

# FAVORABILIDADE HIDROGEOLÓGICA DO COMPLEXO BAÇÃO, QUADRILÁTERO FERRÍFERO – MG

Thaís Palma de Brito <sup>1</sup>, Luis de Almeida Prado Bacellar <sup>2</sup>, Maria Sílvia Carvalho Barbosa <sup>3</sup>,  
Cesar Falcão Barella <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto (MG).  
geo.palmabrito@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto (MG).  
luisapbacellar@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto (MG).  
mscbarbosa@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Ouro Preto. Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto (MG).  
cesarbarella@gmail.com

**Palavras-Chave:** Aquífero Fissural; Complexo Bação; Favorabilidade Hidrogeológica

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta excedentes hídricos e condições hidrogeológicas favoráveis às reservas subterrâneas em aproximadamente 95% de seu território. Dessa forma, tem-se uma rede fluvial bem consistente e perene, com uma descarga de 6.220km<sup>3</sup>/ano, fazendo com que o Brasil ocupe o primeiro lugar mundial no *raking* dos países mais ricos em água doce (Rebouças, 1998).

Na região do Quadrilátero Ferrífero, os estudos relacionados à hidrogeologia tiveram início a partir da década de 80, quando as lavras das principais minas atingiram os níveis do lençól freático (Silva et al., 1994).

O Complexo Bação, área de estudo deste trabalho (Figura 1), é um diápiro de aproximadamente 20km de raio (formado entre 3,2 e 2,61Ga, juntamente com os outros complexos da região), localizado na porção centro-sul do Quadrilátero Ferrífero, composto principalmente por granitoides e gnaisses. Tais rochas compõem uma estrutura dômica, com registro de inúmeros eventos deformacionais (Teixeira, 1985 e 1993; Machado e Carneiro, 1992; Carneiro et al. 1995).

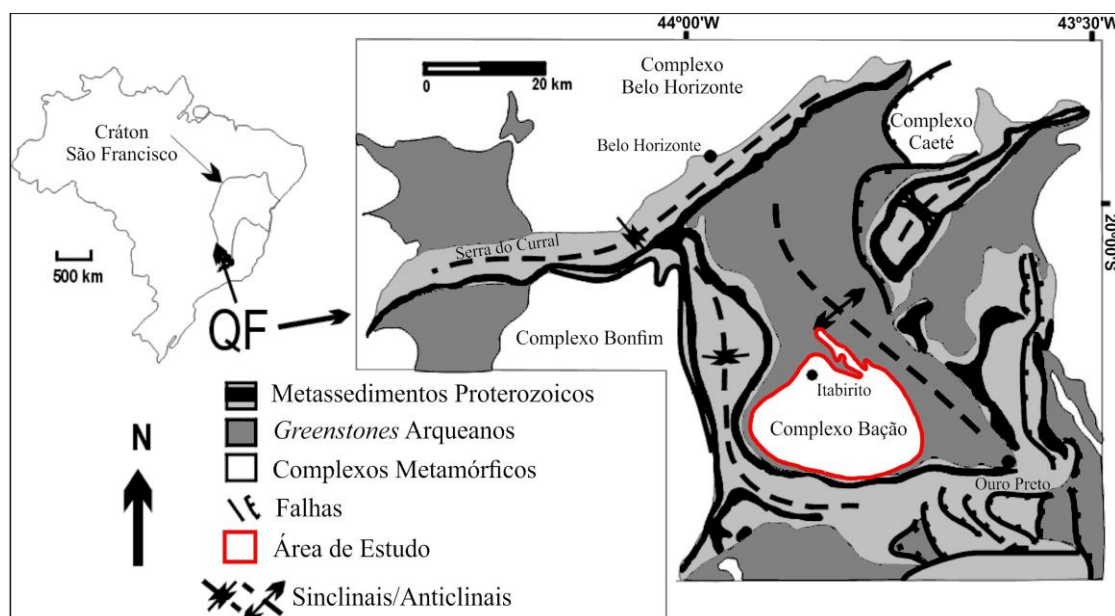


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo: o Complexo Bação (modificado de Dorr II, 1969).

