



ANAIS do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Eldorado SP, 15-19 de julho de 2015 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/33cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

DUTRA, G.; LOTT, C.F.; BRANDI, I.. Metodologias de trabalho para determinação de área de influencia hídrica em litologias associadas a ferro. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. *Anais...* Campinas: SBE, 2015. p.559-562. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_559-562.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

METODOLOGIAS DE TRABALHO PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREA DE INFLUÊNCIA HÍDRICA EM LITOLOGIAS ASSOCIADAS A FERRO

SUGGESTED OF METHODS FOR DETERMINATION OF HIDRIC INFLUENCE AREA IN IRON LITHOLOGIES

Georgete DUTRA (1,4); Carlos Frederico LOTT (2,4); Iuri BRANDI (3)

- (1) Sócia individual SBE n.1117.
- (2) Sócio Individual SBE n.1800.
- (3) Vale AS, Itabira MG.
- (4) Observatório Espeleológico.

Contatos: georgeted@gmail.com; fredlott@gmail.com.

Resumo

A legislação brasileira através do §3º do artigo 4º da CONAMA 347/2004 limita a área de influência sobre o patrimônio espeleológico ao entorno de 250m da cavidade natural subterrânea. Os estudos mostram que este raio de influencia na parte hídrica foi proposto de forma simplista. Sugere-se o uso de ferramentas GIS através de mapas topográficos, conferencias de campo, e caracterização geológica para delimitar a área de influência hídrica de uma caverna.

Palavras-Chave: caverna; área de influência hídrica; bacia de contribuição; caracterização geológica; mapa topográfico.

Abstract

Brazilian's law by §3º article 4º CONAMA 347/2004 limits the cave's influence area like 250m around the natural cavity. Studies show that this area (for definition of water interest) was proposed in a simplistic way. It is suggested the use of GIS tools through topographic maps, field conferences, and geological characterization to delimit water's influence area for determined cave.

Key-words: cave; water area of influence; contribution basin; geological characterization; topographical map.

1. INTRODUÇÃO

A área de influencia de cavernas é citada no Decreto 99.556/90 posteriormente substituído pelo Decreto 6.640/2008 no artigo 3º - proteção das cavidades naturais subterrâneas com grau de relevância máximo.

Muitos empreendedores, e o próprio órgão ambiental, recorrem ao §3º do artigo 4º da CONAMA 347/2004, limitando a área de influência sobre o patrimônio espeleológico ao entorno de 250m da cavidade natural subterrânea.

O CECAV sugere o uso do documento “Área de influencia sobre o patrimônio espeleológico – orientações básicas à realização de estudos espeleológicos” em que, no item 2.4 mostra “orientações à elaboração dos estudos de conexão hidráulica e de reconhecimento das zonas de influência hídrica sobre cavidades constituídas em formações ferríferas”. Neste item aborda uma série de recomendações e, no item 2.4-f) sugere a adoção

das técnicas de investigação de conexões hídricas por Traçadores Corantes.

O problema persiste, pois, mesmo com estudos, os limites de área de proteção à cavidade são muitas vezes considerados inconclusivos e não suficientes. E o órgão ambiental mantém o limite de 250 m ao redor da caverna.

A discussão neste artigo mostra que, em muitos casos, não é necessário a aplicação de traçadores para delimitação de área de influência hídrica em cavernas associadas a litologias ferríferas. O mapeamento geológico associado à delimitação da “bacia de contribuição hídrica” com mapa topográfico já indicam a área de influência hídrica para diversas cavernas em minério de ferro e canga.

2. METODOLOGIA

Inicialmente faz-se um estudo sobre o relevo geral da região através de mapa hipsométrico

associado a um mapa de sombreamento de vertentes (Figura 1- direita). Este mapa auxilia na visualização de bacias e localização altimétrica de cavidades.

