

AVALIAÇÃO DE IMPACTES NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS ASSOCIADOS À EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS EM MEIO CÁRSICO

Fernando A.L. Pacheco¹; Paulo A.S. Moreiras²; Rui L. S. Matias³

¹Departamento de Geologia e Centro de Química, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5000 Vila Real

²Pombal Projecto, LDA, 3100-481 Pombal

³Argilis, Extração de Areias, SA – 2420-195 Colmeias

Palavras-Chave: águas subterrâneas, meio cársico, exploração de pedreira

INTRODUÇÃO

Os aquíferos em meios cársicos apresentam geralmente elevada vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas, em grande parte devido à carsificação que se desenvolve no seu interior. O risco de contaminação depende das actividades que se desenvolvem sobre os terrenos calcários, que condicionam a natureza dos agentes poluidores, assim como da sua distribuição espacial que determina a localização das fontes poluidoras. Na generalidade dos casos, as principais fontes geradoras de poluição associam-se às actividades domésticas, agrícolas ou industriais. Os principais poluentes que estas actividades produzem incluem resíduos sólidos e líquidos provenientes dos seus esgotos. Em áreas onde se pratica actividade de exploração e transformação de calcários, como acontece em concelhos abrangidos pelo Maciço Calcário Estremenho (Ourém, Santarém, Porto de Mós, etc.), o risco de contaminação das águas subterrâneas depende da vulnerabilidade do maciço calcário no local da pedreira e da gestão de resíduos implementada na pedreira, nomeadamente das lamas resultantes das operações de serração de pedra em pedreiras de calcário ornamental.

O presente trabalho descreve uma metodologia de avaliação dos impactes sobre as águas subterrâneas, utilizada em diversos estudos de impacte ambiental (Moreiras *et al.*, 2009, 2010), baseada numa análise de vulnerabilidade do meio cársico e na distribuição espacial das áreas extractivas no interior das áreas em estudo.

ÁREA EM ESTUDO

O presente estudo desenvolveu-se em duas áreas localizadas no interior do Maciço Calcário Estremenho, onde se exploram intensivamente calcários ornamentais e em certos sectores também calcários industriais. Uma das áreas é a bacia hidrográfica do Ribeiro das Matas, localizada no concelho de Ourém, que abrange o Núcleo Extractivo de “Boleiros-Casal Farto”, onde se explora o calcário com designação comercial “Creme de Fátima”. A outra área corresponde à bacia hidrográfica do Ribeiro da Relvinha, localizada no concelho de Santarém, que abrange o Núcleo Extractivo do “Vale da Relvinha”, onde se explora o calcário conhecido como “Moca Creme” (Figura 1).

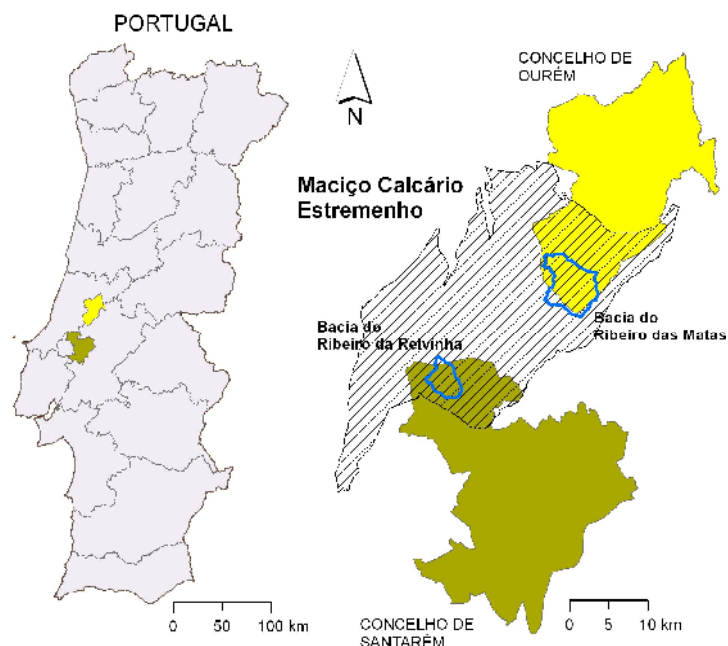


Figura 1 – Enquadramento da área em estudo.

