

## **ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA À CONTAMINAÇÃO DO SASG EM PALMEIRA DAS MISSÕES - RS**

LUCAS LASTA<sup>1\*</sup>; WILLIAN FERNANDO DE BORBA<sup>2</sup>, GABRIEL D'ÁVILA FERNANDES<sup>3</sup>  
JOSÉ LUIZ SILVÉRIO DA SILVA<sup>4</sup>; GUSTAVO RINALDO SCABURI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Aluno de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Santa Maria -RS, lucaslasta@hotmail.com

<sup>2</sup>Mestrando em Engenharia Ambiental, UFSM, Santa Maria - RS, borbawf@gmail.com

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Ambiental, UFSM, Santa Maria - RS, enggabrielfernandes@gmail.com

<sup>4</sup>Dr. Pesquisador CNPq, UFSM, silverioufsm@gmail.com

<sup>5</sup> Mestrando em Bioenergia, Unicentro, Guarapuava - PR, gustavo.scaburi@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** A utilização da água subterrânea, principalmente em pequenos centros urbanos ou núcleos de difícil acesso na zona rural, é uma alternativa em relação ao abastecimento humano. Porém, seu consumo ou gestão inadequada, pode gerar problemas relativos a contaminação e utilização. Assim, este estudo tem por objetivo estimar a vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral à contaminação em Palmeira das Missões, na região noroeste do RS. Para isso, foi utilizado as informações de 239 poços tubulares oriundas do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Para a estimativa da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação foi utilizado o sistema GOD. Com isso, a vulnerabilidade na área de estudo variou de insignificante a média, com predomínio das menores classes. Isso, possivelmente foi resultado das condições geológicas e hidrogeológicas do aquífero. Assim, conclui-se que o aquífero nessa área apresenta boas condições naturais de proteção, principalmente pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água subterrânea, SASG, Sistema GOD.

### **ESTIMATE OF INTRISEC VULNERABILITY TO THE SASG CONTAMINATION IN PALMEIRA DAS MISSÕES - RS**

**ABSTRACT:** The use of groundwater, particularly in small urban centers or nuclei of difficult access in the countryside, is an alternative to human supply. However, consumption or poor management, may lead to problems related to contamination and use. This study aimed to estimate the vulnerability of the Serra Geral Aquifer System contamination in Palmeira das Missões, in the northwest region of the RS state. For this, it was used information from 239 tubular wells derived from the Groundwater Information System. To estimate the natural vulnerability of the aquifer contamination was used GOD system. Thus, the vulnerability in the study area ranges from negligible to average, with a predominance of smaller classes. This possibly was the result of geological and hydrogeological conditions of the aquifer. So it is concluded that the aquifer in this area has good natural conditions of protection, mainly by basaltic rocks of the Serra Geral Formation.

**KEYWORDS:** Groundwater, SASG, GOD System.

### **INTRODUÇÃO**

A contaminação dos mananciais de abastecimento de água, principalmente superficiais, é um problema que afeta a sociedade atualmente. Frente a essa problemática, os mananciais subterrâneos surgem como uma alternativa viável para sanar essas dificuldades. Porém, seu uso ou gestão inadequada pode acarretar em sérios problemas ambientais. Nesse contexto, estudos que visem estimar a vulnerabilidade/susceptibilidade natural do aquífero à contaminação são desenvolvidos em diversas regiões, não somente no Brasil, mas no mundo inteiro (Veríssimo, 2010; Santos e Pereira, 2011; Rosenberger et al., 2013; Simas, 2014).

Com isso, entende-se por vulnerabilidade, a capacidade de suporte que o meio apresenta as atividades desenvolvidas na superfície do solo (Foster, 1987; Foster et al., 2002; 2006). Sendo, essa vulnerabilidade em função do da penetração do contaminante ao aquífero e a capacidade dos estratos de cobertura em atenuar esses contaminantes (Foster et al., 2002; 2006).

