

# Análise de riscos ambientais em bacias transfronteiriças: projecto-piloto no rio Águeda

## Environmental risks analysis in transboundary watershed: a pilot project in Agueda river

*Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes<sup>1</sup>,*

*Maria Teresa Durães Albuquerque<sup>2</sup>, Sandrina Fidalgo de Oliveira<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária. Castelo Branco, Portugal

<sup>2</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior de Tecnologia. Castelo Branco, Portugal  
imantunes@ipcb.pt



## Abstract

Groundwater vulnerability assessment is a critical point in decision-making processes, aimed to land use and resources management. Therefore, the adoption of preventive measures and monitoring processes are of the utmost importance. The main subject of this presentation is the construction of vulnerability mapping in the Águeda river watershed, using three methods - DRASTIC, DRASTIC Pesticide and Susceptibility Index (SI).

The calculated vulnerabilities show a clear heterogeneity along the Águeda watershed. The most vulnerable area is located in the central part of the basin, coinciding with the sedimentary Tertiary aquifer, with urban and agricultural activities. In the northern and southern areas, there is a moderate to high vulnerability, which deserves a detailed study in future works, suggesting that old mining activities could be an environmental risk.

**Keywords:** vulnerability; DRASTIC; DRASTIC pesticide; susceptibility index; Águeda river

## Resumo

O projecto Águeda está inserido no Programa Operacional de Cooperação Transfronteiriça Espanha-Portugal (POCTEP), e tem por principal objectivo a Caracterização Ambiental e Análise dos Riscos na Bacia Transfronteiriça do Rio Águeda.

Este projecto surge das dificuldades de coordenação administrativa na gestão do território transfronteiriço; o que sendo feito de forma independente com o tratamento parcial das bacias hidrográficas transfronteiriças, pode gerar problemas e riscos ambientais administrativos. Um projecto-piloto numa área transfronteiriça, possibilitará uma melhor gestão em situações de emergência, com aumento da eficiência e diminuição dos custos associados.

A vulnerabilidade de um sistema aquífero pode ser entendida como a sua maior ou menor capacidade de atenuação face à passagem de poluentes, sendo uma propriedade intrínseca do sistema hidrogeológico. Tendo por objectivo a construção da cartografia de vulnerabilidade da água subterrânea na bacia hidrográfica do Rio Águeda, foram testados 3 métodos distintos: DRASTIC (vulnerabilidade intrínseca); DRASTIC Pesticida (parâmetros intrínsecos e ponderação de influências antropogénicas extrínsecas) e Índice de Susceptibilidade (IS) (vulnerabilidade extrínseca).

