto e a necessidade de mais estudos sobre a utilização como fonte de energia (Arboit et al., 2013). A diminuição das reservas de petróleo tem impulsionado a exploração de campos de xisto betuminoso, uma rocha porosa capaz de armazenar material orgânico como óleo e gás natural em seu interior, sendo que no Brasil, uma das maiores reservas estimadas se localiza no SAG, porém a extração de gás de xisto apresenta riscos de contaminação ambiental por metais pesados e outros aditivos, superexploração das águas superficiais e subterrâneas, além da necessidade de áreas extensas para ser comercialmente viável, culminando em conflitos de terras (Scheibe et al., 2014).

Como visto, o aquífero está exposto às diversas formas de contaminação que podem viajar pelo sistema e afetar outras áreas. Se tratando de uma reserva que abarca diversos estados e mais três países do continente Sul-Americano, como gerir área tão extensa e legalmente diversa? Em 2004, iniciaram-se as negociações em torno do Acordo sobre o Sistema Aquífero Guarani pelos membros do MERCOSUL, todos possuidores de alguma reserva do aquífero. Isso foi um marco para a legislação internacional sobre águas subterrâneas fronteiriças, pois foi o primeiro a ser realizado sem disputa territorial ou prejuízo ambiental anterior ao acordo (Villar, 2012).

O Ministério das Relações Exteriores (MRE) do Brasil, devido a uma posição inflexível e soberanista, se portou de maneira receosa quanto aos demais países e o acordo final (2010), após diversas revisões, tinha fins mais diplomáticos e políticos do que realmente socioambientais (Santos, 2015). No Acordo há propostas de criação de comissões que coordenariam o cumprimento dos objetivos ambientais do tratado e teriam apoio do MERCOSUL (OEA, 2009). Porém, do ponto de vista ambiental, o bloco possui uma política pouco uniforme de gestão compartilhada entre seus membros, funcionando melhor como instrumento de estímulo comercial do que como integrador de ações ambientais entre seus membros (Ribeiro, 2008), por exemplo, devido à extensão e formação, o aquífero varia de região para região e não há estratégias comuns para extração e utilização, podendo induzir conflitos (Villar e Ribeiro, 2011).

Sugg et al. (2015) pesquisaram a opinião de 10 especialistas em gestão de águas subterrâneas, e segundo os entrevistados, o SAG carece de maiores estudos sobre a dinâmica dos reservatórios e suas águas, possui várias jurisdições administrativas e regulação insuficiente, além de conflitos sobre uso e alocação de recursos estratégicos. Para Villar (2016), essa insuficiência de informação gera potencial de cooperação técnica entre países, organizações internacionais e comunidade acadêmica, criando conhecimento e material para acordos internacionais.

Por fim, este trabalho buscou identificar estudos e pesquisas relevantes sobre o SAG sobre assuntos mais familiares à sociedade. Essa ponte entre o conhecimento acadêmico e sociedade é fundamental para informar às pessoas do impacto sobre um recurso importante que parece não estar presente na rotina diária.

