

# **Análise de dados hidrogeológicos e pedológicos na utilização do método DRASTIC no mapeamento de vulnerabilidade do SAG nos municípios de Portão e Estância Velha/RS**

**Kellen Muradás<sup>1</sup>, Daniel Wojahn<sup>2</sup>, Osmar G. Wöhl Coelho<sup>3</sup>**

## **RESUMO**

O método multiparamétrico DRASTIC foi utilizado para o mapeamento da vulnerabilidade à contaminação de águas subterrâneas no Aquífero Guarani nos municípios de Portão e Estância Velha/RS, obtendo 2,61% da área com baixa vulnerabilidade e mais de 25% altamente vulnerável. O mapa mostra áreas de alta vulnerabilidade sobre as formações sedimentares ocupadas por áreas urbano-industriais e silvicultura. O baixo nível da água subterrânea e o raso material da zona vadosa (manto de alteração do aquífero) foram determinantes para a detecção de alta vulnerabilidade do aquífero. Os tipos de solo atribuem grande importância como filtro biogeoquímico na proteção do aquífero, portanto, foram separados em domínios de acordo com a textura, espessura e mineralogia. O domínio Argissolo 1 indica comportamento impermeabilizante; os ensaios de infiltração e as camadas espessas de argila confirmam a baixa condutividade hidráulica dessa unidade pedológica, constituindo proteção natural do aquífero. Na área de estudo predomina o Argissolo 2, mais arenoso e, a presença de argilominerais caoliníticos é fator atenuador na escala de vulnerabilidade do parâmetro solo, devido a maior estabilidade química em superfície. Os planos de informação foram gerados no ambiente SIG dinamizando a identificação de domínios homogêneos nos parâmetros como solos, litologia e áreas de recarga/descarga.

**PALAVRAS-CHAVE:** mapeamento da vulnerabilidade, DRASTIC, parâmetro Solo, SIG.

## **ABSTRACT**

The multiparametric DRASTIC method was applied to build a vulnerability mapping of groundwater contamination in the Guarani Aquifer, Portão and Estância Velha/RS cities. This map obtained 2,61% of low vulnerability area and more than 25% higher vulnerable. This map shows high vulnerability area over sedimentary formations which are occupied by urban-industrial area and silviculture. The shallow groundwater level and thickness of vadose zone were determined to detection of high aquifer vulnerability. Soils type attributes a big importance like biogeochemical filter for the protection of aquifer. Therefore, they were separated in domains according to texture, mineralogy and thickness. The claysoil 1 domain contributes to impermeabilization and natural protection of the soil, but in the area of this study, claysoil 2 domain, which is more sandy. The presence of caolinitic clayminerals is an attenuation factor in the vulnerability scale of soil parameter due to more chemical stability in the surface. The layers of information of each parameter were generated in the GIS environment turning more dynamic the identification of the homogeneous domains in the soil, litology, recharge/discharge parameters.

**KEYWORDS:** vulnerability mapping, DRASTIC method, soil parameter, GIS.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências. Av. Bento Gonçalves 9500, Agronomia 91570-000 - Porto Alegre, RS – Brasil, Telefone: (051) 33087270. [kellenmuradas@hotmail.com](mailto:kellenmuradas@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos – PPGE. Av. Unisinos, 950 - 6B318. Cristo Rei - São Leopoldo, RS – Brasil Caixa Postal 275 - CEP 93022-000 [dwgeologia@terra.com.br](mailto:dwgeologia@terra.com.br)

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos – PPGE. Av. Unisinos, 950 - 6B318. Cristo Rei - São Leopoldo, RS – Brasil Caixa Postal 275 - CEP 93022-000 [osmar@unisinos.com](mailto:osmar@unisinos.com).

## 1 – INTRODUÇÃO

Os mapas de vulnerabilidade têm como objetivo identificar áreas que possuam características naturais mais ou menos suscetíveis para a contaminação dos aquíferos. Esses mapas de contaminação de águas subterrâneas são ferramentas de planos de gestão ambiental dos municípios e, particularmente neste estudo, está inserido na gestão da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

As características pedogenéticas e geomorfológicas são analisadas através de parâmetros e compreende a relação com o geossistema o qual o aquífero pertence. Essas características externas controlam os fluxos de entrada de água e contaminantes, quando dispostos no ambiente, a exemplo da variação do relevo e do solo como filtro biogeoquímico em processos de reativação e sorção de espécies químicas (Baird 2002, Banat *et al.* 2005). Portanto, o solo foi estudado com maior nível de detalhe, a fim de compreender a sua contribuição na proteção natural do aquífero.

