

# ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO/RS<sup>1</sup>

## *VULNERABILITY INDEX OF THE GROUNDWATER IN THE CITY OF CERRO LARGO, RS*

**Felipe Luiz Kapelinski<sup>2</sup>, Jéssica Daniela Machado<sup>2</sup>, Renata Nascimento Pereira<sup>2</sup>,  
Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi<sup>3</sup> e Alexandre Swarowsky<sup>4</sup>**

### RESUMO

As águas subterrâneas desempenham papel fundamental nos processos geológicos e biológicos. No entanto vêm sofrendo alterações em sua qualidade, muitas delas causadas pelas ações antrópicas. A avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos é um estudo de suma importância para o conhecimento de áreas sujeitas à contaminação. No presente estudo, tem-se por objetivo calcular, avaliar e mapear o índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas para o município de Cerro Largo/RS. Essa vulnerabilidade foi determinada por meio da aplicação do método GOD (FOSTER; HIRATA, 1988) aos 31 poços registrados no SIAGAS. Observou-se que a maior parte dos poços (28 poços) está em áreas de vulnerabilidade insignificante, seguida de baixa vulnerabilidade (3 poços) e nenhum poço mostrou-se em condições de média, alta ou extrema vulnerabilidade. As classes de baixa e insignificante vulnerabilidade devem-se, em grande parte, ao grau de confinamento do aquífero.

**Palavras-chave:** aquífero, método GOD, vulnerabilidade natural.

### ABSTRACT

*Groundwater plays a fundamental role in geological and biological processes. However it has undergone through some alterations in its quality, many of them caused by anthropic actions. The evaluation of the natural vulnerability of aquifers is a study of paramount importance for the knowledge of areas subject to contamination. The present study aims to calculate, evaluate and map the vulnerability index of groundwater in the city of Cerro Largo, RS. This vulnerability was determined by applying the GOD (FOSTER; HIRATA, 1988) method to the 31 wells registered in SIAGAS. It was observed that most of the wells (28 wells) are in areas of insignificant vulnerability, followed by low vulnerability (3 wells). No well has been found to be in medium, high or extreme vulnerability conditions. The low and insignificant vulnerability classes are due in large part to the degree of confinement of the aquifer.*

**Keywords:** aquifer, GOD method, natural vulnerability.

<sup>1</sup> Trabalho de Iniciação Científica.

<sup>2</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus Cerro Largo/RS. E-mails: felipeluzkapelinski@gmail.com; jessicamachadoj@hotmail.com; renatanp31@hotmail.com

<sup>3</sup> Coorientador - Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus Cerro Largo/RS. E-mail: ewerthon.bernardi@uffs.edu.br

<sup>4</sup> Orientador - Universidade Franciscana - UFN. E-mail: aleswar@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A interação do homem com a natureza ocasiona modificações no meio, haja vista que a indústria e a agricultura podem ocasionar danos aos recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos (LÖBLER; SILVA, 2015, p. 142). Segundo Foster et al. (2006, p. 4), “a maior parte da água subterrânea se origina a partir do excesso de chuva que se infiltra na superfície do solo”.

Conforme Silva e Araújo (2003), até o ano de 1970, acreditava-se que as águas subterrâneas estavam naturalmente protegidas da contaminação pelas camadas de solo e rochas. Entretanto passaram a ser detectados traços da presença de contaminantes em águas subterrâneas, e diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de avaliar a sua segurança.

O grau de contaminação das águas subterrâneas é associado à capacidade de infiltração, ou seja, em terrenos de composição arenosa e porosa, nos quais a permeabilidade é maior, há mais suscetibilidade ao fluxo e dispersão dos contaminantes. Quando se trata de áreas com solo argiloso, a permeabilidade é baixa, o que dificulta a passagem de fluidos, sejam eles contaminantes ou não (ERTEL et al., 2012, p. 1402).

