

# Vulnerabilidade DRASTIC e DRASTIC *Pesticida* em plantio de citros na Amazônia oriental - Pará, Brasil.

Paulo Pontes Araújo<sup>1</sup>, Francisco Assis de Oliveira<sup>2</sup>, César Lisboa Chaves<sup>3</sup>, Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>4</sup> & Antônio Carlos Felice Nicola Savério Tancredi<sup>5</sup>

**Resumo** Este trabalho teve por objetivo avaliar a vulnerabilidade do aquífero Barreiras, através dos métodos DRASTIC e DRASTIC *Pesticida*, com suporte de SIG. O estudo foi realizado em um contexto agropecuário nas nascentes da microbacia do rio Capitão Pocinho, Pará. Para a análise da vulnerabilidade foram construídos 15 poços de monitoramento. Os resultados mostram um índice de vulnerabilidade DRASTIC *muito alto* (79,63%) e DRASTIC *Pesticida* *alto* (78,28%) sugerindo que as águas freáticas sofrerão impacto, com o passar do tempo. A vulnerabilidade *muito alta* sinaliza áreas onde as águas subterrâneas podem ser afetadas por um contaminante qualquer, enquanto que aquelas classificadas como de vulnerabilidade *alta* são susceptíveis de serem contaminadas por diversos contaminantes, com exceção daqueles facilmente absorvidos e/ou transformáveis.

**Palavras-chave:** vulnerabilidade DRASTIC, DRASTIC *Pesticida*, cultura de citros

**Abstract** This study aimed to assess the vulnerability of the aquifer Barreiras, through the indices DRASTIC and *Pesticide* DRASTIC, with support of GIS. The study was conducted in an agricultural context located in the headwaters of the river Capitão Pocinho, Pará. For the analysis of vulnerability were built 15 monitoring wells. The results show an index of vulnerability DRASTIC very high (79.63%) and *Pesticide* DRASTIC high (78.28%), suggesting that the spring waters of the river will be impacted, with the passage of time. The very high vulnerability indicates areas where groundwater may be affected by any one contaminant, while those classified as high vulnerability are likely to be contaminated by various contaminants, except those easily absorbed and / or convertible.

**Keywords:** vulnerability DRASTIC, DRASTIC *Pesticide*, citrus cultivation

<sup>1</sup> CPRM/DHT/DEGET/DIGEAM, Pesquisador em Hidrogeologia, Av. Dr. Freitas, 3645, Belém/PA. CEP: 66.0095-110. Fones: (91) 3182-1331; 8111-2777. E-mail: [paulo.pontes@hotmail.com](mailto:paulo.pontes@hotmail.com)

<sup>2</sup> UFRA/EMBRAPA Coordenador do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Belém/PA, Cep: 66.077 - 530, Fone: (91) 3210-5186. E-mail: [fdeassis@gmail.com](mailto:fdeassis@gmail.com)

<sup>3</sup> CPRM/SUREG BE, Pesquisador em Geociências, Av. Dr. Freitas, 3645, Belém/PA. CEP: 66.0095-110. Fone: (91) 3182-1327. E-mail: [cesar.chaves@cprm.gov.br](mailto:cesar.chaves@cprm.gov.br)

<sup>4</sup> UFC/CC/DG Professor Pesquisador, Laboratório de Hidrogeologia, Campos Universitário do Pici 913, Fortaleza ó CE. Fones: (85) 33669869 e (85) 99733996. E-mail: [ita@fortalnet.com.br](mailto:ita@fortalnet.com.br)

<sup>5</sup> UFPA/CG Doutor em Hidroquímica, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Belém/PA, CEP: 66.077-530. Fone: (91) 8808-0983. E-mail: [actancredi@gmail.com](mailto:actancredi@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

De acordo com Paralta *et al.* (2003), a vulnerabilidade à poluição dos aquíferos pode ser definida como a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero.

Na área de pesquisa, ocorre uma interação de uso dos recursos aplicados na citricultura e da disponibilidade e qualidade das águas que alimentam os subsistemas sociais e ambientais de 2.000 habitantes (IBGE, 2000), residente na vila Capitão Pocinho. O estudo foi desenvolvido no município de Capitão Poço (Pa), entre as Latitudes Sul 01° 49' 58,9ö e 01° 49' 22,4ö e as Longitudes a Oeste de Greenwich 53° 12' 07ö e 53° 11' 27ö, numa área de 1,2 km<sup>2</sup>.

