

ANÁLISE DA PROFUNDIDADE DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO PIRACICABA

Diego S. Silva¹ (IC), Eliane M. Vieira (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Vulnerabilidade ambiental.

Introdução

Com o desenvolvimento das sociedades e a expansão tecnológica e econômica ao decorrer dos séculos, a humanidade vem dependendo cada vez mais dos recursos naturais. Aliar esse desenvolvimento à conservação dos meios ambientais se torna um grande desafio, pois se torna evidente a intensificação dos impactos sobre o meio ambiente e sua biodiversidade, principalmente em relação aos recursos hídricos e o uso do solo (Nascimento et al., 2016). A falta de planejamento é um fator agravador do processo de fragmentação florestal de um ambiente, principalmente quando se trata do uso e ocupação do solo (Magalhães et al., 2020).

A fragilidade ambiental está ligada diretamente às bacias hidrográficas, que além de compor todo um sistema, apresenta características intrínsecas como solo, relevo e geologia. A fim de indicar as condições de vulnerabilidade e possibilitar a análise do que se ocorre em determinado ambiente, as investigações desses fatores de pressão ambiental, pode ser uma excelente forma de auxiliar na descoberta de danos proporcionados por eles, contribuindo para a realização de intervenções públicas e para a busca de soluções de melhor ocupação do espaço (Almeida et al., 2020).

A demanda pelos recursos hídricos subterrâneos tende a aumentar decorrente do crescimento populacional e econômico. Apesar das águas superficiais possuírem quantidades suficientes para suprir as necessidades no abastecimento, sua distribuição não ocorre de forma homogênea, ocasionando problemas de disponibilidade nas bacias hidrográficas. Diante disso, recorre-se a exploração dos recursos subterrâneos que apresentam vantagens estratégicas, como estabilidade físico-química, sofrem pouca influência climática e não necessitam de grandes investimentos para o aproveitamento (MATSUURA, 2003; VAUX, 2011; ESHTAWI et al., 2016).

É denominado aquífero, toda formação

geológica que possui água e que possibilita a movimentação significativa dessa água no seu interior em condições naturais. Existem três tipos de aquíferos: são eles o aquífero livre, aquífero confinado e aquífero suspenso.

A vulnerabilidade do aquífero à contaminação representa as características intrínsecas que determinam sua suscetibilidade de ser adversamente afetado por uma carga poluente imposta (MITJAVILA; BRUNO, 2011). A avaliação da vulnerabilidade das águas subterrâneas é uma ferramenta útil que pode ajudar a rastrear áreas sensíveis, as quais podem ser afetadas por fontes potencialmente prejudiciais (LI et al., 2016), além de representar uma ferramenta preventiva que permite determinar, a priori, a capacidade de proteção natural dos aquíferos e distinguir quais áreas necessitam de medidas mitigatórias e/ou reducionistas ao perigo de contaminação diante da intervenção antrópica (REGO et al., 2021).

Ao contrário do que muitos pensam, as águas subterrâneas não são essenciais somente por abastecerem cidades, campos e para atividades econômicas, elas também são essenciais para sustentarem inúmeros sistemas aquáticos como pântanos e mangues, lagos e até rios. As florestas em regiões de clima seco ou tropical, só sobrevivem graças às águas subterrâneas, que cumprem todas as suas funções ambientais necessárias.

Nacionalmente, as formas de extração de águas subterrâneas, são por meio de poços tubulares (conhecidos como artesianos ou semiartesianos), nascentes e poços escavados. Atualmente no Brasil, não se sabe o número exato de poços perfurados, apesar de ser obrigatório por lei o registro e a autorização de extração, conhecido como outorga.

Para garantir o uso consciente das águas subterrâneas, os órgãos ambientais exigem a aferição dos níveis estáticos e dinâmicos, que são formas de garantir o histórico do volume extraído, o nível e vazão dos poços. O nível estático é medido quando o poço está parado ou fora de

operação. Já o nível dinâmico é aferido quando o poço está sendo utilizado, ou seja, está bombeando água. Esse acompanhamento é feito através de sensores hidrostáticos, que captam os dados de forma automática e os envia para uma plataforma tecnológica que pode ser acessada online. Todos os dados captados são armazenados, caso haja a necessidade de elaboração de relatórios, laudos e pareceres.