Conforme Foster et al. (2006), existem dois tipos de problemas que podem ser considerados mais relevantes no que se refere à qualidade da água subterrânea: a contaminação do aquífero e a contaminação no próprio poço ou ponto de captação. Quando a contaminação se dá no aquífero, acontece por meio de uma desajustada proteção deste, ficando vulnerável a lixiviados e emissões derivadas de atividades urbanas, industriais e agrícolas. Por sua vez, quando a contaminação é no poço ou ponto de captação, deve-se à inadequada construção/projeto, o que possibilita o ingresso direto de água superficial.

De acordo com Ribeiro et al. (2011), as metodologias de determinação da vulnerabilidade de aquíferos são atualmente utilizadas como ferramenta de auxílio às propostas de proteção das águas subterrâneas, associadas a atividades de gestão dos recursos hídricos e de planejamento e ordenamento territorial.

Diversos métodos para determinação de vulnerabilidade de aquíferos já foram estudados, e suas eficácias dependem diretamente da disponibilidade dos dados para atender aos parâmetros envolvidos. Aller et al. (1987) referem que um método largamente utilizado é o DRASTIC, contudo deve ser considerada a confiabilidade dos dados, com base na região de estudo, antes de aplicá-lo.

O método DRASTIC avalia sete parâmetros e corresponde ao somatório ponderado de valores relativos aos seguintes índices hidrológicos: profundidade do topo do aquífero (D), recarga total do aquífero (R), formação litológica do aquífero (A), tipo de solo (S), topografia (T), influência da zona

vadosa (I) e condutividade hidráulica do aquífero (C). Essas variáveis são relacionadas por meio de uma equação (DA SILVA et al., 2015).

Outro método, denominado GOD, tem se mostrado uma alternativa para a ausência de informações preliminares da área de estudo, devido a uma maior facilidade para encontrar as variáveis analisadas. Esses métodos de avaliação da vulnerabilidade de aquíferos definem uma escala por grau de suscetibilidade. Esta se dá em razão dos índices calculados, e é apresentada pelo mapeamento temático (FOSTER et al., 2006). “A execução do método GOD é relativamente simples quando comparada a outros métodos de avaliação de vulnerabilidade de aquíferos” (ERTEL et al., 2012, p. 1407).

Sendo assim, neste trabalho, tem-se por objetivo calcular, avaliar e mapear o índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas, aplicando o método GOD, no município de Cerro Largo, localizado no estado do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

Localizado na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, o município de Cerro Largo (coordenadas 28° 08' 30" S e 54° 45' 17" W) tem, segundo números de 2017, população estimada de 14.069 habitantes e abrange uma área de 177, 674 Km<sup>2</sup>, está inserido no bioma Mata Atlântica e Pampa (IBGE, 2017). Pertencente à Região Hidrográfica do Uruguai, a cidade faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí e da Bacia dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo. O município abrange estes três cursos d'água principais: Clarimundo, Encantado e Ijuí. O solo do município é classificado como Latossolo Roxo Distrófico e álico A - , de textura argilosa e relevo ondulado (IBGE, 2002a). O clima é definido como temperado, na classe mesotérmico brando - super úmido e sem seca (IBGE, 2002b).