Este estudo teve como objetivos identificar características relevantes do meio físico dos municípios de Portão e Estância Velha para o estudo de vulnerabilidade do Sistema Aquífero Guarani, além de construir o mapa de vulnerabilidade do aquífero empregando o método DRASTIC - USEPA (Aller *et al.* 1987).

## 2 - MÉTODOS

O método DRASTIC requer um denso levantamento de dados de diversas fontes, além da busca em trabalhos de campo da melhor compreensão do ambiente. Para a construção do mapa de vulnerabilidade, foi escolhido o método DRASTIC, acrônimo dos parâmetros a serem analisados: *Depth water table*, *Recharge*, *Aquifer media*, *Soil type*, *Topography*, *Impact of vadose zone*, *Hydraulic Conductivity* (Aller *et al.* 1987). Cada parâmetro do índice DRASTIC refere-se a um mapa que, no ambiente SIG trata-se de um plano de informação, o qual é constituído de polígonos com pesos e pontuações. A criação dos planos de informação, tipo *shapfile* no ambiente SIG, foi realizada através dos softwares ILWIS 3.3 (*Integrated Land and Water Information System*) e ArcView 9.3.1 GIS. Esta é a etapa de classificação por pesos pelo método DRASTIC. Após esta etapa, os planos de informações são somados a fim de gerar o mapa de vulnerabilidade.

## 3 – RESULTADOS

A área é constituída por três sistemas aquíferos com interações hídricas variáveis entre si, quais sejam: Sistema Aquífero Serra Geral, Sistema Aquífero Guarani e Aquífero Quaternário. A recarga direta do SAG ocorre em toda a sua extensão aflorante, as rochas

vulcânicas sobrejacente pertencem ao Sistema Aquífero Serra Geral e contribuem para a recarga do SAG através de zonas de falhas e fraturas. Os solos foram separados em domínios de acordo com a espessura, condutividade hidráulica, mineralogia de argilas e textura. A figura 1 mostra alguns dados obtidos: 1a- argissolo do tipo 1 (argiloso e espesso); b- difratograma de argilominerais (fração <math><4\mu\text{m}</math>), com presença de caolinita e illita; c- comportamento hidráulico separando em domínios de argissolo; d- mapa de vulnerabilidade (vermelho significa classe alta, polígonos são diferentes formas de uso do solo).

