

VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO CÁRSTICO BAMBUÍ, BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO RIO CORRENTE, OESTE DA BAHIA: APLICAÇÃO DOS MÉTODOS PI E COP

Tarsila Carvalho de Jesus ¹, Hailton Mello da Silva ¹, Luiz Rogério Bastos Leal ¹

¹ Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. Salvador (BA). tarsila.carvalho@hotmail.com, hailton@ufba.br, lrogerio@ufba.br.

Palavras-Chave: Aquíferos Cársticos; Vulnerabilidade de Água Subterrânea; Aquífero Bambuí.

INTRODUÇÃO

Aquíferos cársticos são de grande importância ambiental e social. Ford e Williams (2007) estimam que ¼ da população mundial depende da água subterrânea desses aquíferos para abastecimento. Apesar de esta não corresponder à realidade brasileira, na qual as rochas carbonáticas, onde preferencialmente o carste se desenvolve, ocupam apenas cerca de 3% da área continental (SALLUN FILHO E KARMANN, 2012), regionalmente os aquíferos cársticos desempenham importante papel no abastecimento de água às populações e atividades econômicas. Entretanto, por suas propriedades físico-químicas específicas, os aquíferos cársticos são altamente vulneráveis à contaminação e impactos ambientais.

Devido às propriedades singulares dos sistemas cársticos, nos quais a vulnerabilidade é avaliada por métodos específicos, as seguintes características são levadas em conta (POLEMIO et al., 2009 e ZWAHLEN et al., 2003): (1) Cada sistema tem características próprias; (2) Heterogeneidade e anisotropia; (3) Solos rasos; (4) Recarga em dolinas, fendas e sumidouros e (5) Tempo de residência.

O método PI (GOLDSCHIEDER et al., 2000) é um método baseado em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que pode ser aplicado na avaliação da vulnerabilidade de qualquer tipo de aquífero, mas, de acordo com o autor, possui ferramentas especiais para aquíferos cársticos. A vulnerabilidade é avaliada com base nos parâmetros cobertura de proteção (P) e condições de infiltração (I).

Por outro lado, o método COP (VIAS et al. 2006) foi especificamente desenvolvido para avaliar a vulnerabilidade intrínseca de aquíferos cársticos e utiliza as propriedades de concentração de fluxo (C), das camadas acima do nível da água (O) e precipitação (P) como parâmetros.

Para detalhamento dos métodos utilizados, sugere-se consultar os artigos originais, que apresentam os esquemas com parâmetros analisados e fórmulas, que dão pesos aos parâmetros. Ambos métodos geram os resultados em mapas de vulnerabilidade, com classes variando de menor a maior grau de vulnerabilidade. É importante salientar que a disponibilidade de dados para a área é bastante discrepante em relação às áreas utilizadas no desenvolvimento dos métodos, logo, os valores finais de vulnerabilidade foram obtidos com as devidas aproximações, generalizações e adaptações.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a vulnerabilidade à contaminação do aquífero cárstico Bambuí, na área do baixo rio Corrente, com aplicação comparativa dos métodos PI e COP.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia hidrográfica do rio Corrente, situada na região hidrográfica do médio rio São Francisco, possui área de 47.265 km², representando cerca de 7% da bacia do São Francisco (ANA, 2004), e localiza-se a aproximadamente de 800 km de Salvador-BA. Sob esta bacia ocorrem, majoritariamente, os arenitos do Grupo Urucua e os carbonatos e pelitos do Grupo Bambuí. A avaliação da vulnerabilidade aqui apresentada dará ênfase à extensão da bacia onde afloram as rochas do aquífero cárstico Bambuí, correspondente à região do baixo rio Corrente.

Na área delimitada afloram cinco unidades do Grupo Bambuí, constituindo um pacote de rochas carbonáticas e terrígenas alternadas de idades entre 850 e 540 Ma, cuja estratigrafia (SOUZA et al., 2003),

da base para o topo, é: i) Formação Sete Lagoas; ii) Formação Serra de Santa Helena; iii) Formação Lagoa do Jacaré; iv) Formação Serra da Saudade; e v) Subgrupo Paraopeba Indiviso.