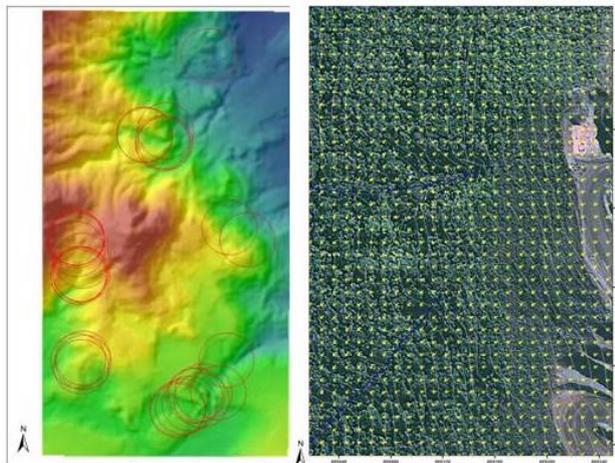


Figura 1. Esquerda: Composição do mapa hipsométrico e mapa de sombreamento das vertentes; círculos vermelhos indicam a área de 250m de proteção das cavidades. Direita: Mapa mostrando curvas de nível e drenagens com imagem de satélite ao fundo.
Fonte: Geoeye, 2008.

Para a realização de uma análise em escala maior é gerado um mapa de orientação de vertentes baseado nas curvas de nível da topografia viabilizando um estudo de tendência de fluxos. O mapa da Figura 1 (esquerda) retrata o estudo de tendência de fluxos com a orientação de vertentes, curvas e drenagens com a imagem de satélite.

De posse do mapa de tendência de fluxo aliado ao mapa com curvas de nível em escala de detalhe (curvas de 5 em 5 metros) foram traçadas as áreas de contribuição hídrica de cavernas. Estas áreas constituem o maior limite em que a tendência de fluxo indica alguma possibilidade de alcançar a caverna.

Concomitantemente são realizadas conferências em campo para certificar sobre a bacia de contribuição hídrica, microformas de relevo, áreas de concentração e dispersão de fluxo e caracterização da geologia.

Com o mapa da maior área de contribuição hídrica de uma cavidade é realizada a conferência em campo. O caminhamento na área de entorno à caverna permite visualizar áreas de dispersão e concentração de fluxos hídricos, microformas de relevo e caracterizar a inclinação do relevo.

Neste caminhamento externo aproveita-se para mapear estruturas geológicas tais como

descontinuidades que favorecem à infiltração das águas; caracterização da litologia e medição das atitudes das camadas; grau de faturamento do maciço rochoso.

No interior da cavidade são identificadas as litologias, grau de faturamento, estruturas (descontinuidades) abertas, presença de água e sua caracterização (água de percolação, de condensamento, fluxos temporários e permanentes).

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

As litologias ferríferas agregam os hematíticos, formações ferríferas, (itabiritos, jaspilitos) e canga.

A canga recobre os depósitos de ferro e formações ferríferas. Pode apresentar-se porosa ou fraturada e possui vários níveis de deposição. As águas pluviais que atingem estas rochas podem infiltrar-se através das fraturas ou dos poros e, geralmente, o armazenamento é restrito.

Já os depósitos de ferro constituem-se geralmente de rochas porosas sendo caracterizados por possuir alta permeabilidade. As águas infiltradas quando atingem o nível de água formam excelentes aquíferos com alta transmissividade e capacidade de armazenamento. As formações ferríferas geralmente possuem fraturas e outras descontinuidades e localmente podem apresentar-se porosas. Podem constituir-se em bons aquíferos.

A maioria das cavernas em litologias ferríferas não apresentam fluxos de água permanentes. Geralmente possuem gotejamentos e fluxos sazonais com poças de água que diminuem de tamanho ou secam no período de estiagem. Estas cavernas são rasas (próximas à superfície) e frequentemente situam-se em quebra do relevo em altas cotas altimétricas (PILO et al, 2009) não estando relacionadas ao aquífero; este muitas vezes situa-se a várias dezenas de metros de profundidade, bem abaixo da caverna.

Pela legislação a cavidade situa-se no centro de uma área de 250m de raio. Isto corresponde a uma área mínima de $196.349,54\text{m}^2$ ($\pi \times 250^2$) considerando a cavidade como um círculo (Figura 2). Como geralmente as cavidades situam-se na vertente, somente a parte à montante pode contribuir com águas. Neste caso a área corresponderia a metade da área mínima, ou seja, $98.174,77\text{m}^2$. Esta área definida pela legislação corresponde a um semi-círculo que não leva em consideração o relevo, topografia, geologia, vegetação, etc. Com o intuito

de contribuir para melhor definição de áreas de influência hídrica propõe-se esta metodologia: inicialmente define-se sua bacia de contribuição potencial; isto é, coincidindo com uma possível bacia hidrográfica. Esta bacia é limitada pela área à montante da caverna que pode conduzir água para a mesma. Mas a água superficial não atinge diretamente a cavidade; ela precisa infiltrar.

depende da geologia e da atitude (direção e mergulho) da camada subjacente.