METODOLOGIA

A vulnerabilidade de terrenos calcários à contaminação das águas subterrâneas é condicionada em grande medida pela presença de depressões cársticas que constituem locais de infiltração preferencial e de grande caudal. A delimitação de depressões cársticas faz-se através da observação de interrupções no desenvolvimento dendrítico da rede de drenagem. A vulnerabilidade do meio atribuída a essas depressões depende da ordem do curso de água ao nível do qual ocorre a interrupção, definida a ordem, por exemplo, de acordo com o método de Strahler (1957). A vulnerabilidade será tanto maior quanto maior for essa ordem, já que interrupções de canais de ordem 1, 2 ou 3 denunciam o desenvolvimento de carcos de dimensão reduzida a média, ao passo que interrupções de canais de ordem superior são reveladores do desenvolvimento de cavidades subterrâneas de grandes dimensões. As zonas adjacentes às áreas de interrupção do padrão de drenagem deverão ser consideradas de vulnerabilidade moderada pois correspondem aos locais de expansão imediata dos carcos. As zonas onde não se observa interrupção do padrão de drenagem poderão ser consideradas de vulnerabilidade mais reduzida segundo este critério.

RESULTADOS

A delimitação de depressões cársticas e a atribuição de ponderação à vulnerabilidade dessas depressões baseou-se na observação das Figura 2a (bacia do Ribeiro das Matas) e Figura 2b (bacia do Ribeiro da Relvinha). Dessa observação resultou o desenho dos mapas de vulnerabilidade que se apresentam nas Figuras 3a,b.

De acordo com as Figuras 3,b, a bacia do ribeiro das Matas pode ser dividida em dois grandes sectores, um de vulnerabilidade reduzida, onde o padrão de drenagem dendrítico apresenta um desenvolvimento regular (sem interrupções), e outro de vulnerabilidade moderada a muito elevada onde as referidas interrupções surgem associadas a linhas de água de diferente ordem. Neste último sector, grande parte da área apresenta vulnerabilidade moderada, por constituir zona adjacente de depressões cársticas correspondentes a interrupções de cursos de água de ordem 1 e 2. O alinhamento NW-SE a Norte-Sul do sector Centro-Norte da bacia, correspondente a interrupções de cursos de água de ordem superior a 2, apresenta vulnerabilidade elevada a muito elevada.

A bacia do Ribeiro da Relvinha também pode ser dividida em dois grandes sectores, um de vulnerabilidade reduzida (Norte) onde, à semelhança do referido para a bacia do Ribeiro das Matas, o padrão de drenagem dendrítico não apresenta interrupções, e outro de vulnerabilidade moderada a muito elevada (Sul), onde se observam interrupções associadas a linhas de água de ordem 1 a 4. Tal como anteriormente, neste último sector grande parte da área apresenta vulnerabilidade moderada, por constituir zona adjacente de depressões cársticas correspondentes a interrupções de cursos de água de ordem 1 e 2. No sector Sudoeste da bacia observam-se depressões cársticas associadas a cursos de água de ordem 3, tendo-lhes sido atribuída vulnerabilidade elevada, enquanto que o sector Sul da bacia corresponde a uma depressão alongada segundo Este-Oeste que interrompe um curso de água de ordem 4. Por esse motivo, essa depressão foi ponderada com vulnerabilidade muito elevada.

