



AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO NO SISTEMA AQUÍFERO ÉVORA-MONTEMOR-CUBA

Joaquim CONDEÇA¹, António CHAMBEL²

1. Agência Portuguesa do Ambiente / ARH Alentejo, Av. Eng.º Arantes e Oliveira, n.º 193 - 7004-514 Évora, vasques.condeca@gmail.com

2. Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Instituto de Ciências da Terra (ICT), Pólo da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal
achambel@uevora.pt

RESUMO

O principal objectivo deste trabalho é a aplicação de métodos empíricos para proceder à caracterização da vulnerabilidade à contaminação do Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba, nomeadamente os índices DRASTIC e de Susceptibilidade (IS). A aplicação destes índices permitiu concluir que o Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba apresenta a maioria da sua área classificada com um índice de vulnerabilidade à contaminação baixo a moderadamente baixo, enquanto os aquíferos carbonatados apresentam grande parte da sua área classificada com um índice moderadamente alto a alto. O IS revelou-se uma ferramenta extremamente útil para ter uma visão espacial do território do ponto de vista da sua vulnerabilidade, quando associada aos usos do solo. No entanto, a complexidade dos sistemas naturais é sempre maior do que as simplificações necessárias para se poderem utilizar as ferramentas que permitem calcular estes índices, existindo permanentemente imprecisões associadas a estes cálculos.

Palavras-Chave: vulnerabilidade; contaminação; DRASTIC; IS.

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos hídricos subterrâneos no Alentejo tem assumido, ao longo dos anos, uma importância histórica, imposta pelas suas condições climáticas. A qualidade natural das águas subterrâneas é determinada pela quantidade e natureza das substâncias que contêm e resulta da interacção da componente geológica (que determina a sua composição química), dos tipos de solos (que determinam a capacidade de transporte do escoamento) e da própria qualidade original da água de precipitação. Todavia, este equilíbrio tem sido afectado, quer por factores externos (acção humana), quer por factores naturais, originando a sua contaminação.

Com a finalidade de manter a qualidade química das águas subterrâneas, surgiu um conjunto de ferramentas, de que fazem parte os mapas de vulnerabilidade, os mapas de risco e a delimitação de perímetros de protecção das captações (Gogu & Dassargues, 2000; Hirata & Rebouças, 1999).

Do ponto de vista hidrogeológico, na zona em estudo existem aquíferos de importância local ou regional (Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba, os aquíferos carbonatados de Viana-Alvito e Portel, o aquífero dos Gabros de Beja), que se destacam num ambiente geral caracterizado por produtividades baixas. É neste contexto que importa avaliar a vulnerabilidade a que está sujeito o Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba, recorrendo, para tal, à elaboração de mapas de vulnerabilidade.

2. ENQUADRAMENTO

O Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba (Fig. 1) abrange um conjunto diversificado de litologias com características diferenciadas, mas que apresentam em comum potencialidades de exploração de água subterrânea de algum modo superiores às das litologias envolventes na área do Alentejo. Geologicamente, a zona abrangida pelo presente estudo situa-se na Zona de Ossa Morena (ZOM), constituída, segundo o ERHSA (2001), “essencialmente por rochas metamórficas (xistos, anfíbolitos, etc.) e rochas eruptivas ácidas e básicas (granito, gabros, etc.)”. Para além destas litologias, são de referir outras, como os xistos argilosos e grauvaques, calcários, dolomitos e mármore e ainda formações detríticas mais modernas que cobrem as formações paleozóicas.

É um sistema com produtividade mais elevada que os restantes sectores das rochas cristalinas portuguesas, e que é constituído pelos sectores de Évora, Montemor-o-Novo, Cuba-S. Cristóvão, Escoural e Vidigueira-Selmes, que mais recentemente têm sido individualizados como aquíferos autónomos.