Baseado nos trabalhos pesquisados, para os pontos de vista ambiental e econômico são necessários mais estudos de longo prazo e em regiões maiores sobre impactos no aquífero, pois a exploração pontual pode afetar mais de uma localidade. Sobre a ótica sociopolítica, o Sistema Aquífero Guarani é emblemático, pois é um acordo modelo sobre águas transfronteiriças, mas pelos trabalhos analisados, sugere-se maior integração entre os membros e instituições regulatórias transnacionais, simplificação da burocracia e, comunicação acadêmica e técnica entre pesquisadores e centros de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. A., Cudero, A. L., Palma, J. Capacitive deionization as an electrochemical means of saving energy and delivering clean water. Comparison to present desalination practices: Will it compete? *Electrochimica Acta*, v. 55, p. 3845-3856, 2010. DOI: 10.1016/j.electacta.2010.02.012
- Arboit, N. K. S. et al. Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil – uma revisão de literatura. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 26, p. 155-168, dez. 2013. DOI: 10.7154/RDG.2013.0026.0008.
- Canato, H. M., Conceição, F. T., Hamada, J., Moruzzi, R. B., Navarro, G. R. B. Caracterização hidrogeoquímica do aquífero Adamantina na área urbana de Bauru, SP. *Ciência & Engenharia*, v. 23, n. 2, p. 39-47, 2014. DOI: 10.14393/19834071.2014.24758
- CETESB. SÃO PAULO. Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015. Execução Rosângela Pacini Modesto [et al.]. Colaboração Blas Marçal Sanchez [et al.] - São Paulo, 2016.
- Conceição, F. T., Mazzini, F., Moruzzi, R. B., Navarro, G. R. B. Influências Naturais e Antrópicas na Qualidade da Água Subterrânea de Poços de Abastecimento Público na Área Urbana de Marília (SP). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, p. 227-238, 2014. DOI: 10.21168/rbrh.v19n3.p227-238.
- Elkington, J. Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review*, v. 36, n. 2, p. 90–100, 1994. DOI: 10.2307/41165746
- Ferrari, R. S. Quantificação de PBDEs em amostras de sedimentos de Ribeirão Preto e avaliação da toxicidade do BDE-209 em células HepG2 sob influência de indução autofágica. Dissertação (Mestrado em Química) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.
- Hoffman, A. R. The Connection: Water Supply and Energy Reserves. Washington DC, US Department of Energy, 2011. Disponível em: <http://waterindustry.org/Water-Facts/world-water-6.htm>. Acesso em: 30 jan 2018
- Organização dos Estados Americanos (OEA). Aquífero Guarani: programa estratégico de ação / Aquífero Guarani: programa estratégico de acción.– Edição bilíngüe.– Brasil; Argentina; Paraguai; Uruguai: Organização dos Estados Americanos (OEA), Janeiro 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/agua/category/42-recursos-hidricos>>. Acesso em: 02 jan. 2018
- Rabelo, J. L., Wendland, E. Assessment of groundwater recharge and water fluxes of the Guarani Aquifer System, Brazil. *Hydrogeology Journal*, v. 17, p. 1733–1748, 2009. DOI: 10.1007/s10040-009-0462-y
- Ribeiro, W. C. Aquífero Guarani: gestão compartilhada e soberania. *Estudos Avançados, São Paulo*, v. 22, n. 64, p. 227-238, dez 2008. DOI: 10.1590/S0103-40142008000300014
- Santos, C. L. S. Aquífero Guarani: atuação do Brasil na negociação do acordo. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106132/tde-12042016-111915/>>. Acesso em: 02 dez. 2017

Ssantos, C. L. S.; Ribeiro, W. C. Sistema Aquífero Guarani em bases eletrônicas de artigos científicos. Ar@cne: revista electrónica de recursos en internet sobre geografía y ciencias sociales [en línea], 2016. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Aracne/article/view/309134>>. Acesso em: 02 dez. 2017

Scheibe, L. F., Henning, L. A., Nanni, A. S. Aspectos territoriais da exploração do gás de folhelho (gás de xisto) por fraturamento hidráulico. In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Belo Horizonte, 2014, Águas Subterrâneas, São Paulo. Disponível: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28339/18442>>. Acesso em: 02 jan 2018

Schmidt, G., Vassolo, S. Untersuchungen zu einem der größten Grundwasservorkommen Südamerikas: Der Guaraní-Aquifer in Paraguay [Investigations of a key groundwater system in South America: The Guaraní Aquifer in Paraguay]. Grundwasser, v. 16, n. 3, p. 187–194, 2011. DOI: 10.1007/s00767-011-0171-z

Sugg, Z. P., Varady, R. G., Gerlak, A. K., Grenade, R. Transboundary groundwater governance in the Guarani Aquifer System: reflections from a survey of global and regional experts. Water International, v. 40, n. 3, p. 377-400, 2015. DOI: 10.1080/02508060.2015.1052939

USGS. O Ciclo da Água (The Water Cycle, Portuguese). Disponível em: <<https://water.usgs.gov/edu/watercycleportuguese.html>>. Acesso em: 18/01/2017

Villar, P. C. A Busca por uma Governança dos Aquíferos Transfronteiriços e o caso do Aquífero Guarani. 2012. 259f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Villar, P. C. International cooperation on transboundary aquifers in South America and the Guarani Aquifer case. Revista Brasileira de Política Internacional, Brasília, v. 59, n. 1, e007, 2016 . DOI: 10.1590/0034-7329201600107.

Villar, P. C., Ribeiro, W. C. The Agreement on the Guarani Aquifer: a new paradigm for transboundary groundwater management? Water International, v. 36, n. 5, p. 646-660, 2011. DOI: 10.1080/02508060.2011.603671