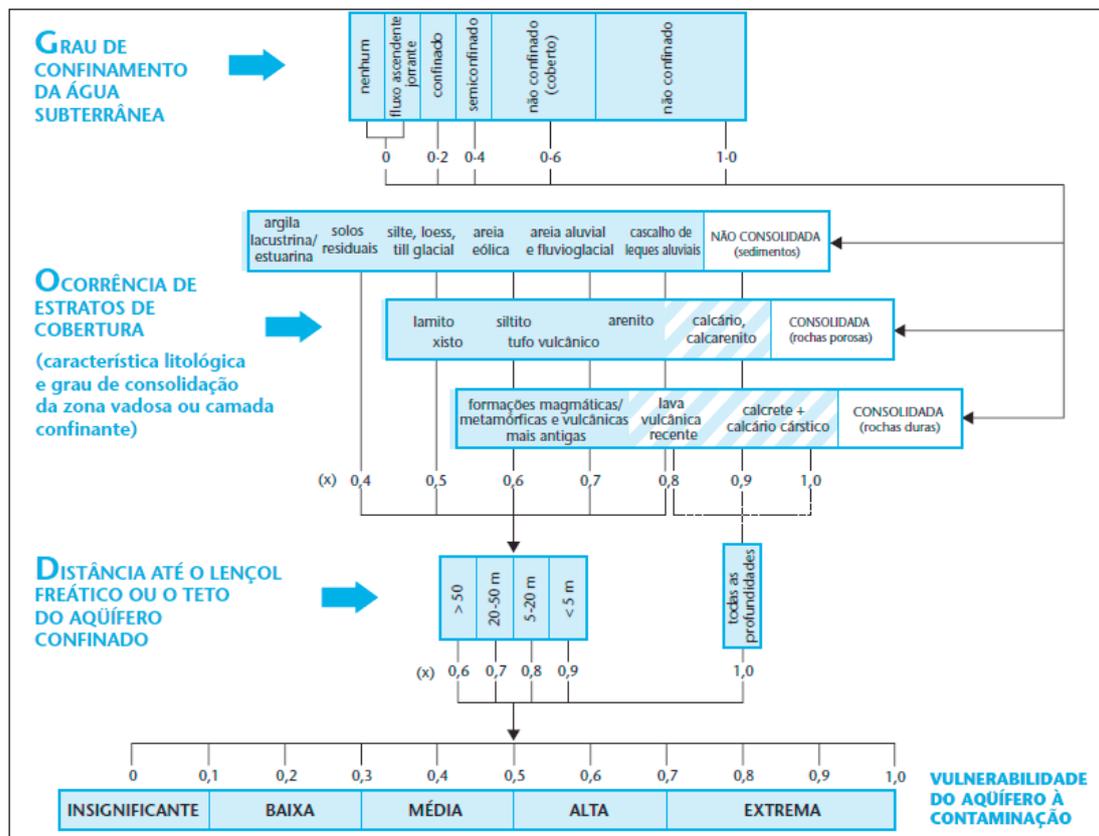
O método GOD (*Groundwater hydraulic confinement - G; Overlaying strata - O; Depth to groundwater table - D*) corresponde a uma das técnicas de determinação de vulnerabilidade mais utilizadas devido à sua simplicidade de conceitos e implementação. Para o cálculo do índice de vulnerabilidade natural de Cerro Largo, o método GOD, exemplificado na figura 1, leva em conta os três fatores seguintes, os quais são explicados na equação 1, posteriormente:

**G** - o confinamento hidráulico da água subterrânea no aquífero;

**O** - os estratos de cobertura (zona não saturada/vadosa ou camada confinante), em termos das características hidrogeológicas e do grau de consolidação que estabelecem a sua aptidão de atenuação do contaminante;

**D** - distância até o lençol freático ou teto do aquífero confinado.

Figura 1 - Sistemática do método GOD para avaliação da vulnerabilidade do aquífero à contaminação.



Fonte: Foster et al. (2006). (Adaptado).

Após a pontuação (nota) de cada variável, é feito o produto das três variáveis. Assim, obtém-se/obtem-se a(s) classe(s) de vulnerabilidade à(s) qual/quais pertence(m) o aquífero.

$$IV = G \times O \times D \tag{Equação 1}$$

O Índice de vulnerabilidade (IV) é classificado de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos índices de vulnerabilidade do método.