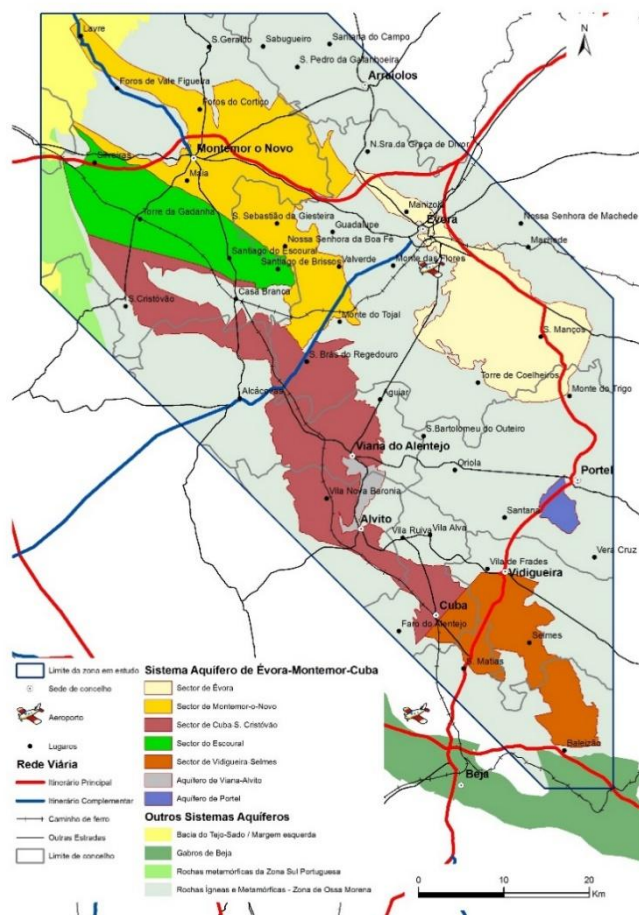


Fig. 1. Enquadramento geográfico e hidrogeológico.

3. VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO

Segundo as conclusões e recomendações da conferência internacional sobre “Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants” realizada nos Países Baixos em 1987, entende-se por vulnerabilidade “a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, e que é função apenas das características intrínsecas do aquífero” (Lobo Ferreira e Cabral, 1991; Lobo Ferreira, 1998; Leitão et al., 2003; Lobo Ferreira e Oliveira, 2004). Existem contudo dois conceitos que se devem diferenciar: vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação e risco de contaminação de um aquífero. Quando se fala de vulnerabilidade de um aquífero está-se a fazer referência às características estruturais do aquífero, enquanto o risco de contaminação tem subjacente a existência de actividades poluentes em interacção com as características intrínsecas do aquífero. Desta forma, a utilização de índices de vulnerabilidade, quer intrínseca (como o DRASTIC) e de vulnerabilidade específica (como o Índice de Susceptibilidade), constitui sempre uma primeira etapa em qualquer plano de ordenamento e gestão de um sistema aquífero. Ambos os índices foram utilizados para calcular a vulnerabilidade à contaminação deste sistema aquífero. Considerou-se ainda a existência na zona em estudo de blocos de rega e avaliou-se o impacto desses perímetros de rega na vulnerabilidade dos aquíferos.

3.1. Índice de vulnerabilidade DRASTIC

O método DRASTIC foi desenvolvido por Aller et al. (1987), tendo por base os seguintes pressupostos: o contaminante é introduzido à superfície do terreno e transportado verticalmente até ao aquífero pela água de infiltração, o contaminante tem a mobilidade da água e a área mínima avaliada pelo DRASTIC é de 0,4 km².

O índice DRASTIC entra em linha de conta com a profundidade do topo do aquífero (D), a recarga do aquífero (R), o material do aquífero (A), o tipo de solo (S), a topografia (T), a influência da zona vadosa (I) e com a condutividade hidráulica do aquífero (C). O cálculo do índice DRASTIC é feito com base numa fórmula em que entram os índices de cada um destes factores, afectados por diversos factores de ponderação (pesos), e compreende dois conjuntos de pesos, consoante se trata de poluentes em geral ou de pesticidas.