No que se refere aos métodos que visam estimar a vulnerabilidade do aquífero à contaminação tem-se os mais variados. Sendo alguns mais práticos e que demandam informações de maior acessibilidade e alguns que necessitam de informações oriundas de ensaios laboratoriais. Dentre estes, o sistema GOD (*Groundwater hydraulic confinement, Overling strata, Deth to groundwater table – unconfined – our strike – confined*), descrito por Foster et al. (2002; 2006), é o mais utilizado, pois demanda uma menor gama de variáveis, e ainda, essas são de fácil obtenção (Foster et al., 2002; 2006).

Estudos que utilizaram esse mesmo método em rochas vulcânicas foram realizados por Borba et al. (2015; 2016), Fernandes et al. (2016), Freitas et al. (2012), Löbler e Silvério da Silva (2015), Reginatto e Alhert (2013), Silvério da Silva et al. (2013), Terra et al. (2016). Com isso, destaca-se a grande aplicabilidade desse método para estimativa da vulnerabilidade natural à contaminação.

A partir do descrito, esse estudo tem por objetivo avaliar a vulnerabilidade natural à contaminação Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) no município de Palmeira das Missões, localizado no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no Planalto da Serra Geral, Bacia Sedimentar do Paraná.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O município de Palmeira das Missões (Figura 1) está localizado na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, pertencente a Região Hidrográfica do Uruguai (U), Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea (U-100), segundo informações da SEMA (2004). O município possui uma população, segundo IBGE (2010), de 34.328 habitantes, sendo 29.831 residentes do meio urbano e 4.497 no meio rural, e uma densidade demográfica de 24,18 habitantes/km<sup>2</sup>. O município destaca-se no cenário regional principalmente pela produção agrícola, além da pecuária.

No que se refere a geologia, o município está inserido na Formação Serra Geral (FSG) Fácies Tupanciretã, Paranapanema e Gramado. CPRM (2006), define essas formações geológicas como:

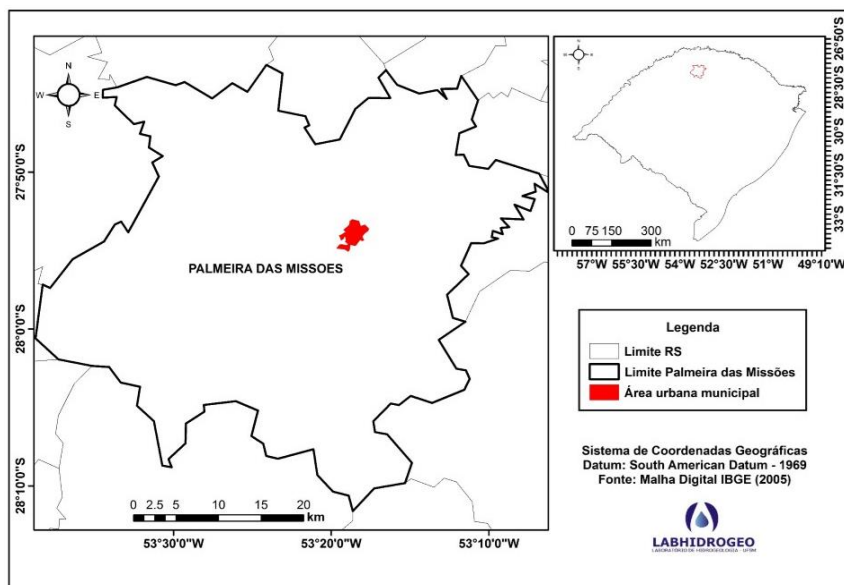
- FSG Fácies Gramado: Constituída por derrames basálticos granulares finos a médio, melanocráticos cinza, horizontes vesiculares preenchidos por zeólitas, carbonatos, apofilitas esaponita e intercalções com os arenitos Botucatu.