A grande maioria dos cidadãos não conseguem compreender o quanto o solo é importante para proteger ou filtrar as impurezas a fim de garantir a qualidade das águas subterrâneas. Apesar das águas subterrâneas serem mais protegidas que as águas superficiais, as mesmas podem ser poluídas e/ou contaminadas quando os agentes poluentes ultrapassam a porção não saturada do solo. Quanto mais próximo da superfície está o nível mais vulnerável é o aquífero neste local.

Atualmente, as principais fontes de contaminação de águas subterrâneas são os aterros mal operados, efluentes e resíduos em atividades industriais, mineradoras que expõem o aquífero, vazamento das redes coletoras de esgotos e uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes. Um dos principais indicadores de contaminação de água subterrânea é o nitrato, sendo sua origem relacionada a atividades agrícolas e esgotos sanitários.

Há ferramentas que são capazes de facilitar combinações em diferentes tipos de informações, como exemplo, tem-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que é capaz de facilitar estudos envolvendo análises pertencentes a pedologia, clima e geologia, e declividade. Diante disso, o uso dessas ferramentas SIGs é indicado para uma melhor gestão ambiental, otimizando avaliações e evoluções de processos ecológicos e antrópicos e como os mesmos estão interligados à degradação ambiental.

Diante disso, esse presente trabalho tem como objetivo elaborar um modelo para a espacialização do nível freático na bacia, para subsidiar uma análise de vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Piracicaba, com o auxílio de ferramentas SIGs e os níveis estáticos e dinâmicos de poços artesianos, disponibilizados através do site do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Área de estudo

A área do atual estudo é a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, localizada no leste do estado de Minas Gerais, entre as latitudes 19°19'S e 20°15'S, e longitudes 42°30'W e 43°42'W, tendo como o principal rio o Piracicaba, sendo um dos principais afluentes do Rio Doce. A bacia do rio Piracicaba possui uma área

total de aproximadamente seis mil km² e abrange 21 municípios, total ou parcialmente inseridos em seus limites.

A bacia hidrográfica do Rio Piracicaba vem passando por um período de degradação, fragmentação florestal e de perda da biodiversidade há anos e isso se dá principalmente devido ao desmatamento das matas ciliares. Atividades agrícolas, a ocupação irregular da terra e a exploração mineral, são umas das principais causas da perda da vegetação nativa e mata ciliar. A perda desses dois fatores ambientais podem acarretar diversas consequências, tanto para o meio ambiente como para a humanidade, tendo como exemplo a perda da fauna, flora, enchentes e auxílio na recarga dos recursos hídricos.

Atualmente, estão situadas na bacia do rio Piracicaba cerca de 17 Unidades de Conservação (UCs), sendo elas de Uso Sustentável e de Proteção Integral. Em sua foz, se encontra uma parcela do Parque Estadual do Rio Doce, UC de Proteção Integral, que, segundo o Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2020), foi a primeira unidade de conservação criada no Estado de Minas Gerais e, além de ser 3° maior complexo lacustre do Brasil, é também reconhecido como Reserva da Biosfera pela UNESCO possuindo a maior reserva genética de Mata Atlântica contínuo e preservado do Estado (Sutil, S. C 2020).

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo espacializar a profundidade do nível freático dos aquíferos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, através de dados fornecidos pelo site do IGAM e ferramentas do software ArcGIS.

Metodologia

Para o início do projeto, foram obtidas as coordenadas, os níveis estáticos e dinâmicos dos poços subterrâneos que estão dentro do limite da bacia. A obtenção desses dados foi realizada através do site do IGAM, no qual foram filtrados e coletados todos os dados dos poços pertencentes à Superintendência Regional de Meio Ambiente (SUPRAM) e Unidade Regional de Gestão das Águas (URGA), ambas do leste mineiro. Ao todo foram analisadas aproximadamente 900 decisões de deferimento de outorgas e após a filtragem, foram retirados os dados necessários de aproximadamente 260 outorgas e alocados a uma planilha, para posteriormente ser realizada a espacialização. Vale ressaltar que, o site do IGAM só disponibiliza os dados de outorgas de 2018 adiante.