Grau de Vulnerabilidade	Definição	Índice
Insignificante	Camadas confinantes sem percolação significativa, exceto em zonas de fraturas (sais e nitratos).	0 - 0,1
Baixa	Somente vulnerável a contaminantes persistentes em longo prazo, quando contínua e amplamente lançadas e lixiviadas (sais e nitratos).	0,1 - 0,3
Média	Vulnerável a alguns poluentes quando continuamente lançados e lixiviados (sais, nitratos e hidrocarbonetos).	0,3 - 0,5
Alta	Vulnerável a muitos poluentes, exceto os pouco móveis e persistentes (hidrocarbonetos, compostos aromáticos, bactérias, vírus e sais minerais).	0,5 - 0,7
Extrema	Vulnerabilidade a muitos poluentes, com o rápido impacto em muitos cenários de contaminação (pesticidas, metais pesados, hidrocarbonetos, compostos aromáticos, bactérias, vírus, sais e nitratos).	0,7 - 1,0

Fonte: Foster et al. (2006). (Adaptado).

## OBTENÇÃO DAS VARIÁVEIS GOD

Os dados para aplicação do método GOD foram retirados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2018), plataforma desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Para a espacialização dos dados e elaboração dos mapas, foi utilizado o *software* QGIS, utilizando os dados dos poços do município de Cerro Largo/RS.

Distribuídos pelo município de Cerro Largo, encontram-se catalogados 32 poços tubulares de captação de águas subterrâneas. Destes, foram extraídas informações sobre o número de identificação/cadastro do poço (ID), o grau de confinamento hidráulico do aquífero, tipo de perfil litológico, nível estático em metros e as coordenadas planas no formato *Universal Transversa de Mercator* (UTM). Ao final da coleta dos dados, foram descartados os poços que não tinham todas as variáveis necessárias para o cálculo, sendo que foi o caso de apenas um poço.

O grau de confinamento do aquífero (variável G) é indicado pelo SIAGAS. Assim, de acordo com o método, a pontuação foi feita diretamente. Para obtenção do parâmetro litológico (variável O), atribuíram-se notas considerando o perfil até o nível estático dos poços e, quando ocorreu mais de uma litologia em um único poço, foi feita interpolação proporcional à fração de formação no mesmo perfil litológico.

A determinação da distância até o nível estático (variável D), que define o terceiro parâmetro, é classificada de acordo com a profundidade do poço em metros. A partir disso, cada profundidade recebe sua nota. Todas as notas são atribuídas de acordo com a figura 1.

O poço tubular de cadastro número 4300002602, localizado nas coordenadas (UTM 22S) 6884629 (Norte/Sul) e 724143 (Leste/Oeste):

- Para a variável “G” (grau de confinamento), o poço recebe nota 0,2, pois o aquífero está em condição confinada.
- Para a variável “O” (parâmetro litológico), encontraram-se os seguintes dados: de 0 a 1 metro, é caracterizado como solo argiloso; de 1 a 116 metros, basalto, cerca de 2 metros de brechas e, por fim, basalto até os 144 metros (profundidade total do poço). É importante ressaltar que foi levado em conta o valor do nível estático, que é igual a 17,51 metros, visto que se considerou somente o perfil litológico presente até ele. Então, o solo argiloso recebeu a nota igual a 0,4, e a formação basáltica recebe nota 0,6. Assim, a nota atribuída para esse poço será a interpolação proporcional à fração de formação litológica do poço. A nota atribuída foi 0,53, pois, acima do nível estático (17,51 metros), há predominância da formação basáltica e uma pequena parcela de solo argiloso.
- Já para a variável “D” (nível estático), atribui-se nota 0,8, uma vez que o nível estático é inferior a 20 e maior que 5 metros.