Calcularam-se os índices para poluentes em geral e para pesticidas (Fig. 2). Observa-se que a maioria dos sistemas aquíferos apresentam um índice de vulnerabilidade para poluentes em geral baixo (cerca de 90%), com excepção do aquífero de Viana-Alvito que regista um índice de vulnerabilidade alto em cerca de 60% da sua área. No que se refere à vulnerabilidade à contaminação por pesticidas o índice avançou uma classe, isto é, o Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba passou maioritariamente a ser classificado como moderadamente baixo a alto, registando um valor médio correspondente a uma vulnerabilidade moderadamente alta. Por outro lado, os aquíferos carbonatados apresentam cerca de 41 e 56% da sua área (Viana-Alvito e Portel, respectivamente) classificada com um índice DRASTIC moderadamente alto a alto, sendo que o aquífero de Viana-Alvito regista ainda cerca de 36% da sua área classificada com um índice de vulnerabilidade à contaminação por pesticidas muito alto. Dentro do Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba, são os sectores de Évora e de Cuba-S.Cristóvão que apresentam os valores de vulnerabilidade à contaminação por pesticidas mais elevados, com cerca de 66 e 64% da sua área classificada com um índice moderadamente alto a alto.



3.2. Índice de susceptibilidade

O índice de susceptibilidade (IS) consiste numa adaptação do índice de vulnerabilidade DRASTIC (Ribeiro, 2000), mantendo-se a forma rápida de avaliar a vulnerabilidade de uma determinada área através da soma ponderada de vários parâmetros, que aqui são: a profundidade da zona não saturada (D), a recarga do aquífero (R), a geologia do aquífero (A), o declive do terreno (T) e a ocupação do solo (LU). A grande diferença reside na inclusão do parâmetro LU, abandonando assim, e tal como referem Stigter *et al.* (2002), “o conceito de um índice puramente intrínseco (baseado unicamente nas condições naturais)”. O cálculo deste índice foi efectuado considerando o uso do solo com e sem a presença dos perímetros de rega das albufeiras de Alqueva e dos Minutos, permitindo desta forma efectuar uma comparação dentro deste índice (Fig. 3).