- FSG Fácies Tupanciretã: Constituída por arenito fino, quartzoso, paraconglomerado e arenito conglomerático, ambiente continental. Essa unidade ocorre sobre rochas vulcânicas e forma aquífero do tipo porosos intergranular.

- FSG Fácies Paranapanema: Constituída por derrames basálticos granulares finos, melanocráticos, contendo horizontes vesiculares, espessos preenchidos com quartzo (ametista), zeólitas, carbonatos, seladonita, cobre nativo e barita;

Já que no que refere-se hidrogeologia, está presente o SASG I (sg\_1). Onde, Segundo Machado e Freitas (2005) constitui-se principalmente, de litologias basálticas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. Sendo este, um aquífero do tipo fissural oriundo de rochas vulcânicas e seus produtos de intemperização.

Figura 1. Localização do município de Palmeira das Missões - RS.



Fonte: Construído a partir de IBGE (2005).

### Obtenção das informações

As informações utilizadas nesse estudo foram adquiridas do portal do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), mantido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) do Sistema Geológico do Brasil, através do endereço: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Foram utilizadas as informações de coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*), nível estático obtido na perfuração dos poços, cota altimétrica da “boca do poço” e demais informações geológicas e hidrogeológicas de interesse.

Essas informações foram oriundas de 239 fontes de abastecimento tubulares, de um total localizadas nos municípios gaúchos de Barra Funda, Boa Vista das Missões, Coronel Bicaco, Nova Ramada, Palmeira das Missões e Santa Bárbara. Foi necessário a utilização destes municípios pelo fato de apenas os poços localizados em Palmeira das Missões não representar a totalidade da área.

### Estimativa da vulnerabilidade e superfície potenciométrica

Para a estimativa da vulnerabilidade natural do aquífero a contaminação, foi utilizado o sistema GOD (Foster et al., 2002; 2006). Esse sistema utiliza as informações do grau de confinamento da água subterrânea (G), ocorrência de estratos de superfície (O) e distância até no nível freático (D).

Com isso, a classe de vulnerabilidade é obtida a partir do produto das variáveis G, O e D, onde classifica-se como insignificante (valores entre 0 e 0,1), baixa (0,1 a 0,3), média (0,3 a 0,5), alta (0,5 a 0,7) e extrema (0,7 a 1,0). Para essa estimativa, foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG), através do interpolador *Inverse Distance Weighted* (IDW) ou ainda Ponderação pelo Inverso da Distância. O Datum horizontal utilizado foi *South American Datum 1969* (SAD69) e Datum Vertical o Porto de Imbituba/Santa Catarina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