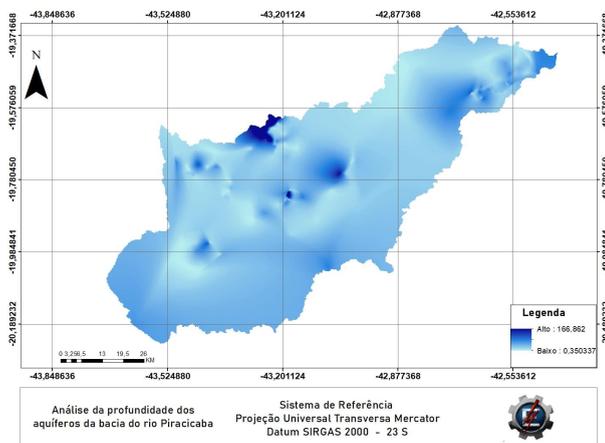
O site do IGAM forneceu coordenadas geográficas em graus, minutos e segundos, sendo necessário converter essas coordenadas para graus decimais. Para essa conversão, foi utilizada uma função personalizada do Microsoft Visual Basic for Applications (VBA), seguido do comando "Convert Decimal", convertendo assim as coordenadas em ângulos com formatos de valores decimais. Após a filtragem, a planilha manteve os dados do número da portaria, coordenadas geográficas e os níveis estáticos e dinâmicos de todos os poços subterrâneos utilizados no caso de estudo.

Posteriormente foi feito o mapa de nível, utilizando todas as coordenadas e os níveis estáticos e dinâmicos dos poços subterrâneos da planilha citada anteriormente. Em seguida foi realizada a interpolação através da extensão 3D Analyst e o método vizinho natural, sendo o método que gerou o mapa de vulnerabilidade mais condizente com a realidade. Ressaltando que, quanto maior a profundidade do aquífero, menor é o risco de contaminação do mesmo, já o contrário acontece com aquíferos mais próximos à superfície, sendo estes mais vulneráveis a contaminação.

Resultados e discussão

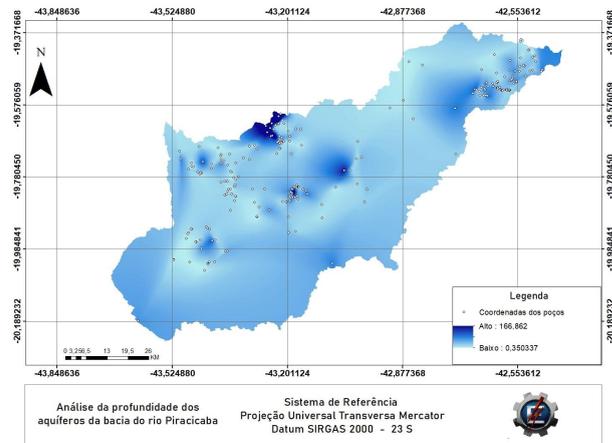
Com a construção do mapa de nível, foi observado que os pontos obtidos não preenchem a área da bacia embora não haja um recobrimento completo desta, sendo as regiões leste e sul da bacia as mais prejudicadas com a falta desses pontos, pois não foi possível analisar o quão vulneráveis estão os aquíferos nessas determinadas regiões. Abaixo pode-se observar o mapa de nível e o mapa com os pontos obtidos.

Figura 01 - Interpolação do nível freático para a bacia do rio Piracicaba.



Fonte: Autor, 2022

Figura 02 - Interpolação do nível freático para a bacia do rio Piracicaba com as coordenadas dos poços.