O índice de vulnerabilidade DRASTIC consiste no somatório da média

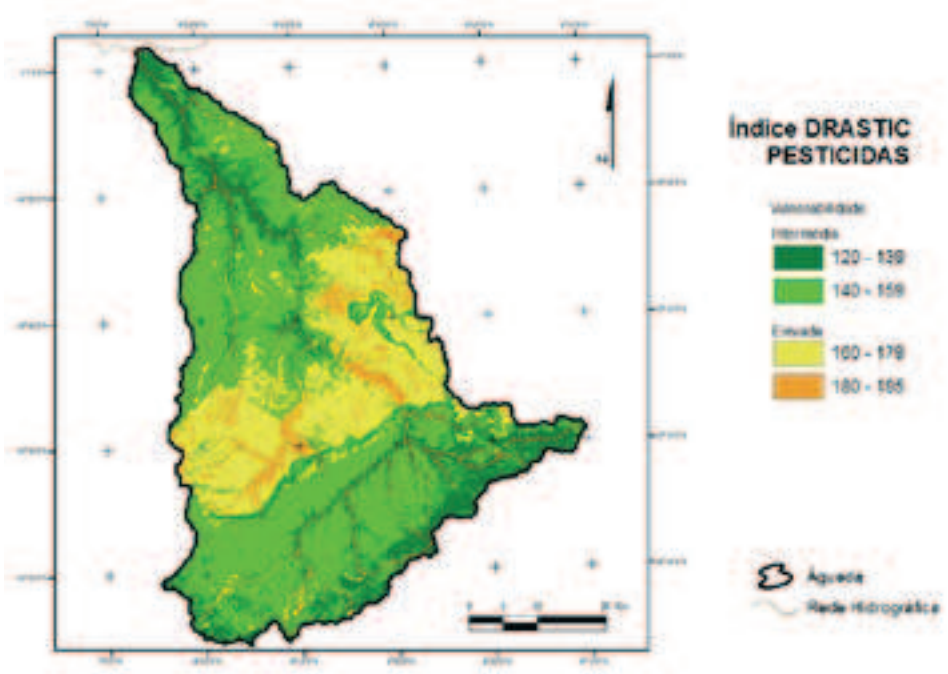
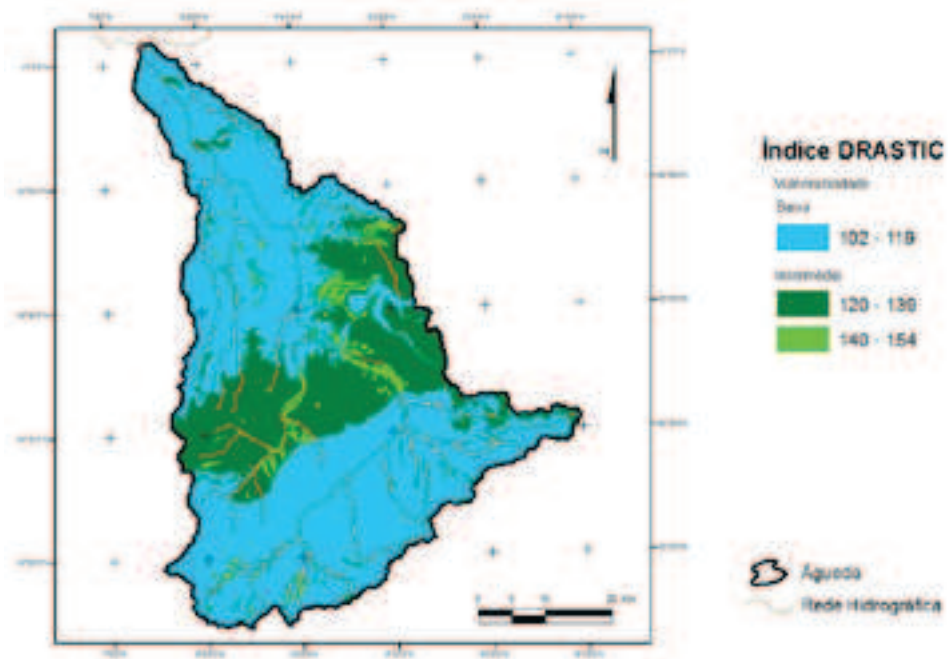
ponderada de 7 parâmetros: profundidade da zona não saturada (D); recarga do aquífero (R); material do aquífero (A); tipo de solo (S); topografia (T); influência da zona vadosa (I) e condutividade hidráulica (C). O índice DRASTIC pesticida, é uma variante do anterior, e foi desenvolvido em resposta à vulnerabilidade das zonas agrícolas, em particular com a intensa aplicação de nitratos; pelo que são introduzidas modificações na ponderação atribuída a cada parâmetro.

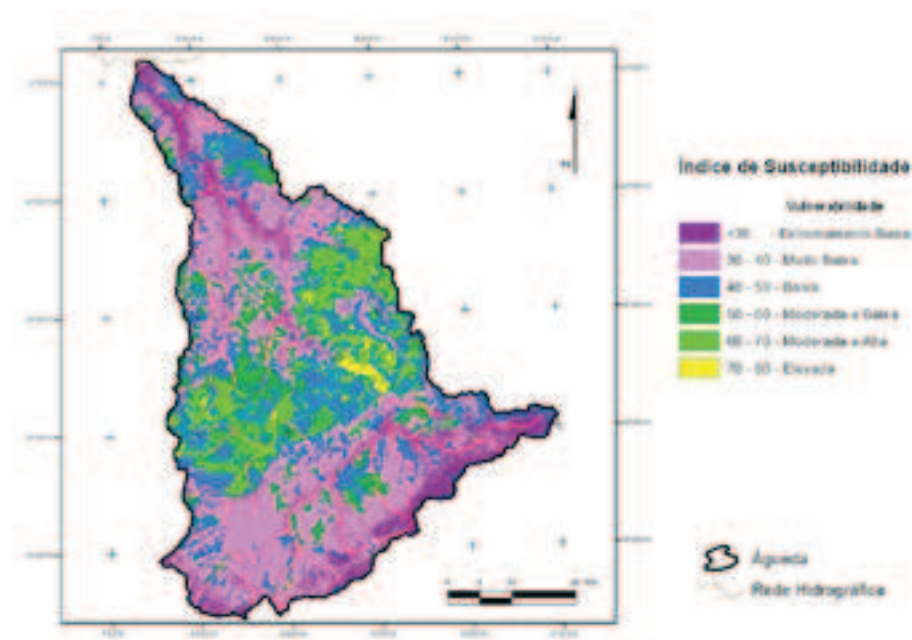
O IS, é uma adaptação do método DRASTIC, em que são eliminados os parâmetros S, I e C e inserido o parâmetro Uso do Solo, sendo classificado de 1 (menor vulnerabilidade) a 100% (elevada vulnerabilidade). Em síntese, e da intersecção dos mapas representativos das diferentes classes dos atributos de cada parâmetro, é obtido um mapa de vulnerabilidade final (Fig. 1).