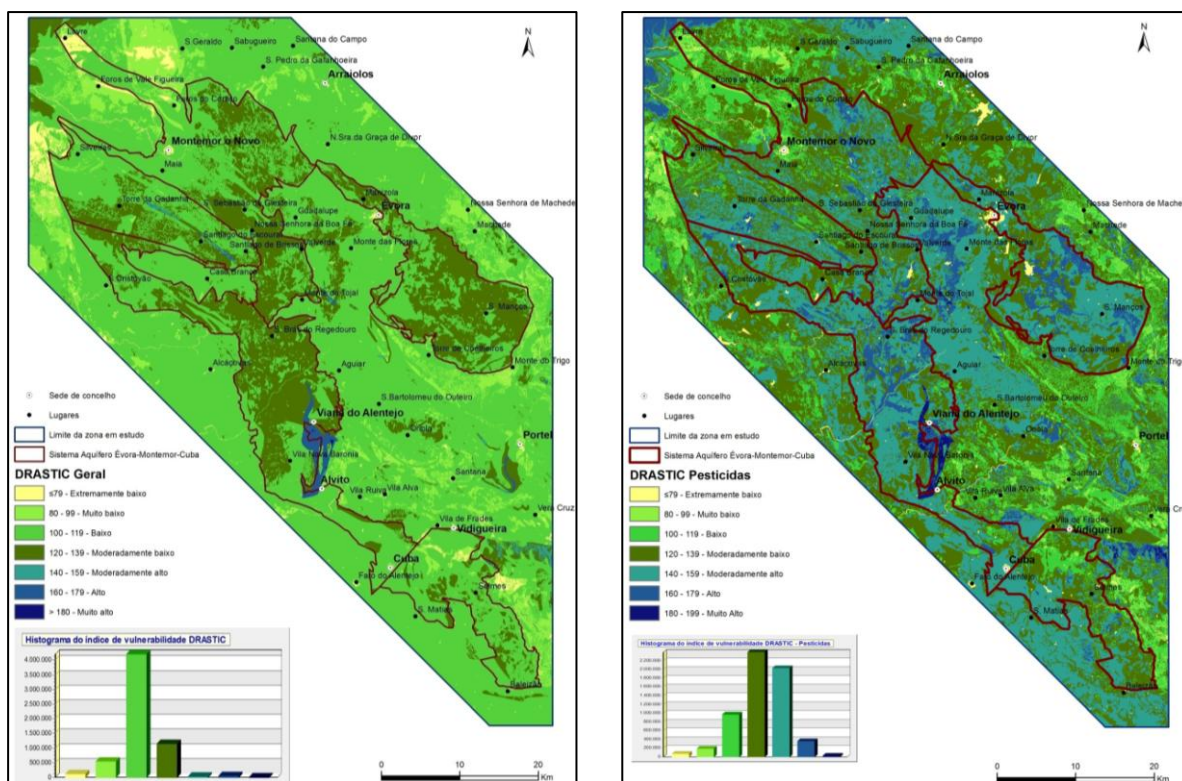


Fig. 2. Índice de vulnerabilidade DRASTIC para poluentes em geral e para pesticidas.

O Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba apresenta um índice de susceptibilidade à contaminação baixo a moderadamente baixo, registando-se no entanto, no sector de Évora, cerca de 12% da sua área classificada com um índice moderadamente alto. Os restantes aquíferos envolventes apresentam um comportamento semelhante ao Sistema Aquífero de Évora-Montemor-Cuba, com excepção do aquífero de Viana-Alvito, o qual apresenta cerca de 35% da sua área classificada com um índice de susceptibilidade moderadamente alto a alto. Todavia, considerando a presença dos blocos de rega, os sectores de Évora e de Vidigueira-Selmes, tal como já se esperava, deixam de ser maioritariamente classificados com um índice de susceptibilidade moderadamente baixo (77 e 64%, respectivamente), passando a ter cerca de 30% da sua área classificada com um índice moderadamente alto. Da análise da Fig. 3 pode-se concluir que é notória a influência dos perímetros de rega no aumento do índice de susceptibilidade, nomeadamente nos sectores de Évora e de Vidigueira-Selmes. No entanto, com excepção do aquífero dos Gabros de Beja, o valor médio do índice de susceptibilidade nunca ultrapassa uma vulnerabilidade moderadamente baixa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice DRASTIC permite uma análise da vulnerabilidade intrínseca dos aquíferos, enquanto o índice IS é uma ferramenta extremamente útil para ter uma visão espacial do território do ponto de vista da sua vulnerabilidade quando associada aos usos do solo. No entanto, a complexidade dos sistemas naturais é sempre maior do que as simplificações necessárias para se poderem utilizar as ferramentas que permitem calcular estes Índices, existindo permanentemente imprecisões associadas a estes cálculos.