O Grupo Bambuí apresenta comportamento de aquífero cárstico. A presença de estruturas como falhas, fraturas e dobramentos suaves contribuem para o desenvolvimento de feições típicas de relevo cárstico como sumidouros e dolinas, que fazem parte desse domínio aquífero (BAHIA, 1995). No Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, até outubro de 2017, haviam 170 cavernas cadastradas na área de estudo (CECAV, 2017).

A área é majoritariamente rural, com alguns núcleos urbanos, e os principais riscos para as águas subterrâneas estão associados à expansão urbana, com consequente aumento de efluentes domésticos, e ao crescimento das atividades agrícolas e pecuárias.

RESULTADOS

Os resultados dos mapas de vulnerabilidade intrínseca do aquífero cárstico Bambuí, na bacia hidrográfica do baixo rio Corrente, foram classificados nas categorias de vulnerabilidade propostas por Goldscheider et al. (2000), para o método PI e Vías et al. (2006), para o método COP. Os mapas estão com resolução de 50m.

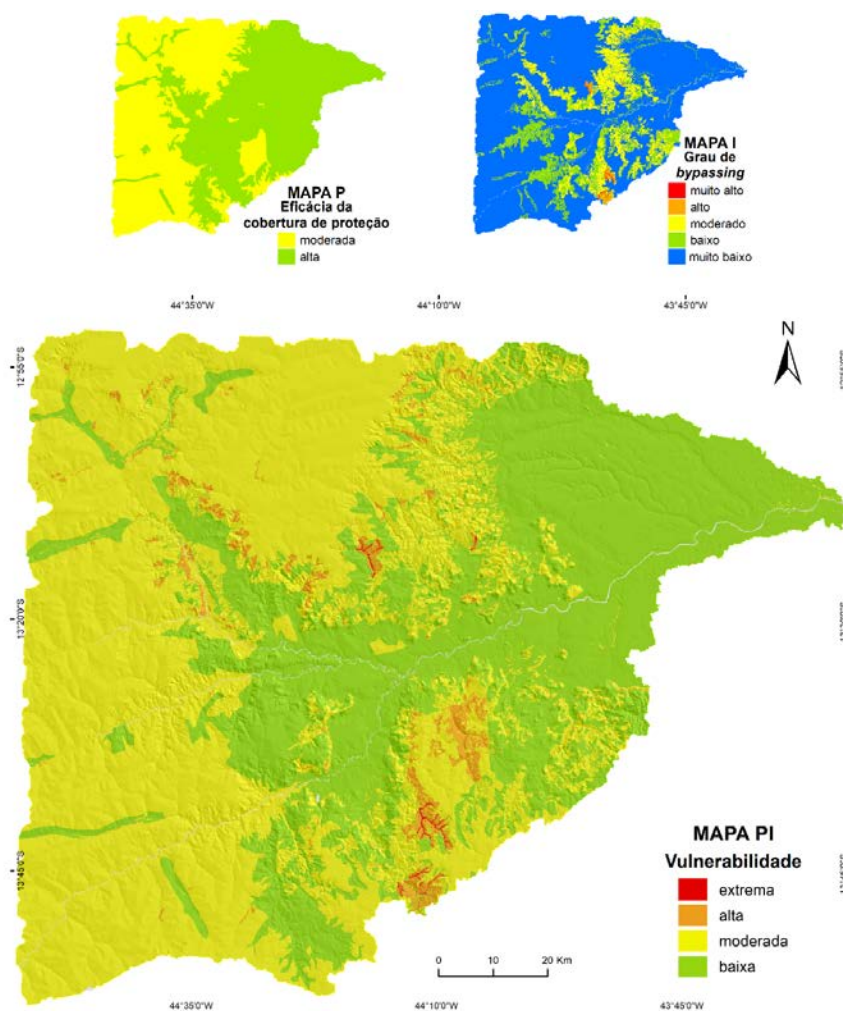


Figura 1. Mapa de vulnerabilidade pelo método PI, feito pela sobreposição dos mapas P e I.

O mapa PI (Figura 1) apresentou vulnerabilidades entre baixa e extrema. Observando os mapas individuais de P e I, pode-se ver a influência desses fatores no resultado final. A área classificada como de baixa vulnerabilidade é correspondente à área de alta eficácia da cobertura de proteção e grau de bypassing

muito baixo. Uma vulnerabilidade moderada é atribuída à área de moderada eficácia da cobertura de proteção e baixo a muito baixo grau de bypassing. As vulnerabilidades alta e extrema coincidem com uma moderada eficácia da cobertura e alto a muito alto grau de bypassing.

