



## **Avaliação da Vulnerabilidade Intrínseca a Contaminação do Aquífero em Salvador do Sul- RS**

**Jauana Marilise do Nascimento Riegel<sup>1</sup>, Gabriel D'Ávila Fernandes<sup>2</sup>,  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich<sup>3</sup> & José Luiz Silvério da Silva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa, riegel.jauana@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, enggabrielfernandes@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pampa, eng.kemerich@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, silverioufsm@gmail.com

### **Resumo**

A água subterrânea é de suma importância para manutenção dos ecossistemas e para subsistência da humanidade, sua exploração sem estudo prévio lhe torna susceptíveis a agentes externos. O estudo realizado tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade natural do aquífero pertencente ao Sistema Serra Geral II no município de Salvador do Sul, através da aplicação do sistema GOD. Foram utilizadas informações de 99 poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. A partir da confecção do mapa de vulnerabilidade foi possível definir que a região rural possui um baixo índice de vulnerabilidade natural do aquífero por sua composição de rochas basálticas e solo argiloso conceder impermeabilidade quando exposto á possíveis contaminantes realizadas na superfícies. A área urbana está localizada no maior ponto de média vulnerabilidade natural do aquífero, mostrando uma necessidade de maiores estudos sobre as atividades potencialmente poluidoras na região urbana do município.

Palavras-chave: Método GOD, Bacias hidrográficas, SASG.

Área Temática: Recursos Hídricos.

## **Evaluation of intrinsic Vulnerability to Contamination of the Aquifer in Salvador do Sul- RS**

### **Abstract**

*Groundwater is of paramount importance for the maintenance of ecosystems and for the subsistence of humankind; its exploitation without prior study makes it susceptible to external agents. The objective of this study was to evaluate the natural vulnerability of the aquifer belonging to the Serra Geral II System in the city of Salvador do Sul, through the application of the GOD system. Information from 99 wells registered in the Groundwater Information System was used. From the preparation of the map of vulnerability it was possible to define that the rural region has a low index of natural vulnerability of the aquifer due to its composition of basaltic rocks and clay soil to grant impermeability when exposed to possible contaminants carried out on the surfaces . The urban area is located at the highest point of the natural vulnerability of the aquifer, showing a need for further studies on potentially polluting activities in the urban area of the municipality.*

*Key words: Method god, Watersheds, SASG*

*Theme Area: Water resources*



## 1 Introdução

A água subterrânea é responsável pela manutenção dos ecossistemas sendo responsável pela retenção de umidade do solo garantindo um fluxo de base dos cursos de água. Sua exploração sem estudos prévios pode vir a ocasionar contaminação por atividades antrópicas potencialmente poluidoras realizadas na superfícies, tais como, postos de gasolina, saneamento básico precário, granjas avícolas entre outras.

O consumo demasiado das águas superficiais tanto para abastecimento humano quanto para os demais usos, tem resultado problemas como a contaminação desses mananciais causando escassez deste recurso. Diante disso a água subterrânea pode ser uma alternativa para que sejam supridos os diversos usos, sendo que seu uso de modo desenfreado pode vir a causar sérios problemas ambientais (BORBA et. al, 2016).

Segundo Kemerich et. al. (2011) risco de poluição das águas subterrâneas consiste na associação e interação da vulnerabilidade natural do aquífero com a carga poluidora aplicada no solo ou em subsuperfície. Podendo assim haver uma situação de alta vulnerabilidade, porém, sem risco de contaminação caso não existir carga poluidora significativa, ou vice-versa. A carga poluidora pode ser controlada ou modificada; mas o mesmo não ocorre com a vulnerabilidade natural, que é uma propriedade intrínseca do aquífero.

Foster et. al. (2013) consideram que a vulnerabilidade do aquífero se destina a representar a variação do nível de proteção natural ou a capacidade de atenuação do contaminante na zona de solo insaturado ou zona de semi-confinamento da água, localizadas acima do aquífero. Essa contaminação advém de processos físicos e químicos (filtração, biodegradação, hidrólise, adsorção, neutralização, e volatilização dispersão).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a vulnerabilidade natural do Aquífero à contaminação no município de Salvador do Sul, pertencente ao Sistema Serra Geral II.