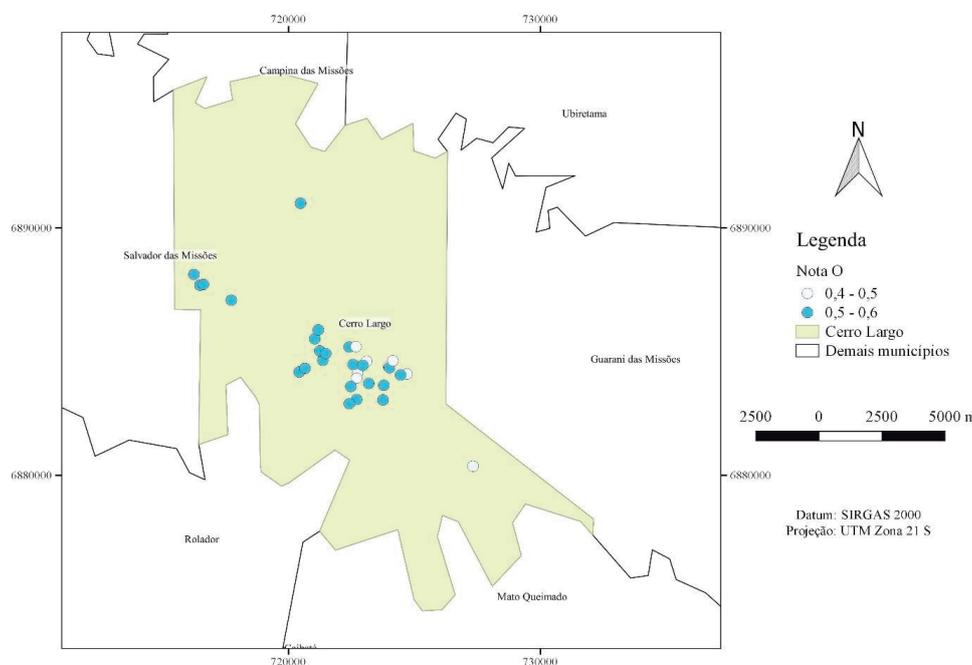
Após a identificação de cada variável, calculou-se o IV, aplicando os valores na equação 1, e obteve-se o valor de 0,072. Logo, a vulnerabilidade à contaminação nesse poço é “Insignificante”, abaixo de 0,1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de confinamento dos poços estudados mostraram que em todos os casos o aquífero é confinado. Dessa forma, a nota “G” foi atribuída igual a 0,2 para todos os poços estudados. A análise dos perfis litológicos dos poços pesquisados revelou a presença de formação basáltica, solo argiloso e de rochas intemperizadas, que conferem diferentes graus de vulnerabilidade (argilas confinam muito as águas subterrâneas, enquanto as rochas intemperizadas não).

Sendo assim, a nota “O” variou de 0,4 a 0,6. É importante salientar que essa análise da camada litológica é correspondente às camadas presentes da superfície até o nível estático do poço, ou seja, trata-se de uma adaptação do método GOD (FOSTER; HIRATA, 1988). Na figura 2, consta a distribuição das referidas notas nos 31 poços estudados. É possível verificar que os poços que receberam notas de 0,4 a 0,5 situam-se na porção leste do município e, como característica em comum, apresentam a presença de argila e basalto.

