

MODELAGEM ESPACIAL DA VULNERABILIDADE NATURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE JAGUARÃO/RS

NANTYARA BORGES BANDEIRA¹; LUANA NUNES CENTENO²; SAMANTA
TOLENTINO CECCONELLO³

¹ Instituto Federal Sul-rio-grandense – *nantyaraborgess@gmail.com*

² Universidade Federal Pelotas, Campus Porto – *luananunescenteno@gmail.com*

³ Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas -
satolentino@pelotas.ifsul.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O planejamento e gestão das águas subterrâneas se torna importante para auxiliar no desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, pois grande parte da zona rural dos municípios brasileiros são abastecidos por aquíferos subterrâneos (CPRM, 2019). O município de Jaguarão, localizado no Rio Grande do Sul, objeto deste estudo, utiliza-se da captação de águas subterrâneas para abastecimento de toda a população rural. Destaca-se ainda que, o município baseia sua economia em atividades agropecuárias, com predomínio de orizicultura e monocultura da soja, o que torna essencial o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas (CONICELLI; HIRATA, 2016). Uma vez que, este recurso hídrico pode estar impróprio para o consumo humano, tendo em vista o uso e manejo do solo na zona rural do município atrelado às características intrínsecas do solo (GUERRERO et al., 2018).

De acordo com MATTOS et al. (2019), além do uso e manejo irracional do solo, a exploração excessiva dos recursos hídricos subterrâneos, o descumprimento de normas legais e a urbanização, colocam em risco a qualidade das águas subterrâneas. Sendo assim, faz-se necessário que sejam realizados monitoramentos periódicos, pois assim viabiliza-se estratégias e políticas de proteção e conservação desses recursos (RODRIGUES, 2019).

Neste contexto, o mapeamento da vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos pode auxiliar no monitoramento e conseqüentemente no planejamento e gestão ambiental, servindo como instrumento de tomada à decisão (BARZEGAR et al., 2019; RIBEIRO; MATOS; JÚNIOR, 2018).

Os mapas de vulnerabilidade naturais das águas subterrâneas tornaram-se uma ferramenta mundialmente aceita no planejamento e gestão ambiental (MATTOS et al., 2019). Sendo assim, esses mapas são elaborados para identificar as áreas de maior potencial para contaminação da água subterrânea com base em condições hidrogeológicas. Com intenção de avaliar o grau de vulnerabilidade dos aquíferos, foram criados métodos para demonstrar classes de vulnerabilidades, dentre os mais conhecidos tem-se, GOD (FOSTER; HIRATA, 1988), DRASTIC (ALLER et al., 1987) e SINTACS (CIVITA, 1994).

Contudo o método GOD, desenvolvido por FOSTER e HIRATA (1980); apresenta destaque, por utilizar-se de apenas três parâmetros, a saber: tipo de ocorrência do aquífero (G), litologia das camadas rochosas (O) e profundidade do aquífero (D), sendo o de mais fácil obtenção e por conseguinte o mais utilizado para a determinação da vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas.

Diante do exposto, este estudo objetivou mapear a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas do município de Jaguarão/RS, utilizando o método GOD.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área

Com população estimada de 27.931 habitantes o município de Jaguarão esta localizado no extremo meridional do Brasil, fazendo fronteira com a República Oriental do Uruguai, com uma distância de aproximadamente 388 km de Porto Alegre, a capital do estado. As principais atividades econômicas desenvolvidas são arroz, soja e pecuária (IBGE, 2017). A distribuição de água no perímetro urbano é realizada pela Companhia Riograndense de Saneamento, e na zona rural o abastecimento é realizado através da captação de água subterrânea, conforme a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2019).

2.2. Obtenção dos dados

Os dados foram obtidos através de informações contidas no sítio SIAGAS mantido pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) para o município de Jaguarão.

Foram contabilizados 90 poços cadastrados, dos quais foram extraídas informações sobre cada poço, com o objetivo de criar um banco de dados espaciais. Foram obtidas informações sobre as coordenadas geográficas, nível dinâmico, nível estático, cota do terreno, formação geológica, litologia, grau de confinamento e situação atual de operação do poço.