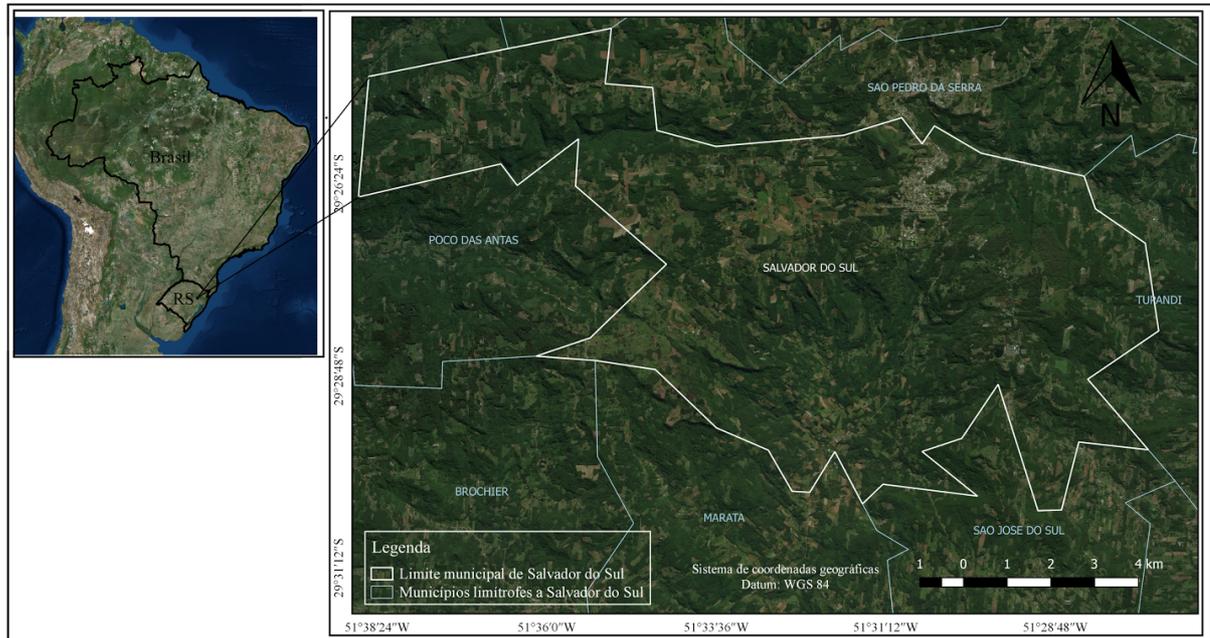
## 2 Metodologia

### 2.1 Caracterização da Área em Estudo

O município de Salvador do Sul localiza-se na encosta inferior do nordeste do Estado do Rio Grande do Sul entre as coordenadas geográficas de latitude sul 29°26' e a longitude oeste 51°30', com altitude média de 493 metros (Figura 1). Possuindo no ano de 2017 aproximadamente 7.434 habitantes em uma área territorial de 98.555 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). A contribuição pelo setor primário equivale a 52,28 % da economia municipal, sendo o maior produtor de ovos do RS, destacando-se também a silvicultura, bovinocultura, suinocultura e piscicultura. Estabelecido na bacia hidrográfica do Rio Caí, o município representa aproximadamente uma área de 65 km<sup>2</sup>.



Figura 1. Mapa de localização do município de Salvador do Sul- RS.



FONTE: Adaptado Google Earth, Imagem de Satélite.

Em relação a geologia a área de estudo pertencente a Província do Paraná, Formação Serra Geral, contexto onde predominam derrames de basaltos, basalto andesitos, riolacitos e riolito, de filiação toleítica, onde intercalam-se arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da porção mediana ao topo da seqüência. Correspondendo a Fácies Caxias tem sua característica pelos derrames de composição intermediária a ácida, riolacitos a riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofrícos, textura esferulítica comum (tipo carijó), forte disjunção tabular no topo dos derrames e maciço na porção central, dobras de fluxo e auto brechas freqüentes, vesículas preenchidas predominantemente por calcedônia e ágata, fonte das mineralizações da região (CPRM, 2006), decorrente do período Cretáceo da era Mesozóico (~65,5 à 135 M.a).