**Figura 2** - Notas referentes à variável litológica (O) atribuídas aos poços do município de Cerro Largo/RS.

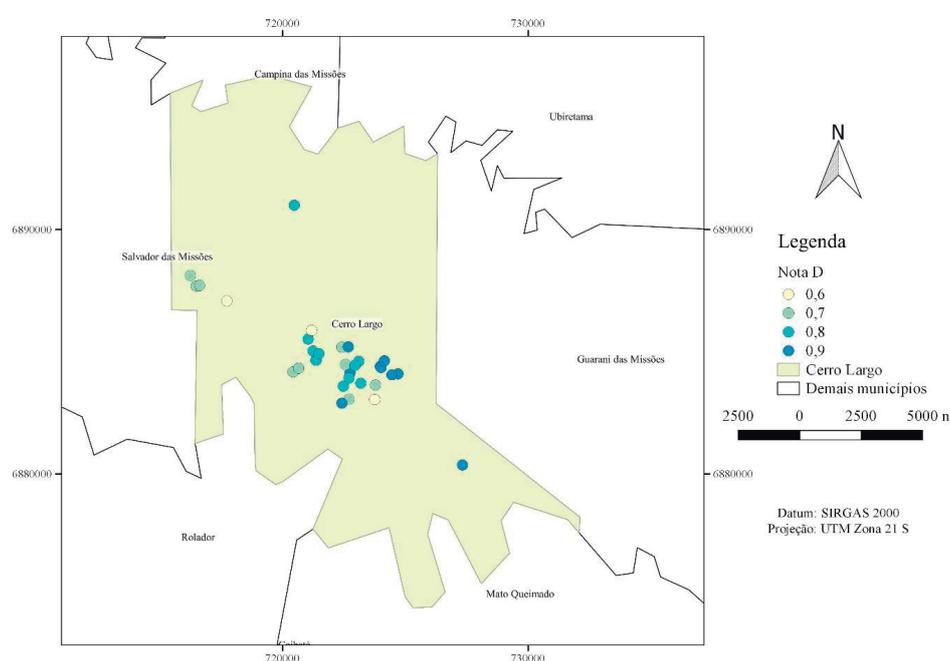


Fonte: construção do Autor.

Em relação ao nível estático, foram encontradas profundidades de 0,21 a 64 metros. Dessa forma, foram atribuídas notas de 0,6 a 0,9, correspondentes às classes da metodologia. Quanto mais

profundo o nível estático da água, menor a nota. Sendo assim, será menor a vulnerabilidade natural, pois maior é o perfil que o contaminante deve percolar até atingir a água subterrânea. Na figura 3, constam informações que se referem à distribuição das notas da variável nível estático nos poços. Esses aquíferos encontram-se sob pressões maiores, confinados e, quando perfurados, elevam os seus níveis até próximo à superfície. Assim, essa proximidade do nível freático com a superfície só é importante para contaminações pontuais diretas na captação, que não é o escopo do método GOD. De qualquer forma, é importante ressaltar a ocorrência do lençol freático (livre, confinado, semi-confinado) pelo método.

**Figura 3** - Notas referentes à variável nível estático (D) atribuídas aos poços do município de Cerro Largo/RS.

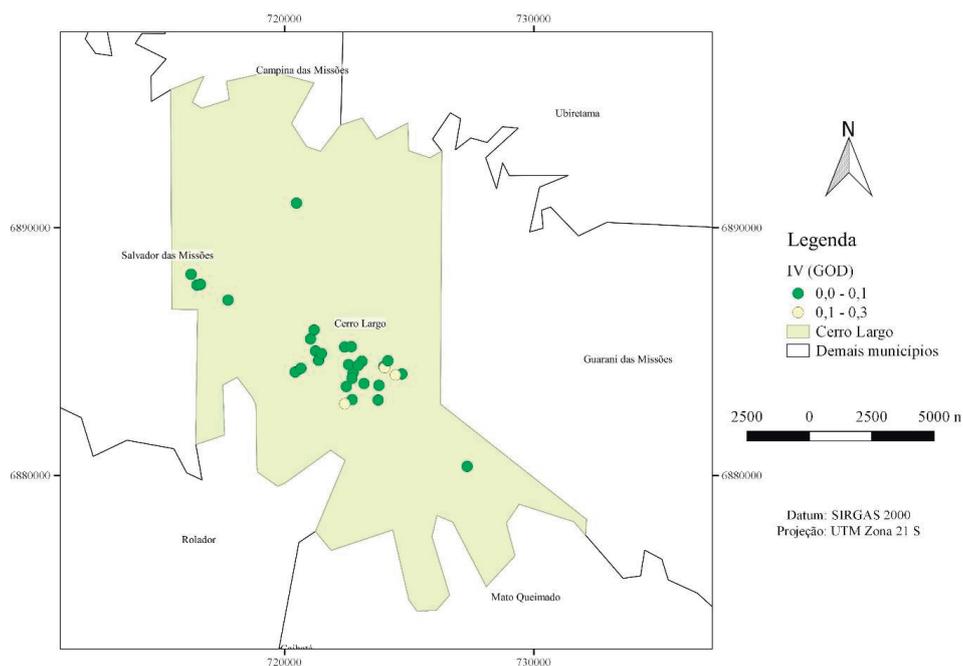


Fonte: construção do Autor.