Nos pontos onde o relevo é inclinado aparece uma componente horizontal da infiltração; esta componente irá depender da espessura de canga ou solo a ser atravessado e da atitude das camadas subjacentes. Ressalte-se que nos terrenos inclinados a tendência principal é o escoamento superficial, reduzindo a quantidade de água a ser infiltrada.

Foram estudadas algumas cavidades tanto em Carajás (PA) quanto no Quadrilátero Ferrífero (MG). As cavidades foram analisadas em termos de geologia, geomorfologia da vertente e uso de traçadores.

Para estas cavernas a área de contribuição foi definida através de mapa topográfico com curva de nível de 2 em 2m. Nas Figuras 4 e 5 tem-se o exemplo de como fica definida a área de influencia hídrica. A área de influencia hídrica vai até o topo da vertente para todas as cavidades.

Os estudos com traçadores na zona vadosa para cavernas em litologias ferríferas indicam, geralmente, uma área de contribuição hídrica ainda mais restrita do que a definida através da topografia. Já foram realizados estudos com traçadores em cerca de 40 cavernas em minério de ferro e nenhuma apresentou área de influência hídrica maior que a área definida através da topografia.

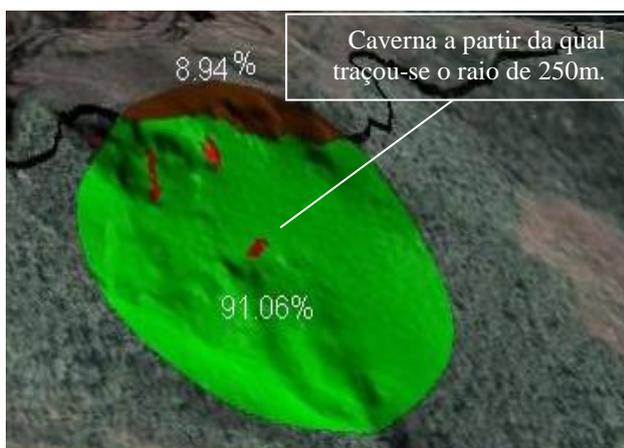


Figura 2. Área de 250m no entorno da caverna.

Nos pontos onde o relevo é mais plano a infiltração é maior e ocorre de forma mais verticalizada, pois não há gradiente para a água escorrer (Figura 3). Cavidades situadas neste setor recebem água diretamente da área de sua projeção em superfície acrescida de poucos metros, a

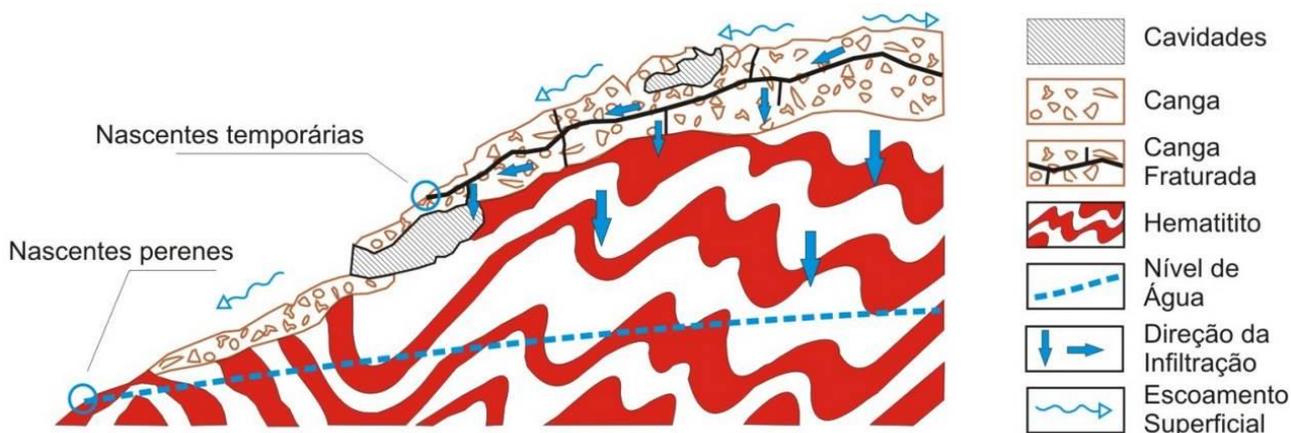


Figura 3. Área de influência hídrica a depender da inclinação do relevo.