A hidrogeologia local é correspondente ao Sistema Aquífero Serra Geral II, com média ou baixa possibilidade para águas subterrâneas em rochas com porosidade por fraturas. Esse sistema está associado aos derrames de rochas vulcânicas da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral com predominância geológica de basaltos fraturados, riolacitos e riolitos. Possuindo capacidade específica inferior a 0,5 m<sup>3</sup>/h/m, porém em área com maiores fraturas, tem se o potencial capaz de chegar a 2 m<sup>3</sup>/h/m. Possuindo como característica valores de salinidade inferiores a 250 mg/L (MACHADO e FREITAS, 2005).

## 2.2 Obtenção dos Dados e Desenvolvimento dos Mapas

Para a elaboração do estudo foram utilizadas informações de 99 poços cadastrados no sistema SIAGAS que encontram-se disponíveis pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) do Sistema Geológico do Brasil. Utilizando informações de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), nível estático, cota altimétrica e demais informações geológicas e hidrogeológicas disponíveis de interesse. Dentre esses 99 poços, foram usados dados dos municípios vizinhos de Salvador do Sul, sendo eles; Brochier,



Maratá, Poço das Antas, São José do Sul, São Pedro da Serra e Tupandi, visando-se uma melhor espacialização dos dados nas regiões limítrofes.

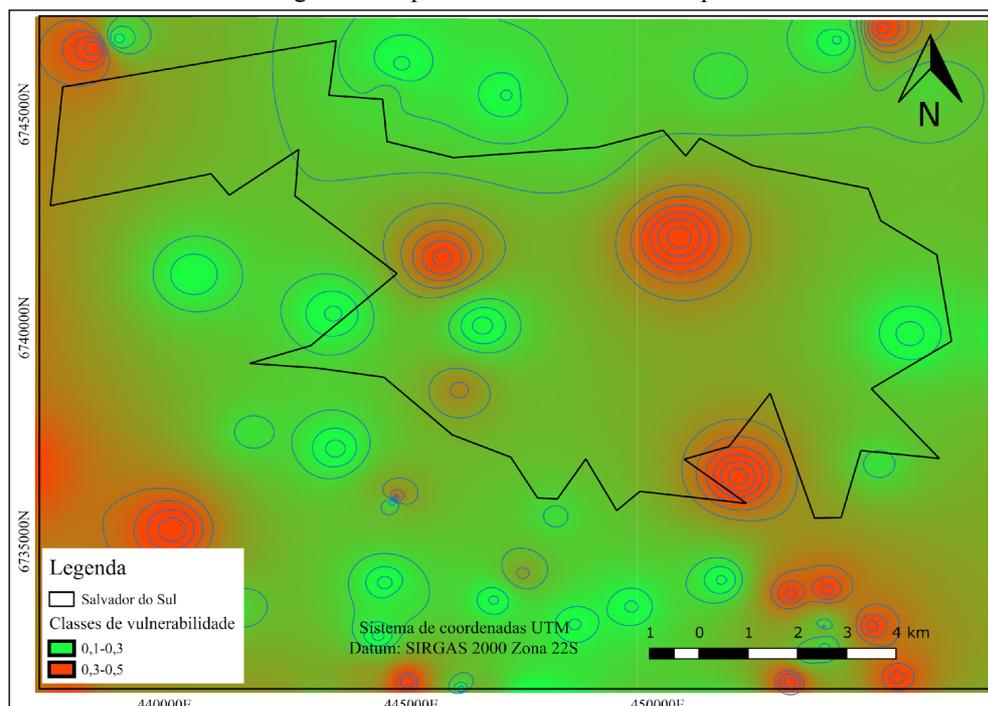
O índice de vulnerabilidade é obtido a partir do produto das variáveis GOD (FOSTER, 2006), sendo assim; i) Grau de confinamento da água subterrânea; ii) Ocorrência de estratos de cobertura; iii) Distância da água subterrânea à superfície do terreno; obtém-se a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, que pode ser classificada como: insignificante (valores entre 0 e 0,1); baixa (0,1 e 0,3); média (0,3 e 0,5); alta (0,5 e 0,7) e; extrema (0,7 e 1). Os resultados serviram como subsídio para elaboração do mapa de vulnerabilidade em mapas temáticos. (BORBA, 2016)