Cerca de 32,26% dos poços apresentaram valores de nível estático, variando de 5 a 20 metros, 29,03%, ou 9 poços, foram registrados com menos de 5 metros de profundidade. Outros 9 apresentaram valores entre 20 e 50 metros e apenas 3 poços (9,68%) têm 50 metros ou mais de profundidade. Uma vez que alguns poços obtiveram notas próximas de 1 nesse critério, pode-se afirmar que o nível estático foi a variável que mais teve efeito no aumento do índice de vulnerabilidade dos poços de modo geral.

Observa-se que a maioria dos poços está construída na região central do município, o que pode colocar a água subterrânea desses poços em condições de risco, dependendo do tipo de atividade que se desenvolve na superfície e do uso e cobertura da terra. Contudo o método GOD refere-se a uma análise da vulnerabilidade natural, ou seja, desconsidera a atividade antrópica que há acima do poço.

Figura 4 - Índice de vulnerabilidade natural dos poços no município de Cerro Largo/RS.



Fonte: construção do Autor.

Os resultados dos índices insignificantes e baixos podem ser explicados, em parte, pelo grau de confinamento dos aquíferos, que gera menor probabilidade de ocorrer algum tipo de alteração na qualidade da água subterrânea. Além disso, a nota atribuída nesse quesito é de 0,2, o que reduz muito o produto das três variáveis. Uma vez que todos os poços receberam a mesma nota para a variável “G”, optou-se por não gerar um mapa correspondente às notas G atribuídas, bem como para as demais variáveis.

Em análise semelhante, Curtrim e Campos (2010) aplicaram o método GOD com algumas modificações. Os valores foram atribuídos com base nas características (geomorfológicas e hidrogeológicas) já conhecidas do aquífero junto com o monitoramento de 34 poços na cidade de Rondonópolis, estado do Mato Grosso, em que foi realizada a avaliação da vulnerabilidade e o perigo de contaminação do Aquífero Furnas. Determinaram que 0,1% continha vulnerabilidade alta; 31,9%, moderada; 68%, desprezível, que envolve toda a ocorrência confinada do aquífero. O método apresentou resultados bastante coerentes, visto que a vulnerabilidade desprezível ocupa 100% da área confinada do aquífero de Furnas.

Alguns trabalhos indicam outra variável decisiva nos resultados, como em estudo realizado por Duarte et al. (2016) no município de Humaitá, Amazonas, onde a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas foi calculada para 16 poços tubulares, registrados no SIAGAS. O método GOD foi aplicado, resultando em vulnerabilidade predominantemente baixa (49% da região), seguida de vulnerabilidade média (12,7%) e vulnerabilidade alta igual a 38,3% da área. Os índices de baixa vulnerabilidade podem ser explicados devido à influência da camada superficial argilosa, que impede a passagem do contaminante. Já a somatória da vulnerabilidade média e alta, equivalente a 51% da

área de estudo, justifica-se por se tratar de um aquífero livre, com nível estático pouco profundo, juntamente com a camada vadosa constituída por sedimentos arenosos.

Já no município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, também foi aplicado o método GOD para analisar as condições de vulnerabilidade em que se encontra a água subterrânea, em 13 poços tubulares. E, conforme relatam Lobler e Silva (2015), foi constatado que a maioria dos poços está localizada em áreas de média (30,76%) e alta vulnerabilidade (30,76%). Porém o resultado de extrema vulnerabilidade (15,38 %) é significante. De acordo com os autores, o alto nível da vulnerabilidade de contaminação é procedente das fontes pontuais e potencialmente poluidoras, que são cemitérios e postos de combustíveis concentrados na área urbana do município. Assim, observa-se a ampla utilização do método GOD em diferentes regiões, cada qual com suas características determinantes para os resultados, representadas pelas variáveis da metodologia.