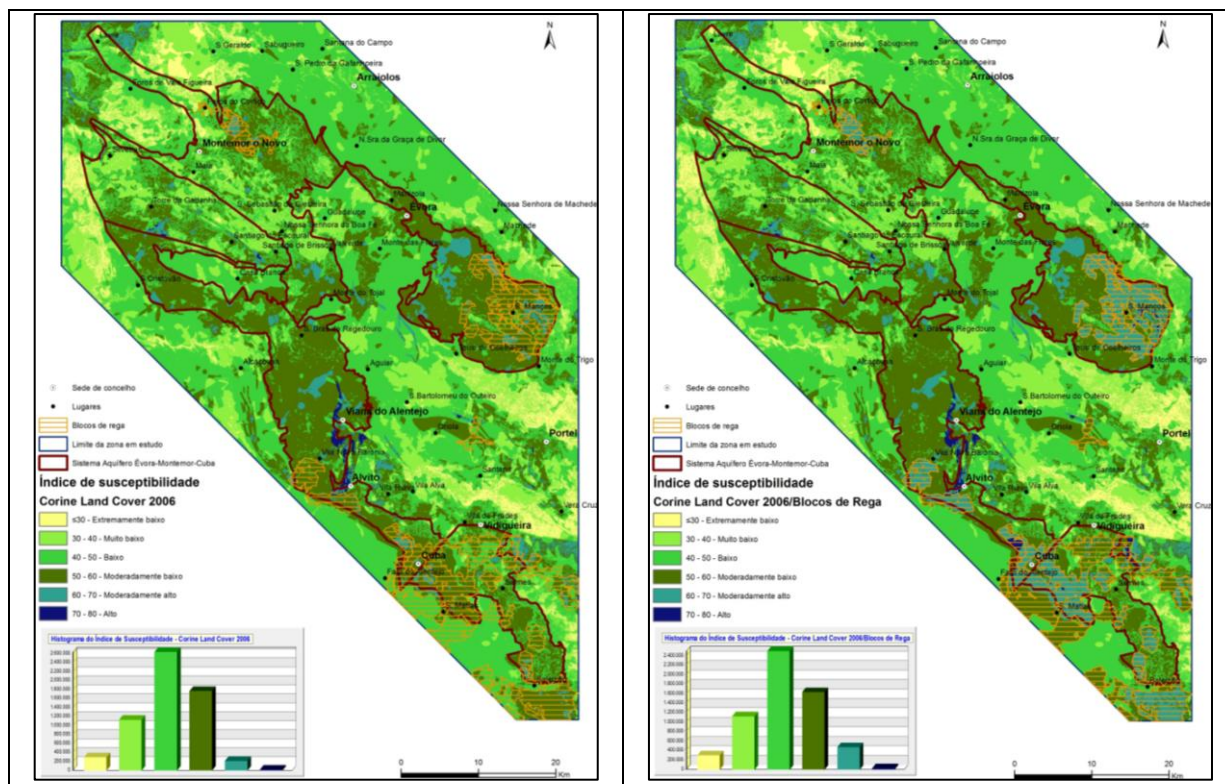


Fig. 3. Distribuição espacial do índice de susceptibilidade, sem e com blocos de rega.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aller L, Bennet T, Lehr JH e Petty RJ (1987) DRASTIC: A Standardized System To Evaluate Groundwater Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings. United States Environmental Protection Agency, Report 600/2-85/018.
- ERHSA (2001) Relatório do projecto "Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo" Comissão de Coordenação da Região Alentejo, Évora.
- Gogu RC e Dassargues A (2000) Current trends and future challenges in groundwater vulnerability assessment using overlay and index methods. *Environmental Geology*, 39(6): 549-559.
- Hirata R e Rebouças A (1999) La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos. *Boletín Geológico y Minero*, 110(4): 423-436.
- Leitão T, Lobo Ferreira JP, Oliveira MM e Moinante MJ (2003) Poluição de Águas Subterrâneas: Principais Problemas, Processos de Prevenção e de Reabilitação. In Proceedings of the 6º SILUSBA - 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Cabo Verde, 10 a 13 de Novembro 2003.
- Lobo Ferreira JP (1998) Vulnerabilidade à Poluição de Águas Subterrâneas: Fundamentos e Conceitos para uma Melhor Gestão e Protecção dos Aquíferos de Portugal. In Proceedings of the 4º Congresso da Água, Lisboa, 23 a 27 de Março 1998.
- Lobo Ferreira JP e Cabral M (1991) Proposal for an operational definition of vulnerability for the European Community's Atlas of Groundwater Resources. In Proceedings of the Brussels GWG (ed.) Framework of the Meeting of the European Institute for Water.
- Lobo Ferreira JP e Oliveira M (2004) Groundwater vulnerability assessment in Portugal. *Geofísica Internacional*, 43: 541-550.
- Stigter T, Vieira J e Nunes L (2002) Avaliação da Susceptibilidade à Contaminação das Águas Subterrâneas no Apoio à Tomada de Decisão - Casos de estudo: Implementação de campos de golfe no concelho de Albufeira (Algarve). In Proceedings of the 6º Congresso da Água, Porto, 18 e 22 de Março.
- Ribeiro L (2000) Development of a susceptibility index to be used in agricultural diffuse pollution. Internal report, ERHSACVRM, 9 p.