Os resultados foram representados na forma de mapas com uso do softer QGis 2.14. Na interpolação das informações foi utilizado o método IDW (Inverse Distance Weighting) amplamente utilizado em estudos de vulnerabilidade pelos autores Borba et. al (2016) e Fernandes et. al. (2016). Foi empregada a opção Grid Vector Map do software Surfer 8 (GONDEN SOFTWARE, 2002), ilustrando a superfície potenciométrica em forma de cartograma. Foi utilizado o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) utilizando Datum Horizontal SIRGAS 2000, zona 22 sul.

### 3 Resultado e Discussão

A partir da aplicação do sistema GOD (Foster, 2006), o município de Salvador do Sul-RS apresentou predomínio das classes de baixa vulnerabilidade na área rural e média vulnerabilidade na área urbana, conforme a Figura 2. Estando assim mais susceptível a contaminação da água subterrânea a partir de atividades potencialmente contaminantes realizadas na superfície, como depósito incorreto de resíduos, falta de esgotamento sanitário, indústrias, cemitérios, granjas avícolas e de suínos, dentre outros.

Figura 2. Mapa de vulnerabilidade do aquífero

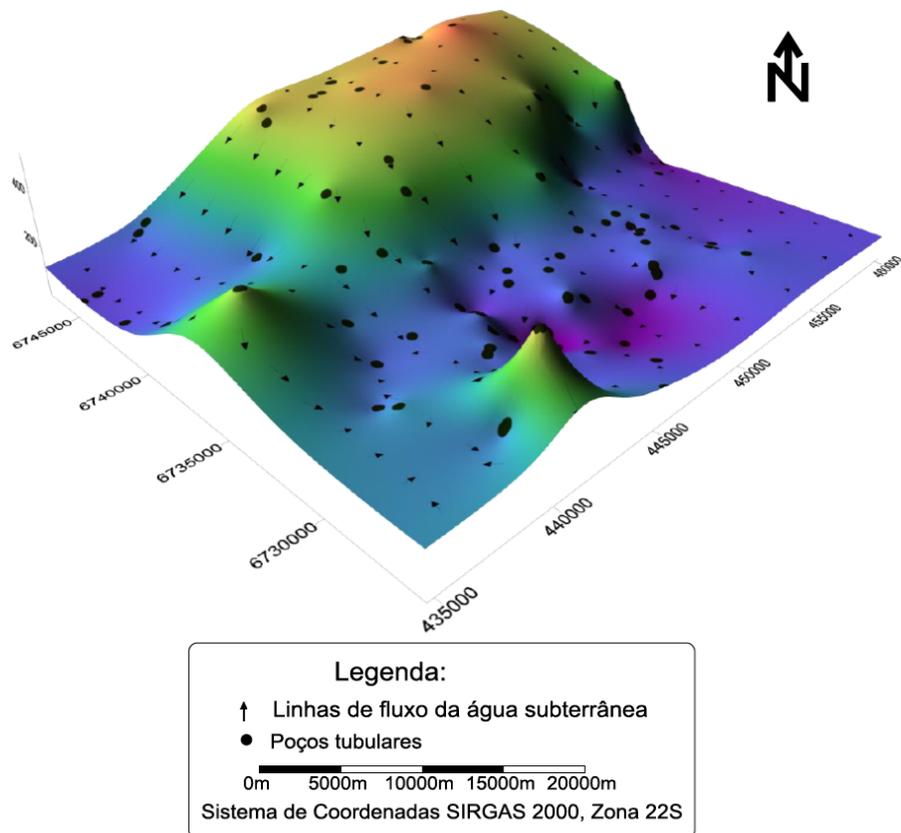




Em estudos elaborados por Fernandes et al. (2016) no município de Marau-RS, pertencente à formação Serra Geral, bem como Salvador do Sul-RS, houve um predomínio da classe de vulnerabilidade média, descendente de regiões que contêm rochas basálticas e produtos de intemperização. Deste modo, concede proteção natural ao aquífero devido ao grau de confinamento por camadas rochosas contando com níveis da água profundos.