Em Bauru, São Paulo, foi calculada a vulnerabilidade natural à contaminação do Sistema Aquífero Bauru, que abrange a área urbana do município. Conforme Rosenberger et al. (2013), os dados referentes aos poços foram retirados do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e do Departamento de Água e Esgoto de Bauru (DAE-Bauru), totalizando 135 poços aptos ao estudo. As classes de vulnerabilidade foram subdivididas em moderada-baixa e moderada-alta para possibilitar uma avaliação mais detalhada. Aplicando o método GOD, concluiu-se que 79,3% da região estudada configuram-se como áreas de vulnerabilidade moderada-baixa, sucedida pela moderada-alta (20 %). Uma pequena porção (0,7 %) classificou-se em baixa-alta. O parâmetro profundidade do nível de água (variável D) foi decisivo e apresentou a maior influência na variação das vulnerabilidades.

## CONCLUSÕES

A realização deste estudo permitiu calcular, avaliar e mapear o índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas, calculado a partir do método GOD, nas abrangências do município de Cerro Largo, Rio Grande do Sul. Sugere-se executar estudos físico-químicos e bacteriológicos para uma avaliação mais aprofundada e, conseqüentemente, garantir a segurança da população que é abastecida pela água dos poços subterrâneos do município.

## REFERÊNCIAS

ALLER, L. et al. **DRASTIC**: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. Washington, D.C: Environmental Protection Agency Report 600/2-87-035, 1987. Disponível em: <<https://bit.ly/2TLV179>>. Acesso em: abr. 2018.

CUTRIM, A. O.; CAMPOS, J. E. G. Avaliação da vulnerabilidade e perigo à contaminação do Aquífero Furnas na cidade de Rondonópolis (MT) com aplicação dos Métodos GOD e POSH. **Rev. Geociências, São Paulo**, v. 29, n. 3, p. 401-411, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2r8rNSJ>>. Acesso em: abr. 2018.

DA SILVA, L. L. R. et al. Vulnerabilidade natural dos recursos hídricos subterrâneos na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim. **Rev. Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 333-355, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2Q0wGwo>>. Acesso em: fev. 2018.

DUARTE, L. M. et al. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Rev. Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 402-413, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2RdHio3>>. Acesso em: abr. 2018.

ERTEL, T.; LOBLER, C. A.; SILVA, J. L. S. Índice de vulnerabilidade das águas subterrâneas no município de Rosário do Sul, Rio Grande do Sul. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1400-1408, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2r7QUFv>>. Acesso em: fev. 2018.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1988.

FOSTER, S. et al. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servmar, 2006. p. 1-104. Disponível em: <<https://bit.ly/2KxmKEp>>. Acesso em: jan. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cerro Largo - Panorama**. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2RfzP87>>. Acesso em: mar. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Exploratório do Estado do Rio Grande do Sul**. 2002a. Disponível em: <<https://bit.ly/2Q0wRry>>. Acesso em: mar. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil**. 2002b. Disponível em: <<https://bit.ly/2AnMluQ>>. Acesso em: mar. 2018.

LÖBLER, C. A.; SILVA, J. L. S. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 1, p. 141-152, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2DYRiia>>. Acesso em: fev. 2018.

RIBEIRO, D. M.; ROCHA, W. F.; GARCIA, A. J. V. Vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos da Sub-bacia do Rio Siriri, Sergipe. **Rev. Águas Subterrâneas**, v. 25, n. 1, p. 91-102, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/2QiClgt>>. Acesso em: mar. 2018.

ROSENBERGER, M. et al. Vulnerabilidade natural à contaminação do Sistema Aquífero Bauru na área urbana do município de Bauru (SP). **Rev. o Instituto Geológico**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 51-67, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2Shlt7j>>. Acesso em: abr. 2018.

SIAGAS - SISTEMA DE INFORMAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Pesquisa Geral**. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2TKE9O5>>. Acesso em: abr. 2018.

SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2zv2AGK>>. Acesso em: mar. 2018