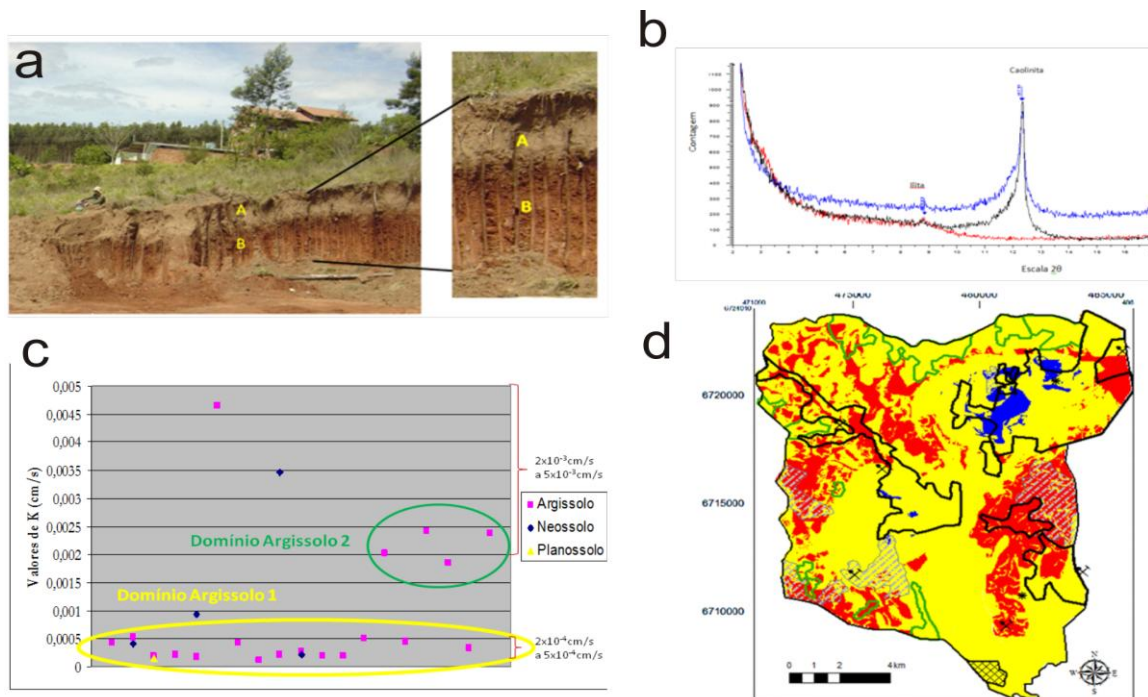


Figura 1: Resultados referentes ao parâmetro solo do método DRASTIC. A figura "d" mostra as classes de vulnerabilidade (azul, amarelo e vermelho são respectivamente baixa, média e alta vulnerabilidade).

#### 4- CONCLUSÕES

As áreas de descarga, assim como as planícies de inundação, têm vulnerabilidade intermediária. Isso ocorre principalmente pela baixa profundidade da água subterrânea, a qual conecta-se aos corpos hídricos superficiais. Nestas áreas, os contaminantes podem ser transferidos para as águas superficiais, ou dependendo de suas características físico-químicas, como os compostos mais densos, podem se infiltrar e permanecer tanto na zona vadosa quanto na própria água subterrânea.

De uma forma geral, detectou-se a ausência de argilominerais esmectíticos, sendo que estes naturalmente aumentam a suscetibilidade dos solos ao fendilhamento por ressecamento em épocas de estiagem, bem como a vulnerabilidade do meio físico. Os Neossolos, diretamente associados ao basalto, são solos rasos, com altos teores de

matéria orgânica e presença subordinada de argilominerais esmectíticos, atribuindo-se aos mesmos uma alta infiltração e, portanto, elevando a vulnerabilidade. Os solos encontrados mostram variação no comportamento hidráulico, sendo que o Argissolo tipo 2 e Neossolo oferecem maior grau de vulnerabilidade ao aquífero, devido a maior porosidade e pequena espessura, respectivamente. O controle da disposição de resíduos com ênfase nas áreas de maior vulnerabilidade deve ser incluídos com prioridade nas áreas de domínio do Argissolo tipo 2 e solos rasos no norte da sub-bacia.

Na área urbana de Estância Velha ocorre um cone de depleção associado a baixos valores de vulnerabilidade à contaminação. Porém, deve-se considerar o rebaixamento do nível estático como impacto negativo no aquífero sob o aspecto de preservação quantitativa da água.

De acordo com os limites de classes de vulnerabilidade propostos pelo método DRASTIC, consta que a área de estudo possui 2,62% de áreas com baixa vulnerabilidade, 72,37% de áreas intermediárias e, 25,01% com alta vulnerabilidade. O mapa de vulnerabilidade obtido ofereceu resultados qualitativos geolocalizáveis, orientando o planejamento da ocupação e monitoramento das áreas de maior vulnerabilidade. Com base no mapa de vulnerabilidade obtido, a porção de alta vulnerabilidade no leste da área, atualmente com uso urbano-industrial e silvicultura, deve ser priorizada para o estudo de contaminação.

As águas subterrâneas devem ser incluídas no plano de gestão ambiental municipal porque exibem conexão com os corpos hídricos superficiais através da descarga, auxiliam no fluxo superficial em período de estiagem e, demandam importância como alternativa de abastecimento rural e urbano-industrial, o qual requer controle quantitativo e qualitativo.

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aller L., Bennett T., Lehr J. H., Petty R. J. 1987. **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings**. Ada: EPA. 641 pp. EPA/600/2-85/0108.
- Baird C. 2002. **Química Ambiental**. -2ª ed. Porto Alegre: Bookman. 622pp.
- Banat K. M., Howari F. M., Al-Hamad A. A. 2005. **Heavy metals in urban soils of central Jordan: Should we worry about their environmental risks?** Environmental Research 97: p. 258-273.
- Muradás, K. ; Wojahn, Daniel ; Coelho, Osmar G. Wöhl . **Survey of geomorphological and hydrogeological data for mapping groundwater vulnerability of the Guarani Aquifer in Portão and Estância Velha/RS using the DRASTIC method** (doi:10.4136/ambi-agua.161) (Portuguese). Revista Ambiente & Água, v. 5, p. 172-194, 2010.