Neste trabalho foram utilizados os métodos DRASTIC e DRASTIC *Pesticida*, modificados em função das características hidrogeológicas locais, definidas com base em dados de campo. As informações espaciais foram importadas para os Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram construídos 15 poços para coleta do material do aquífero e das informações sobre as águas subterrâneas rasas, utilizando-se Sonda Trado Mecânico Motorizado MB1. Optou-se pela aplicação do índice DRASTIC e DRASTIC *Pesticida* (Aller *et al.*, 1987), considerando-se os seguintes pressupostos: 1) o contaminante utilizado na citricultura é introduzido à superfície do terreno; 2) o contaminante é transportado verticalmente até a zona saturada do aquífero livre, através do processo de lixiviação e; 3) a área avaliada é superior a 0,4 km<sup>2</sup>.

## RESILTADOS OBTIDOS

O mapa de vulnerabilidade do índice DRASTIC foi confeccionado com base nos valores do somatório ponderado dos sete parâmetros, os quais variaram entre o mínimo de 125 e máximo de 184. Este intervalo corresponde a quatro classes de vulnerabilidade DRASTIC: *moderada*, *alta*, *muito alta* e *extrema* (Figura 1).

A área classificada como de vulnerabilidade *moderada* ( $2 \times 10^{-1}$  km<sup>2</sup> ou 18,31%) encontra-se no extremo norte e centro-sul da área de estudo e representa umas das menores classes de vulnerabilidade, com intervalos entre 140 e 159. Estes valores foram definidos com base nos dados dos poços de observação PM01, PM06, PM08 e PM11. Nota-se que um dos parâmetros que exerce interferência significativa no somatório ponderado é a influência da zona subsaturada (I). Os perfis litológicos destes poços mostram que a zona subsaturada é composta predominantemente por material arenoso. Outro índice que exerce influência nesta classificação é a profundidades nível estático. O nível estático médio foi maior que 9 metros.

A classe de vulnerabilidade *alta* ( $9 \times 10^{-1}$  km ou 79,69%) domina a área de estudo. Os parâmetros profundidade do nível estático, topografia e impacto da zona vadosa foram determinantes para a classificação do risco de poluição do aquífero. Esta classe está representada em toda a área de estudo, de acordo com valores definidos nos poços PM03, PM04, PM07, PM12, PM13 e PM14.

A classe de vulnerabilidade *muito alta* ( $10^{-1}$  km<sup>2</sup> ou 1,51%) ocorreu de maneira incipiente nos extremos norte e sul da área de estudo, poços PM10 e PM15. Os parâmetros que mais contribuíram para a classificação de risco muito alto de contaminação das águas subterrâneas rasas foram, principalmente, o tipo de solo e o material do aquífero.

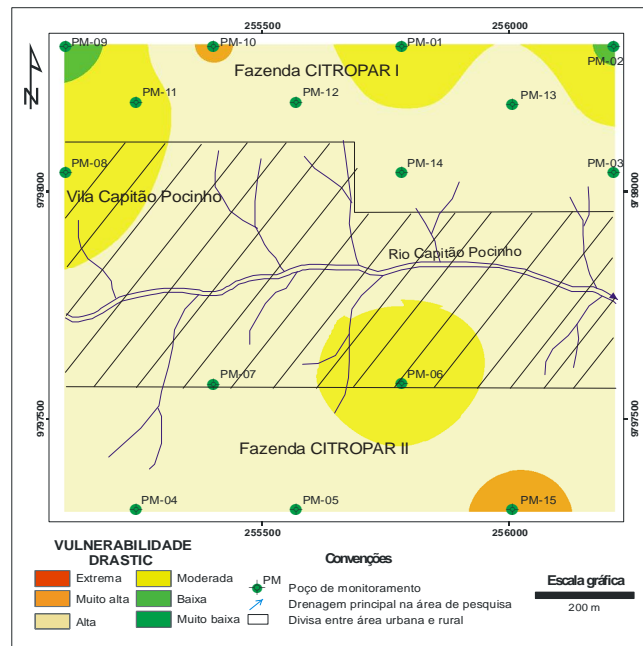


Figura 1 - Vulnerabilidade DRASTIC

A aplicação do índice DRASTIC *Pesticida* gerou o mapa de vulnerabilidade com valores que variaram de 106 a maior do que 200, possibilitando o agrupamento de quatro classes de vulnerabilidade: *moderada*, *alta*, *muito alta* e *extrema* (Figura 2).

As áreas de classes de vulnerabilidade *moderada* ( $10^{-1}$  km<sup>2</sup> ou 0,46%), *alta* ( $2 \times 10^{-1}$  km<sup>2</sup> ou 18,52 %) e *extrema*  $10^{-1}$  km<sup>2</sup> ou 2,74%, foram superadas pelas classificadas como de vulnerabilidade *muito alta* ( $9 \times 10^{-1}$  ou 78,28%).