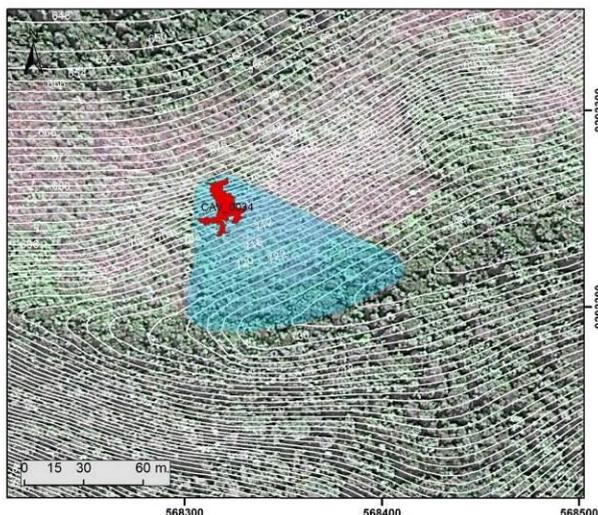


Figura 4. Caverna com área de influencia hídrica delimitada (azul claro); topografia com curvas de nível de 2 em 2 m.

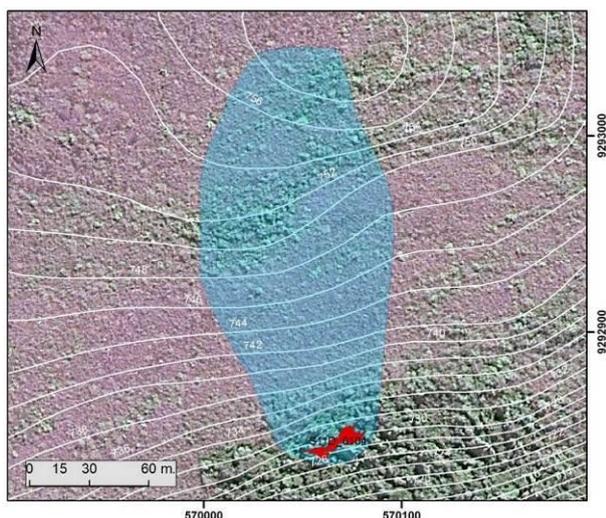


Figura 5. Caverna com área de influencia hídrica delimitada (azul claro); topografia com curvas de nível de 2 em 2 m.

4. CONCLUSÕES

Os estudos comparativos entre tamanho da cavidade e tamanho da área de contribuição hídrica potencial mostram não haver correlação. Ou seja, não existe relação entre o tamanho da cavidade e sua área de contribuição hídrica potencial. Uma possível explicação seria que as cavidades foram formadas com relevo distinto do atual.

A área de influencia hídrica situa-se à montante da caverna, sendo muitas vezes representada por vertentes íngremes que não favorecem à infiltração das águas. Em áreas com relevo plano ocorre infiltração das águas, mas estas ocorrem preferencialmente na vertical; com isto a área de influencia hídrica para estas cavernas podem ser reduzidas a poucos metros além de sua projeção na superfície do terreno.

A área de influencia hídrica traçada a partir da curva de nível levando em consideração aspectos geomorfológicos e geológicos mostram-se mais relevante e exata no sentido de suporte à evolução das cavidades em minério de ferro do que o raio de 250m traçado ao seu redor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à VALE AS pela oportunidade de estudos. Aos colegas da GAFAF pelas discussões e estímulo.

BIBLIOGRAFIA

- DUTRA, G.M. **Síntese dos processos de gênese de cavidades em litologias de ferro.** Congresso Brasileiro de Espeleologia, 32º CBE, Barreiras – BA. Anais. Barreiras: SBE, p. 415-426, 2013. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_415-426.pdf>.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. **Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da região de Carajás, PA.** Congresso Brasileiro de Espeleologia, 30º CBE, Montes Claros - MG. Anais. Montes Claros: SBE, p.181-186, 2009. Disponível em: <http://cavernas.org.br/anais30cbe/30cbe_181-186.pdf>.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. **As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás Brasil.** Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe. 1, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SBE, p.179-186, 1988.