Em relação a Superfície Potenciométrica-SP foi elaborado um cartograma com tendência de fluxos da água subterrânea, conforme mostra a figura 3. Representando a carga total em um aquífero onde os menores valores de SP indicam as zonas de descarga já os maiores indicam as zonas de recarga do aquífero (MONTEIRO, 2003). Assim, na área de estudo, é possível identificar que as zonas de recarga (maiores valores) estão localizadas próximas a zona urbana, podendo ocasionar problemas relacionados a dispersão dos poluentes ao longo do perfil do solo e posterior contaminação do aquífero.

Figura 3. Cartograma da Superfície Potenciométrica e tendência de fluxos.



Segundo Fernandes et al. (2017) as linhas de tendência mostram a direção do fluxo e o sentido da pluma em caso de contaminação. Denota-se que a topografia regional influencia diretamente a direção do fluxo subterrâneo havendo o direcionamento de contaminação das áreas de maior vulnerabilidade para as de menor.

#### 4 Conclusão

Avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero variou de baixa a média vulnerabilidade a contaminação. aplicação do método GOD mostrou resultados satisfatórios



para avaliação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação com os dados de 99 poços cadastrados no SIAGAS. Onde a partir do mapa de vulnerabilidade foi possível definir que a região rural possui um baixo índice de vulnerabilidade natural do aquífero por sua composição de rochas basálticas e solo argiloso conceder impermeabilidade quando exposto a possíveis contaminantes. A área urbana encontra-se onde predomina a classe de média vulnerabilidade natural do aquífero, mostrando uma necessidade de maiores estudos sobre as atividades potencialmente poluidoras na região urbana do município. Deve se destacar que o município apresenta atividades como avicultura e suinocultura, sendo que estão localizadas próximas ao perímetro urbano, representar um risco ambiental e sanitário para contaminação do solo e aquífero.

## 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.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil - Superintendência Regional de Porto Alegre, Geologia revista e atualizada aos dados existentes até Julho de 2006

DA CUNHA KEMERICH, Pedro Daniel et al. Determinação da vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro em Santa Maria-RS. Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 8, n. 3, 2011.

FEPAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. Base Cartográfica Digital. 2005. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)>. Acesso: 2 Jan. 2018

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.

FERNANDES, G. D. A.; BORBA, W. F.; GANZER.E. P.; LOBLER, C. A.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. Determinação da Vulnerabilidade Natural à contaminação do Aquífero e Superfície Potenciométrica em Taquaruçu do Sul- RS. Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável /Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017.

FOSTER, S. HIRATA, R.; ANDREO, B. The aquifer pollution vulnerability concept: aid or impediment in promoting groundwater protection? Hydrogeology Journal. v 21, n 7, p. 1389-1392, 2013.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

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

GOLDEN SOFTWARE. Surfer 8: User's guide. Colorado: Golden Software, 2002. 640p.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro. 2018. Imagens do município de Salvador do Sul-RS. Disponível

em:<[https://earth.google.com/web/@-29.44258815,-51.5122499,497.26828258a,4776.05927994d,35y,0h,45t,0r/data=CIIaUBJKCiUweDk1MWMwNWJjZjk2MWQyNWI6MHg5YzljOWRmMmVmNzcyZWFKGQN\\_U7NicT3AIa\\_8Q0R7wUnAKg9TYWx2YWVRvciBkbyBTdWwYAiABKAI](https://earth.google.com/web/@-29.44258815,-51.5122499,497.26828258a,4776.05927994d,35y,0h,45t,0r/data=CIIaUBJKCiUweDk1MWMwNWJjZjk2MWQyNWI6MHg5YzljOWRmMmVmNzcyZWFKGQN_U7NicT3AIa_8Q0R7wUnAKg9TYWx2YWVRvciBkbyBTdWwYAiABKAI)>. Acesso em: 1 Jan. 2018.

Heath, R.C. 1983. Basic Ground-water hidrology. Virginia:USGS.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo

demográfico 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 Jan. 2018.

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.