Fonte: Autor, 2022

Durante os trabalhos com o software ArcGIS ocorreram alguns erros, onde foram realizadas algumas manobras a fim de concluir o atual estudo, principalmente na interpolação espacial de dados, visto que alguns interpoladores não recobriam toda a área de estudo e outros nem chegavam a gerar o resultado (abortavam no decorrer do processo). Durante a interpolação foram utilizados os métodos IDW (Inverso Ponderado da Distância), krigagem (Kriging), spline, topo de raster e vizinho natural (Natural Neighbor). Após a comparação de resultados dos modelos de interpoladores usados, o vizinho natural foi quem apresentou um melhor resultado, gerando um modelo suave e condizente com as características da bacia. As outras interpolações geraram anomalias não condizentes com a realidade e foram descartadas.

Como foi dito anteriormente, não foi possível obter dados suficientes para compor e analisar toda a área da bacia, devido ao site do IGAM fornecer os dados necessários somente a partir de 2018. O nível estático varia entre 0,351 m há 166,862 m de profundidade, como pode-se observar na figura 01. Na figura 02, pode-se observar melhor as coordenadas dos poços obtidas.

Conclusões

Os resultados apresentados por meio deste presente estudo, demonstram diante dos dados obtidos, as áreas de maior vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Piracicaba, tendo alguns pontos muitos vulneráveis, consistindo nas áreas de menores profundidades, sendo uma camada muito fina entre a superfície e o aquífero, facilitando a contaminação do mesmo.

O uso desses dados para o poder público e órgãos responsáveis por gerenciar e administrar as bacias hidrográficas, podem ser essenciais para um melhor zoneamento ambiental, averiguando as áreas mais vulneráveis com uma maior frequência e sensibilidade.

Como foi citado anteriormente, não foi possível obter dados de toda a área da bacia, restringindo os resultados como um todo. Diante disso, segue uma possível oportunidade para continuar este presente estudo, pesquisando junto ao IGAM, para que o mesmo disponibilize as informações necessárias para a obtenção dos outros dados.

Diante os fatos, a fim de um melhor alcance e consciência da vulnerabilidade dos aquíferos da bacia, seria necessário um estudo mais aprofundado, ponderando todas as variáveis pertencentes a uma bacia hidrográfica.

Agradecimento

Agradeço à FAPEMIG pela generosa bolsa de IC fornecida, Fiquei muito feliz e contente por ter sido beneficiário de sua bolsa de estudos e poder estar realizando esse estudo de caso, o qual me identifiquei bastante com o tema. Expresso aqui a minha gratidão também à minha orientadora Prof^a Eliane, pelos meses de orientação, me dando todo o suporte necessário para a conclusão deste estudo.

Referências

Almeida, P.F., Silva, J.B.L., Neves, F.M., 2020. Vulnerabilidade Ambiental do Município de Teixeira de Freitas-BA. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online], 13, 1587-1609. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.4.p1587-1609>. Acesso: 28 jul 2022.

Magalhães, I. A. L., Thiago, C.R.L., Dos Santos, A.R., 2020. Identificação de Fragmentos Florestais Potenciais para a delimitação de Corredores Ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online], 13, 595–612. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p595-612> Acesso: 28 jul 2022.

REGO, N et al. Vulnerabilidade intrínseca à contaminação natural do aquífero na região metropolitana de Salvador - Estado da Bahia, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*. v. 7, nº 2. 2021.

Sutil, S. C., Gonçalves, J.A.C., Vieira, E. M., 2020. Análise comparativa da fragilidade ambiental da bacia do rio Piracicaba a partir da aplicação de dois modelos metodológicos: suporte para o estabelecimento e proposição de Corredores Ecológicos. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.13, n.06 (2020) 3060-3077. Disponível:

<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p595-612> Acesso: 05 agosto 2022.

ESHTAWI et al. Integrated hydrologic modeling as a key for sustainable urban water resources planning. *Water research*, [S.l. v. 101, n. 0043-1354, p. 411-428, maio. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org.ez87.peri-odicos.ca-pes.gov.br/10.1016/j.watres.2016.05.06>>. Acesso em: 10 set. 2022.