Na área de estudo, a ocorrência destas classes de vulnerabilidade está assim distribuído: a) *extrema*, ocorre de maneira incipiente ao norte e sul; *alta*, visualizada nas áreas extremas noroeste e nordeste, assim como no centro-sul, em forma de ôilhasö e *muito alto*, distribuído em quase a totalidade da área de estudo.

As classes de vulnerabilidade *muito alta* e *alta* foram influenciadas pelo tipo de solo, material do aquífero, impacto da zona vadosa. Dentre os parâmetros analisados, o tipo de solo, profundidade do nível estático, recarga e material do aquífero foram decisivos para classificar a área de pesquisa como de *muito alto* risco de contaminação das águas subterrâneas rasas.

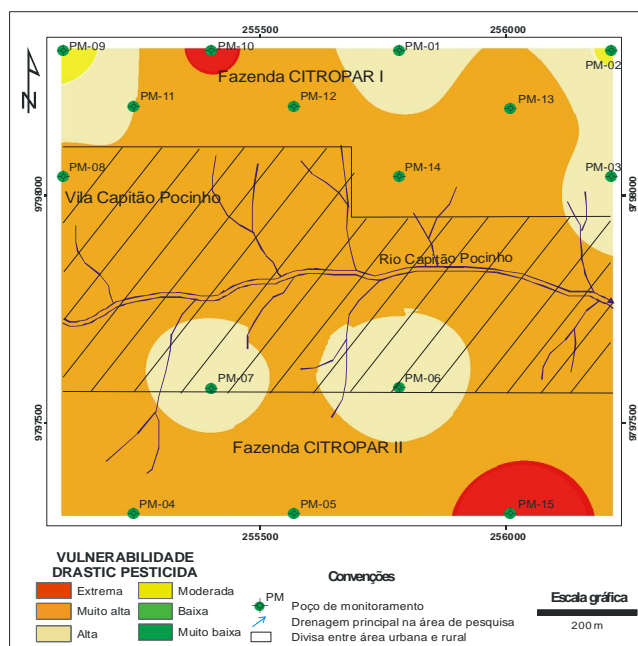


Figura 2 - Vulnerabilidade DRASTIC *Pesticida*

## CONCLUSÕES

Os mapas de vulnerabilidade, baseados nos índices DRASTIC e DRASTIC *Pesticida*, apresentaram resultados muito semelhantes em termos de configuração dos limites entre as classes de vulnerabilidade. Esses mapas mostram, também, o aquífero livre Barreiras como susceptível a um elevado risco de poluição, principalmente, devido à atividade agrícola intensiva, na área de estudo.

Observa-se que a correlação entre os mapas de vulnerabilidade DRASTIC e DRASTIC *Pesticida* diferem entre si quanto à área atribuída à classificação *baixa* e *extrema*. Esta diferença entre as duas classificações ocorre por que os pesos atribuídos aos parâmetros tipo de solo, topografia, impacto da zona vadosa e condutividade hidráulica são diferentes para as duas classificações de vulnerabilidade potencial à poluição das águas subterrâneas.

Deste modo, é fundamental que nas áreas de citricultura intensiva classificadas como de vulnerabilidade *extrema*, *muito alta* e *alta*, os tipos de agrotóxicos e fertilizantes que são utilizados sejam reavaliados, tendo em vista o elevado potencial de contaminação das águas subterrâneas freáticas.

**Agradecimentos** Os autores agradecem o apoio financeiro do *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq* (Proc. 484848/2007-0) - Contaminação de Recursos Hídricos em Área de Cultivo de Cítrus (*Cítrus sinensis L*) em grande escala na Amazônia oriental, e as empresas *Cítricos do Pará (CITROPAR)* e *Serviço Geológico do Brasil (CPRM)*, pela liberação de pessoal técnico e apoio logístico/financeiro para a realização deste estudo nos trabalhos de campo. Ao *Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia (CPATU-EMBRAPA)*, pela concessão dos dados termo pluviométricos.

## REFERÊNCIAS

- Aller, L; Bennet, T.; Lehr, J.H.; Petty, R.J. and Hackett, G. 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. USEPA Report 600/2-87/035, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma
- Paralta, E.A.; Francés, A.P.; Sarmiento, P.A. 2003. Caracterização hidrogeológica e avaliação da vulnerabilidade à poluição agrícola do aquífero mio-pliocénico da região de Canhestros (Alentejo). 6º Congresso da Água. Lisboa.