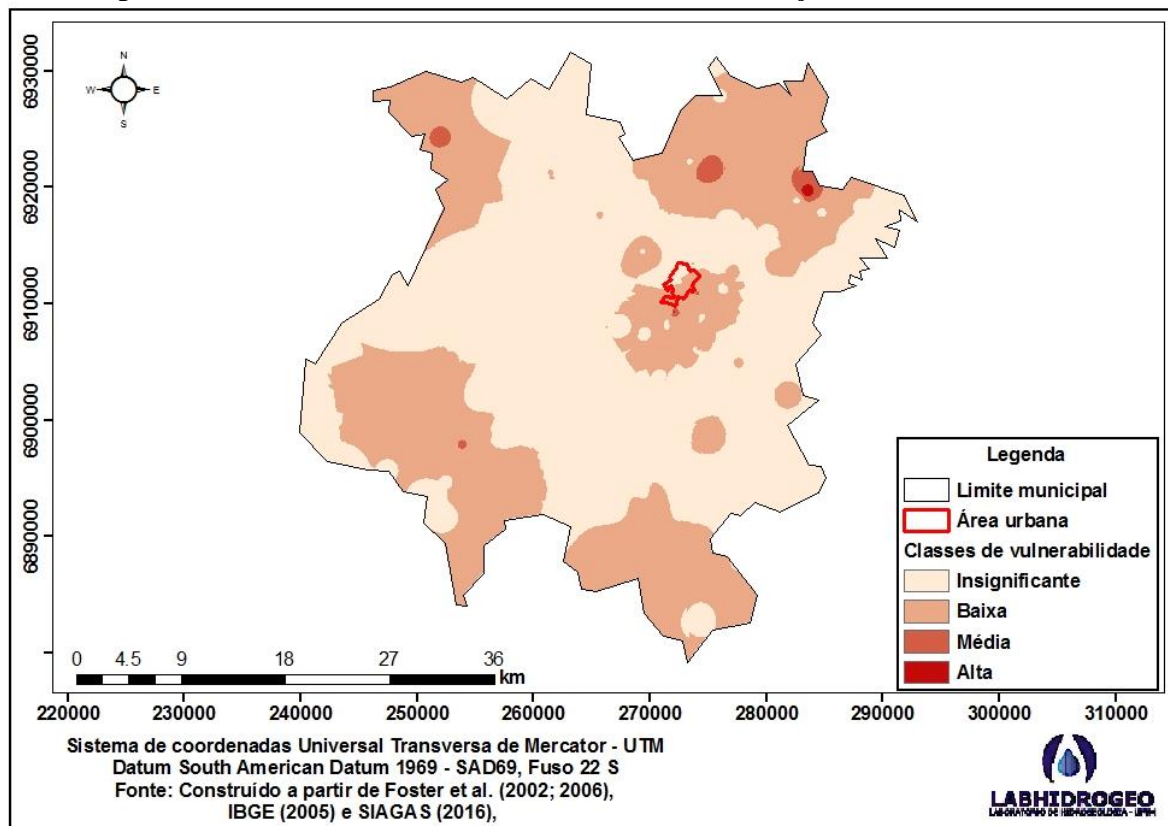
A aplicação do sistema GOD (Foster et al., 2002; 2006) para o município de Palmeira das Missões – RS está ilustrado na Figura 2. Como pode ser observado, as classes de vulnerabilidade variaram de insignificante a alta, com predomínio das menores classes (insignificante e baixa).

Esse comportamento foi identificado nesse mesmo sistema aquífero, com predomínio das menores classes de vulnerabilidade, por Borba et al. (2015, 2016), Terra et al. (2016), Silvério da Silva et al. (2013). Com isso, pode-se dizer que esse sistema aquífero apresenta comportamento homogêneo em sua extensão, através de condição confinada e predomínio de rochas basálticas e seus produtos de intemperização. Nessa região, a camada de basalto varia entre 100 m e valores superiores a 100 m, e as águas do Sistema Aquífero Guarani estão a uma profundidade de até 500 m (OEA/PEA/SEG, 2009).

Essa região é caracterizada pela agricultura intensiva, onde aplica-se fertilizantes químicos a base de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio). Isso, pode acarretar, na contaminação não somente dos

recursos hídricos superficiais, mas também do aquífero, onde os contaminantes infiltram na camada de solo e atingem o lençol freático.

Figura 2. Estimativa da vulnerabilidade natural à contaminação em Palmeira das Missões-RS.



## CONCLUSÃO

A área de estudo é caracterizada pela atividade agrícola intensiva, que pode vir a contaminar o meio subterrâneo pelo uso desenfreado dos fertilizantes químicos. Contudo, o aquífero se mostra, na maior porção da área confinada, com uma vulnerabilidade classificada como insignificante. Essa característica, aliada as demais propriedades geológicas e hidrogeológicas presentes, conferem um maior grau de proteção. Porém, se indica a elaboração de estudos complementares avaliando ao tipo de poluente, estimando o grau de proteção a vulnerabilidade específica.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CAPES pela concessão de bolsas de auxílio financeiro a estudantes ao primeiro e quinto autor e produtividade do quarto autor.