Em termos geológicos, a baixa vulnerabilidade (41,01% da área) está relacionada às coberturas e aos depósitos aluvionares, ao subgrupo Paraopeba Indiviso e à parte da Formação Sete Lagoas, onde predominam os latossolos na área. A vulnerabilidade moderada (56,51%) corresponde, quase que integralmente, ao Grupo Urucuia, ao cristalino, e a partes das Formações Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena e Serra da Saudade. E as áreas de altas (2,38%) e extremas (0,11) vulnerabilidades são referentes às Formações Lagoa do Jacaré Serra de Santa Helena e Serra da Saudade, nas partes onde o carste é mais desenvolvido.

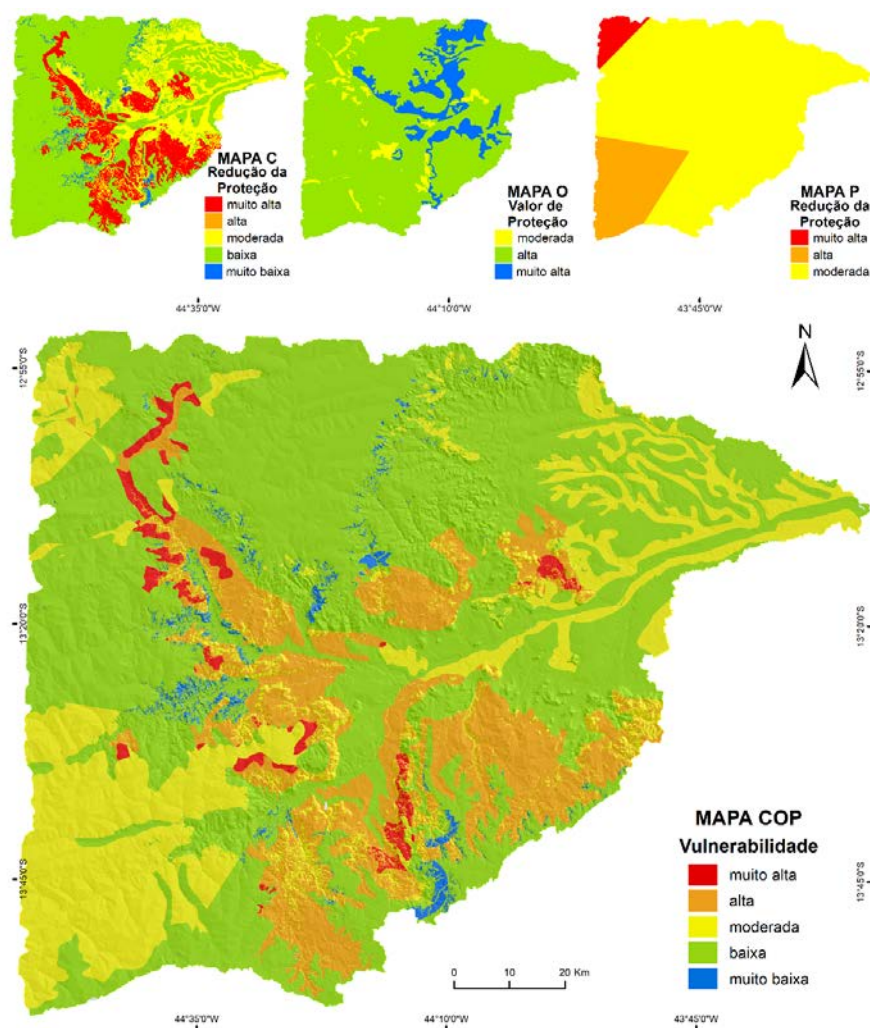


Figura 2. Mapa de vulnerabilidade pelo método COP, feito pela sobreposição dos mapas C, O e P.