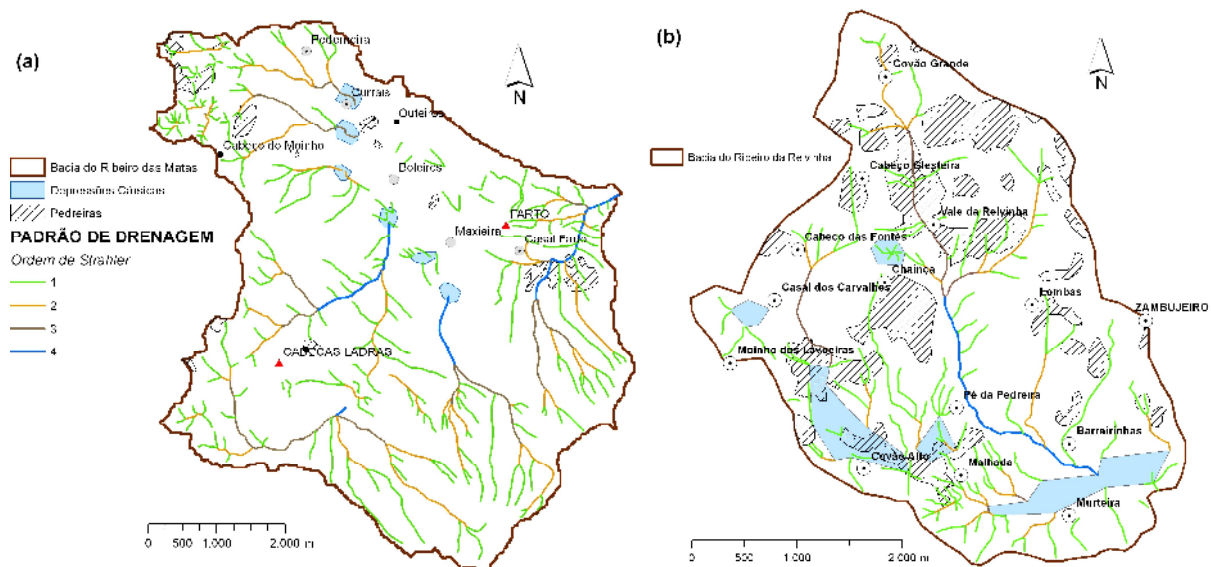


Figura 2 – Ordens de Strahler dos cursos de água e delimitação de depressões cársticas: (a) bacia do Ribeiro das Matas (35,75 km²); (b) bacia do Ribeiro da Relvinha (13,97 km²).

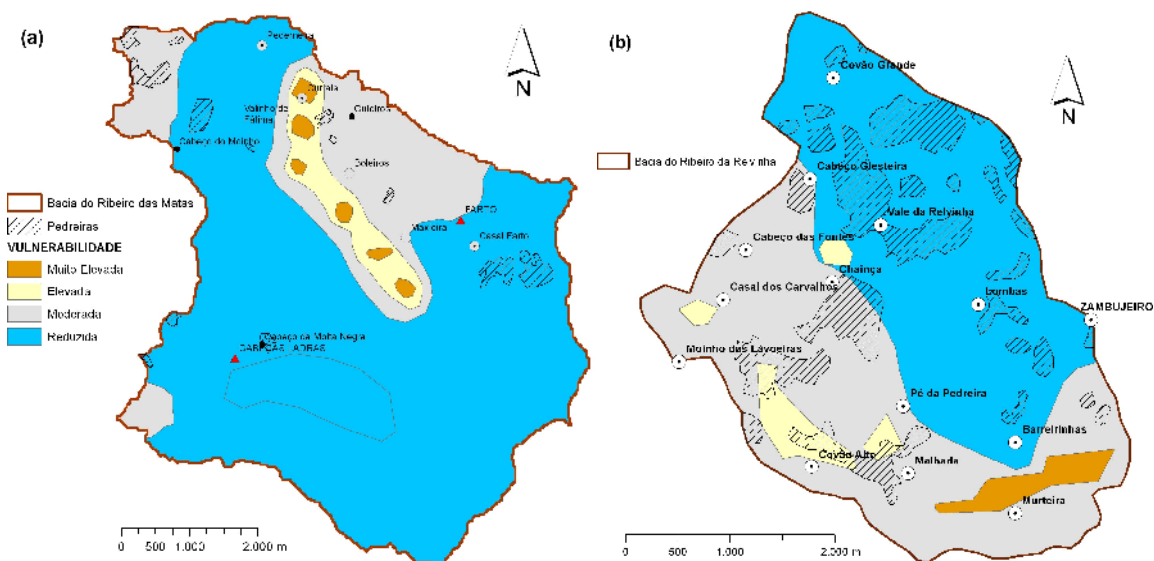


Figura 3 – Análise de vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas baseada na distribuição de depressões cársticas (materializadas por interrupções de cursos de água), e sua relação com a ordem do curso de água interrompido: (a) bacia do Ribeiro das Matas (35,75 km²); (b) bacia do Ribeiro da Relvinha (13,97 km²).

A contabilização das áreas de vulnerabilidade específica no interior das bacias hidrográficas estudadas, apresenta-se nos Quadros 1a,b. A bacia do Ribeiro das Matas cobre uma superfície de aproximadamente 35,75 km². No seu interior, de acordo com a metodologia adoptada, cerca de 76,59 % é abrangida por áreas de vulnerabilidade reduzida e 18,24% por áreas de vulnerabilidade moderada. As áreas críticas (vulnerabilidades elevada a muito elevada) representam somente 5,17% do total da bacia. A bacia do Ribeiro da Relvinha cobre um território menor (13,97 km²), caracterizado na sua maior parte por áreas de vulnerabilidade reduzida (49,25%) a moderada (43,81%), e numa pequena percentagem por áreas de vulnerabilidade elevada (4,22%) ou muito elevada (2,72%).