2.3. Aplicação do método GOD

Para a avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas do município de Jaguarão/RS foi utilizada a metodologia GOD, que leva em conta a avaliação de três parâmetros:

- Ocorrência da água subterrânea: leva em consideração o tipo de aquífero, e o grau de confinamento do aquífero, onde ele pode ser; nenhum, confinado, semi – confinado, não confinado (coberto) e não confinado. Em que os valores variam entre 0 a 1.

- Classificação dos extratos acima da zona saturada de um aquífero: esta etapa aborda a detreminação dos tipos litológicos no alto da zona saturada do aquífero, com diferenciação do grau de consolidação e das propriedades de granulomeria. Condicionam o tempo de deslocamento do contaminante, onde são atribuídos valores entre 0,4 e 1,0.

- A profundidade do topo do aquífero: é o terceiro parâmetro que é a distância que o contaminante terá que percorrer para chegar na zona saturada do aquífero, variando os valores entre 0,6 a 1. A profundidade da água do aquífero, refere-se a distância que o contaminante terá que cursar para atingir a zona saturada do aquífero.

Assim, após contabilizar todos os pontos, multiplica-se o valor atribuído ao tipo de aquífero (G) pelo valor atribuído a litologia (O), o resultado será multiplicado pelo valor atribuído a distância da água (D). O resultado será a vulnerabilidade, que é dividida em 5 classes que correspondem a vulnerabilidades diferentes, a pontuação será: Extrema: de valores 0,7 à 1,0; Alta: de valores de 0,5 à 0,7; Média: de valores de 0,3 à 0,5; Baixa de valores de 0,3 à 0,5; e considerado Insignificante quando apresentar valor de 0 a 0,3.

Para estimar os valores do GOD em pontos não amostrados, foi realizada a interpolação dos dados através da Krigagem Ordinária pela ferramenta denominada Geostatistical Analyst do software ArcGIS Desktop® versão 10.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicar a metodologia GOD nos poços cadastrados no SIAGAS para Jaguarão, foi realizada a interpolação da vulnerabilidade do aquífero por meio de

krigagem. Sendo assim, através da geração do semivariograma experimental foi detectada a existência de dependência espacial nos dados analisados. Dos principais modelos teóricos existentes, foram testados o exponencial, o modelo esférico e o modelo gaussiano (YAMAMOTO, LANDIN, 2013). O modelo que melhor se ajustou ao semivariograma experimental foi o exponencial com um alcance máximo de 702,55m, efeito pepita de 0,00 e patamar de 0,0108.

A validação do mapa krigado foi realizada por validação cruzada, bem como pela obtenção dos erros das estimativas. Sendo assim, a krigagem da vulnerabilidade resultou em erro médio quadrático de 0,1097, erro médio quadrático padronizado de 1,33, um erro médio padronizado de 0,0048 e um erro médio de 0,102. Cabe destacar que de acordo com Jakob e Young (2006), para que o mapa de predição encontrado apresente valores estimados de qualidade e deseja-se que o erro médio padronizado dos valores estimados seja próximo de 0, que o erro quadrático médio seja o mais baixo possível, que o erro médio seja próximo do erro quadrático médio, e que o erro quadrático médio padronizado seja próximo de 1. Desta maneira, pode-se assumir que o mapa de predição da vulnerabilidade encontra-se adequado.

Os resultados obtidos no mapa de vulnerabilidade para o município de Jaguarão variaram de vulnerabilidade insignificante a média, sendo que em grande parte do município o lençol freático apresentou-se como de baixa vulnerabilidade natural à contaminação, como pode ser observado na Figura 1.