Os resultados obtidos com a aplicação do índice DRASTIC, mostram um predomínio de um índice de vulnerabilidade baixo (102 - 119), nas áreas a norte e sul da bacia. Na zona central da bacia, o índice de vulnerabilidade é classificado de intermédio (120 - 139); embora ocorram áreas de vulnerabilidade intermédia a elevada (140 - 159) (Figura 1a). De referir que a vulnerabilidade é considerada como extrema para o intervalo de 180 a 230. Esta zona de maior vulnerabilidade coincide com os materiais sedimentares do aquífero de Ciudad Rodrigo, podendo ser justificada tanto pelos materiais litológicos e sua permeabilidade, bem como, pela ocupação humana e actividades associadas aí desenvolvidas.

A aplicação do método DRASTIC pesticida, mostra que as zonas inicialmente de baixa vulnerabilidade, passam a ser classificadas como de vulnerabilidade intermédia (120 - 159); face às actividades humanas associadas às diversas explorações mineiras de Sn-W e U, com elevados teores de metais pesados, nomeadamente de arsénio, presentes nesta região. Na zona de Ciudad Rodrigo, e tendo em conta as numerosas explorações agrícolas existentes, por ser uma zona mais propícia a este tipo de actividade; a vulnerabilidade é elevada (160 - 195) (Figura 1b).

Na determinação IS, é abandonada a influência da vulnerabilidade intrínseca pura e considerada a da vulnerabilidade extrínseca; dependendo do tipo de ocupação do solo. Na bacia hidrográfica do rio Águeda ocorrem áreas de vulnerabilidade extremamente baixa a muito baixa ( $IS < 40\%$ ) onde a ocupação é mais reduzida; enquanto na parte central da bacia, é moderada a elevada e elevada ( $IS = 60$  a  $80\%$ ) (Figura 1c).





**Figura 1.** Cartografia de vulnerabilidade na Bacia do rio Águeda aplicando o método: a) DRASTIC; b) DRASTIC pesticida; c) Índice de susceptibilidade.

A bacia do Águeda apresenta clara heterogeneidade do ponto de vista das diferentes vulnerabilidades calculadas. A zona mais vulnerável é sem dúvida a área central coincidindo com o extenso aquífero do terciário e área urbana existente (Ciudad Rodrigo). A norte e a sul da bacia surgem áreas de vulnerabilidade moderada a elevada que merecem um estudo detalhado em trabalhos futuros. Poderão indiciar que as antigas explorações mineiras continuam a constituir um factor de risco ambiental.

Futuro trabalho de campo irá permitir um desenho de amostragem mais rigoroso e o trabalho de investigação subsequente permitirá explorar o impacto da utilização de distintas técnicas de krigagem no cálculo dos diferentes atributos, para toda a área de estudo.

**Palavras chave:** vulnerability; DRASTIC; DRASTIC pesticide; susceptibility index; Águeda river

### Agradecimentos

Este trabalho é financiado pelo projecto POCTEP: Águeda - Caracterización ambiental y análisis de riesgos en cuencas transfronterizas: proyecto piloto en el río Águeda, desenvolvido pelo Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal), Instituto de Recursos Naturais e Agro-Ambientais (Salamanca, Espanha) e Universidad Europea Miguel de Cervantes (Valladolid, Espanha).

## Bibliografia

- Antunes IMRH, Albuquerque MTD. 2013. Using indicator kriging for the evaluation of arsenic potential contamination in an abandoned mining area (Portugal). *Science of the Total Environment* 442, 545 - 552.
- Albuquerque MTD, Sanz Gb, Oliveira SF, Martínez-Alegría R, Antunes IMHR. 2013. *Águeda Watershed's spatio-temporal Vulnerability Assessment - a transboundary case study* (submetido na Revista *Environmental Pollution*).
- Albuquerque MTD, Sanz G, Oliveira SF, Martínez-Alegría R, Antunes IMHR. 2013 *Spatio-Temporal Groundwater Vulnerability Assessment - A Coupled Remote Sensing and GIS Approach for Historical Land Cover Reconstruction*, *Water Resour Manage* 27: 4509–4526. DOI 10.1007/s11269-013-0422-0
- Mota Pais MFA, Antunes IMHR, Albuquerque MTD. 2012. *Aquifer system's vulnerability for Fadagosa-Nisa's catchment (Alentejo, Portugal) Using DRASTIC Index*. In: Lopes FC, Andrade AI, Henriques MH, Quinta-Ferreira M, Barata MT. & Pena dos Reis R. (Coords). *Para Conhecer a Terra. Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Cap. 6 (in press). ISBN: 978-989-26-0511-1; 978-989-26-0534-0.
- Mota Pais MA, Antunes IMRH, Albuquerque MTD. 2012. *Vulnerability mapping in a thermal zone, Portugal - a study based on DRASTIC index and GIS*. In: Gensel J, Josselin D, Vandembroucke D. (Eds). *Multidisciplinary Research on Geographical Information in Europe and Beyond Proceedings of the AGILE'2012 International Conference on Geographic Information Science*, France. ISBN: 978-90-816960-0-5.