No interior de cada uma das bacias encontram-se em laboração diversas unidades extractivas de calcário, a maior parte relacionada com a produção de calcário com aptidão ornamental, cuja distribuição se apresenta nas Figura 2a,b e 3a,b. No total, as áreas extractivas cobrem cerca de 0,77 km² (2,15%), na bacia do Ribeiro das Matas, e cerca de 2,62 km² (18,75%) na bacia do Ribeiro da Relvinha. A sobreposição das áreas ocupadas por pedreiras aos sectores de vulnerabilidade representados nas Figuras 3a,b permite avaliar o impacte da actividade extractiva sobre esses sectores, ao qual se poderá associar um risco potencial de contaminação das águas subterrâneas, emergente desta actividade.

Quadro 1a – Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas com origem na actividade desenvolvida nas pedreiras localizadas no interior da bacia hidrográfica do Ribeiro das Matas.

Parâmetro	Área (km ²)	Percentagem da área da bacia
Geral		
Área da bacia	35.75	
Área ocupada por pedreiras	0.77	2.15
Vulnerabilidade da bacia		
Reduzida	27.38	76.59
Moderada	6.52	18.24
Elevada	1.47	4.11
Muito Elevada	0.38	1.06
Risco para as águas subterrâneas com origem nas pedreiras		
Reduzido	0.49	63.64
Moderado	0.27	35.06
Elevado	0.01	1.30
Muito Elevado	0	0.00

Quadro 1b – Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas com origem na actividade desenvolvida nas pedreiras localizadas no interior da bacia hidrográfica do Ribeiro da Relvinha.

Parâmetro	Área (km ²)	Percentagem da área da bacia
Geral		
Área da bacia	13.97	
Área ocupada por pedreiras	2.62	18.75
Vulnerabilidade da bacia		
Reduzida	6.88	49.25
Moderada	6.12	43.81
Elevada	0.59	4.22
Muito Elevada	0.38	2.72
Risco para as águas subterrâneas com origem nas pedreiras		
Reduzido	1.55	59.16
Moderado	0.91	34.73
Elevado	0.16	6.11
Muito Elevado	0	0.00

A análise dos Quadros 1a,b permite concluir que em nenhum caso as pedreiras ocupam áreas de vulnerabilidade muito elevada, pelo que, no presente, esta actividade não constitui risco muito elevado de contaminação das águas subterrâneas nas bacias estudadas. No caso da bacia do Ribeiro das Matas, as pedreiras ocupam 0,01 km² (1 hectare) de áreas com vulnerabilidade elevada e 0,28 km² (28 hectares) de áreas com vulnerabilidade moderada, ou seja, somente cerca de 1,3% das pedreiras representam risco elevado e 35,1% risco moderado de contaminação das águas subterrâneas.

Na bacia do Ribeiro da Relvinha as pedreiras ocupam 16 hectares de áreas com vulnerabilidade elevada e 91 hectares de áreas com vulnerabilidade moderada, o que em termos de análise de risco de contaminação das águas subterrâneas pressupõe que, para a situação actual, cerca de 6,1% das pedreiras representam risco elevado e cerca de 34,7% risco moderado.

CONCLUSÕES

A avaliação de impactes / análise de risco apresentada no presente estudo sugere que a actividade extractiva de calcário nas bacias hidrográficas do Ribeiro das Matas e no Ribeiro da Relvinha, que abrangem os territórios dos Núcleos Extractivos de “Boleiros-Casal Farto” (exploração do calcário “Creme de Fátima”) e “Vale da Relvinha” (exploração do calcário “Moca Creme”), não representa risco elevado significativo de contaminação das águas subterrâneas, uma vez que grande parte das pedreiras se localiza fora das áreas classificadas como de vulnerabilidade muito elevada ou elevada. Não se tratando de uma actividade poluidora, e verificando-se que na generalidade das situações as explorações se posicionam em sectores das bacias onde a vulnerabilidade é reduzida, não se deixa no entanto de recomendar a correcta gestão de resíduos no interior das

pedreiras, de acordo com os respectivos planos, como medida crucial à prevenção de situações de risco e eventual contaminação.

REFERÊNCIAS

- MOREIRAS ET AL. (2009). Estudo de Impacte Ambiental da Pedreira “Vale dos Sobreiros”. Procedimento de AIA 779/2010 da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo.
- MOREIRAS ET AL. (2010). Estudo de Impacte Ambiental da Pedreira “Moita Negra”. Procedimento de AIA 824/2010 da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo.
- STRAHLER, A. N. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union* 8 (6): 913–920.