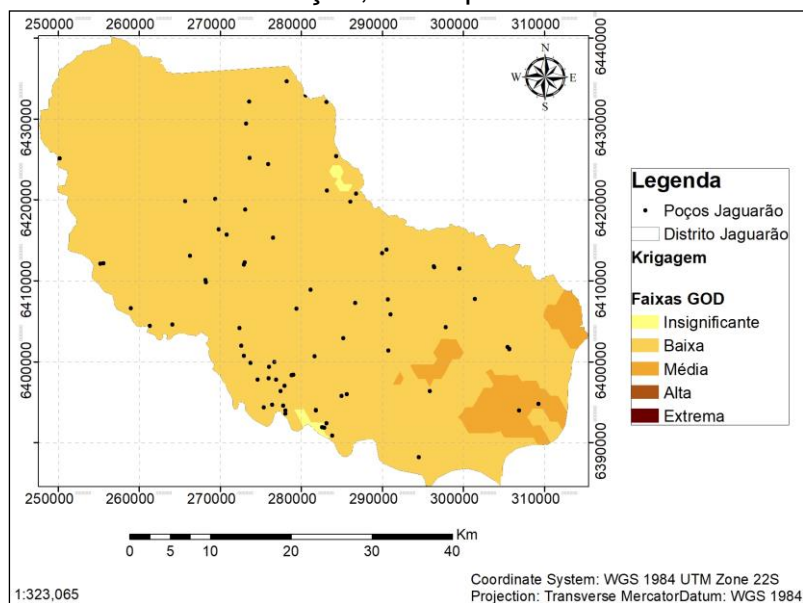


Figura 1: Mapa interpolado da vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas para o município de Jaguarão/RS.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que após a aplicação do método GOD, foi identificada grandes áreas do território do município de Jaguarão/RS como sendo de baixa vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas. Embora existam áreas menores com média vulnerabilidade, deve-se ressaltar a importância da realização de práticas agrícolas adequadas assim como, da realização de um planejamento de uso e ocupação do solo, visando à proteção das águas subterrâneas, tendo em vista que os aspectos identificados neste estudo referem-se aos aspectos naturais e não envolvem os aspectos antropogênicos.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Pró-reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do Instituto Federal Sul-rio-grandense através da concessão de bolsa de iniciação científica - PE06180818/119.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLER, L.; Bennett, T.; Leer, J.; Petty, J. & Hacket, G. 1987. Drastic: a standardised system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. US Environmental Protection Agency. 455 p.
- BARZEGAR, Rahim et al. Modification of the DRASTIC Framework for Mapping Groundwater Vulnerability Zones. **Groundwater**, [s.l.], p.1-12, 12 jul. 2019.
- CIVITA, M. 1994. Le Carte della vulnerabilità degli acquiferi all inquinamento: Teoria e pratica. Pitágora Editrice, Bologna.
- CONICELLI, Bruno Pirilo; HIRATA, Ricardo. Novos paradigmas na gestão das águas subterrâneas. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2016, Campinas. Congresso. Campinas: Abas, 2016. p. 1 - 18.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geológico do estado do Rio Grande do Sul. Programa Geologia do Brasil. Mapa, Escala: 1:750.000. CPRM. O trabalho da CPRM no monitoramento integrado das águas superficiais e subterrâneas. 2019. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/O-trabalho-da-CPRM-no-A0monitoramento-integrado-das-aguas-superficiais-e-subterraneas-5507.html>>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- FOSTER, S. & HIRATA, R. C. A. 1988. **Groundwater pollution risk assessment**: a methodology based on available data. CEPIS/PAHO Technical Report. Lima, Peru.
- GUERRERO, João Vitor Roque et al. Carta de Fragilidade Ambiental como instrumento de planejamento e conservação de unidades aquíferas: o caso da bacia do rio Clarinho, SP. **Caderno de Geografia**, Londrina, v. 28, n. 53, p.385-403, mar. 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/jaguarao/pesquisa/24/76693> - Consulta realizada em 27 agosto de 2019.
- JAKOB, Alberto Augusto Eichman; YOUNG, Andrea Ferraz. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15., 2006, Caxambu. ABEP 2006 388. Caxambu: Unicamp, 2006. p. 1 - 22.
- MATTOS, Jonatas Batista et al. Mapeamento dos aspectos hidrogeoquímicos de águas subterrâneas a partir de estatística multivariada e redes neurais artificiais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 24, n. 3, p.501-514, maio 2019.
- RIBEIRO, Joselaine Aparecida; MATOS, Thiago Vieira da Silva; MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. Zoneamento de áreas de restrição e controle relevantes para a conservação de recursos hídricos: uma proposta metodológica aplicada à bacia hidrográfica do rio veloso (sub-bacia do rio Paraopeba), Minas Gerais, Brasil. In: SCHIEBELBEIN, Luis Miguel. Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Belo Horizonte: Editora Atena, 2018. Cap. 5. p. 62-65.
- RODRIGUES, Lineu Neiva. Água para produção de alimento. 2019. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Biodiversidade Gestão ambiental e territorial. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/2157533/producao-de-alimento>>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- YAMAMOTO, Jorge Kazuo; LANDIM, Paulo M. Barbosa. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 215 p.