## REFERÊNCIAS

- BORBA, W. F.; FERNANDES, G. D. A.; TERRA, L. G.; LOBLER, C. A.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. Assessment of the intrinsic vulnerability to contamination of the aquifer in river basin Passo Fundo of Rio Grande do Sul. Anuário do Instituto de Geociências (UFRJ. Impresso), v. 39, n. 2., p. 145-154, 2016.
- TERRA, L. G.; BORBA, W. F.; FERNANDES, G. D. A.; TROMBETA, H. W.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. Caracterização hidroquímica e vulnerabilidade natural à contaminação das águas subterrâneas no município de Ametista do Sul- RS. Revista Monografias Ambientais, v. 15, p. 94-104, 2016.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. 2006. Mapa Geológico do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000. Brasília: CPRM/SIAGAS, 2006.
- FERNANDES, G. D. A.; BORBA, W. F.; LASTA, L.; LOBLER, C. A.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. Uso do sistema GOD para determinação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação em

Marau - RS. In: 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2016, Bento Gonçalves - RS. Anais Vº Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2016.

FOSTER, S. S. D. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: VAN DUIJVENBOODEN, W. V & VAN WAEGENINGH, H. G. (ed.). Vulnerability of soil and groundwater to pollution, proceedings and information. Haia: Netherlands Organization for Applied Scientific Research. 1987. p. 69-86.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies. 1. ed. [s.l.] Washington, DC: World Bank, 2002. 114p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Washington, DC: World Bank, 2006. 114p.

FREITAS, M. A.; BINOTTO, R. B.; NANNI, A. S.; RODRIGUEZ, A. L. M.; BORTOLI, C. R. Avaliação do potencial hidrogeológico, vulnerabilidade intrínseca e hidroquímica do Sistema Aquífero Serra Geral no noroeste do Estado do RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.17, n.3, p.31- 41, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 Mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Malha Municipal Digital do Brasil: 2005 (escala 1:500.000). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Disponível em:<[ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/malhas\\_digitais/municipio\\_2005/E1000/Proj\\_Geografica/Arc\\_View\\_shp/Regiao/Sul/](ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2005/E1000/Proj_Geografica/Arc_View_shp/Regiao/Sul/)>. Acesso em: 20 Mai. 2015.

LOBLER, C. A.; SILVÉRIO da SILVA, J. L. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas do município de Nova Palma, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Ambiente Água [online], v. 10, n.1, p. 141-152, 2015.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. Projeto mapa hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul: escala 1:750.000, relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS/OEA; PROGRAMA ESTRATÉGICO DE AÇÃO/PEA; GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY/GEF. Projeto de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável do Sistema Aquífero Guarani. Programa Estratégico de Ação/PEA. [S.l.], 2009.

REGINATTO, P. A. R.; ALHERT, S. Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Águas Subterrâneas, v. 27, n.2, p. 32-46, 2013.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – SEMA. Mapa das Bacias Hidrográficas e Municípios do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SEMA, 2004.

ROSENBERGER, M; VARNIER, C.; IRITANI, M. A.; FERREIRA, L. M. R.; ODA, G. H.; VIOTTI, M. Vulnerabilidade natural à contaminação do Sistema Aquífero Bauru na área urbana do município de Bauru (SP). Revista do Instituto Geológico, v. 34, p. 51-67, 2013.

SANTOS, M. G. dos; PEREIRA, S. Y. Método AVI (*Aquifer Vulnerability Index*) para a classificação da vulnerabilidade das águas subterrâneas na região de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Engenharia Sanitária e Ambiental (Online), v. 16, p. 281-290, 2011.

SIMAS, L. F. B. Índices de vulnerabilidade à contaminação de massas de água subterrânea: aplicação à delimitação da rede ecológica nacional no Conselho de Almada (Portugal). 2014. 80f. Dissertação (Mestrado em Geologia Aplicada) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SIAGAS/ COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Pesquisa geral. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 20 Mai. 2015.

VERÍSSIMO, A. C. F. Hidroquímica, vulnerabilidade e proteção do Aquífero Torres Vedras. 2010. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geológica e de Minas) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.