No mapa de vulnerabilidade pelo método COP (Figura 2), a vulnerabilidade muito alta (1,83%), está limitada às áreas da Formação Sete Lagoas, onde a redução da proteção C é muito alta, o valor de proteção O moderado e a precipitação P moderada a alta. A vulnerabilidade alta (15,27%) se relaciona às Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, que são as de natureza mais carbonática dentro do Grupo Bambuí. As áreas de vulnerabilidade moderada (22,92%) correspondem ao subgrupo Paraopeba Indiviso, à leste, e ao Grupo Urucuia nas áreas de mais alta pluviosidade, à oeste. Uma vulnerabilidade baixa (58,71%) é ligada à maior parte do Grupo Urucuia, às Formações Serra de Santa Helena e Serra da Saudade e às rochas cristalinas da área. A vulnerabilidade muito baixa (1,27%) corresponde à uma pequena parte do cristalino, à oeste, e às áreas, dentro das bacias de recarga dos sumidouros, que são mais distantes dos mesmos.

CONCLUSÕES

Os dois métodos compartilham parâmetros semelhantes, mas, por conta dos valores e relações atribuídas, geraram resultados distintos. Apesar disso, em ambos, as áreas de maior vulnerabilidade correspondem aos afloramentos das unidades mais carbonáticas do Grupo Bambuí, Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré. Coincidem também, com as áreas de maior desenvolvimento do carste, onde ocorrem mais cavernas, sumidouros e afloramentos de calcário.

O mapa do método PI não possui áreas de muito baixa vulnerabilidade, o que, para a realidade dos aquíferos cársticos, é procedente. O mapa COP, por outro lado, apresenta essas áreas, e de um modo bem peculiar, elas estão nas áreas de recarga dos sumidouros e vales cegos, o que é uma incoerência. Esse resultado, provavelmente, foi derivado das aproximações provocadas pela falta de dados específicos e de detalhe para a área.

Diante do exposto, percebe-se que os métodos seriam mais eficientes e fidedignos em uma área com maior detalhamento nos dados e, em especial, sobre o desenvolvimento do carste. Entretanto, apesar das dificuldades encontradas, a aplicação dos métodos de avaliação da vulnerabilidade de aquíferos cársticos forneceu mecanismos satisfatórios para a análise das características do aquífero Bambuí, com a espacialização e ponderação dos parâmetros em ambiente SIG, e permitiram melhor compreensão da vulnerabilidade desse sistema naturalmente sensível. Isto posto, o objetivo do trabalho foi atendido, e os mapeamentos obtidos mostraram-se suficientes para uma primeira avaliação da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco. Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - PBHSF (2004-2013). Nota técnica. Disponibilidade hídrica quantitativa e usos consuntivos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Brasília, 71 p. 2004.
- BAHIA. Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Habitação. Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacia do Rio Corrente. Salvador: HIGESA, 1995.
- CECAV. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE: atualização de 04/10/2017). Formato shapefile. Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000. 2017. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- Ford, D.; Williams, P. Karst hydrology and geomorphology. London: Wiley Chichester, 2007.
- Goldscheider, N.; Klute, M.; Sturm, S.; Hotzl, H.; The PI method—a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. *Z Angel Geol*, v. 46, n.3, 2000.
- Polemio, M. D.; Casarano, D.; Limoni, P. P.; Karstic aquifer vulnerability assessment methods and results at a test site (Apulia, southern Italy). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* v.9, p. 1461-1470, 2009.
- Sallun Filho, W.; Karmann, I. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. In: Hasui, Y.; Carneiro, C.D.R.; Bartorelli, A.; Almeida, F.F.M.de. (Org.). *Geologia do Brasil*. 1ed. São Paulo, SP: Beca, p. 629-641. 2012.
- Souza, J.D.; Melo, R.C.; Kosin, M. (Coords.). *Mapa geológico do estado da Bahia*. Versão 1.1. Salvador: CPRM, 2003. Escala 1:1.000.000.
- Vias, J.M.; Andreo, B.; Perles, M.J.; Carrasco, F.; Vadillo, I.; Jime'Nez, P.; Proposed method for groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method-application in two pilot sites in southern Spain. *Hydrogeology Journal*, v. 14, n. 6, p. 912-925, 2006.
- Zwahlen, F. (Ed.). *Vulnerability and Risk Mapping for the Protection of Carbonate (Karst) Aquifers*. Final report COST action 620. European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development. Luxemburgo, 2003.