O aquífero típico do Complexo Bação é o fissural que, devido a um clima mais úmido na região, apresenta um manto de intemperismo espesso, em função da alteração das rochas cristalinas. Este, por sua vez, exibe comportamento hidrodinâmico semelhante a um meio aquífero granular poroso.

O objetivo precípua deste trabalho foi a geração de um mapa de favorabilidade hidrogeológica do Complexo Bação, onde são evidenciadas as áreas de maior potencial hídrico subterrâneo. Dessa forma, o presente estudo visa contribuir para um maior conhecimento hidrogeológico da região, devido à escassez de estudos ligados aos aquíferos da área em questão. Esta contribuição torna-se importante face à demanda crescente de água, onde o recurso subterrâneo funciona como uma alternativa de abastecimento populacional, além de outras questões relacionadas à sustentabilidade ambiental e à gestão deste recurso hídrico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da integração de seis mapas, foi obtido o mapa final de favorabilidade hidrogeológica do Complexo Bação, sendo eles: modelo HAND (*Height Above the Nearest Drainage*), o mapa de declividade, três mapas de densidade de lineamentos (dois geofísicos e um morfoestrutural) e o mapa litológico da área.

Os lineamentos morfoestruturais foram traçados com base na imagem de relevo sombreado do TOPODATA, originária da imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) da região. Por conseguinte, foram traçados os lineamentos radiométricos e magnetométricos utilizando-se, principalmente, os mapas temáticos do canal de tório e análise do sinal analítico, confeccionados por meio do *software* Geosoft. Dessa forma, foram gerados os respectivos mapas de densidade de lineamentos, atribuindo um peso maior às direções paralelas ao esforço principal máximo ( $\sigma_1$ ), de acordo com a neotectônica regional, onde as fraturas tendem a estar mais abertas (*range* utilizado de azimute: 85° - 115°). Além disso, foram obtidos os diagramas de rosa desses três tipos de mapas.

O modelo HAND consiste na distância vertical acima do canal de drenagem mais próximo, que é gerado a partir da diferença de altitude de modelos digitais de elevação (MDE), juntamente com a rede de drenagem de referência (Rennó et al., 2008; Nobre et al., 2011). Este modelo e o mapa de declividade foram gerados a partir da imagem de radar SRTM (30m) da região, utilizando-se os *softwares* TerraView e ArcGis, respectivamente. E, por fim, foi utilizado um mapa litológico da área na escala de 1:10.000 (Campos, 2006).

Os seis mapas gerados foram reclassificados para o processo de integração, realizado por meio do *software* ArcGis, utilizando-se a técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Esta técnica corresponde a um método de atribuição de pesos (para cada mapa e entre suas classificações) de forma hierárquica, seguindo uma lógica nas atribuições (Saaty, 1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo HAND está indiretamente ligado à profundidade do lençól freático, consistindo em uma ferramenta muito útil não somente para problemas relacionados a áreas suscetíveis a inundações, como também para estudos hidrogeológicos. O Complexo Bação não apresenta uma litologia muito heterogênea, pelo contrário, é composto predominantemente por rochas granito-gnáissicas e algumas lentes de xistos do Grupo Nova Lima, Supergrupo Rio das Velhas (Machado et al., 1992). Dessa forma, foi atribuído o menor peso ao mapa litológico, para a confecção do mapa de favorabilidade hidrogeológica da área (Figura 2). Em contrapartida, o modelo HAND foi o critério de maior peso, seguido dos mapas de declividade e de densidade de lineamentos morfoestruturais (ambos com o mesmo peso), bem como dos mapas de densidade de lineamentos radiométricos e magnetométricos, respectivamente.

Em relação às classificações de cada mapa gerado, as áreas com maior grau de importância, quanto ao potencial hidrogeológico, estão situadas: em locais onde o lençól freático apresenta uma profundidade de 0 a 7m; na faixa de declividade de 0 a 8% (relevo plano a suave-ondulado, de acordo com Ramalho-Filho e

Beek, 1995); em zonas de alta concentração de lineamentos morfoestruturais, radiométricos e magnetométricos, utilizando-se, respectivamente, os raios de 1000m, 2000m e 1500m para a geração dos mapas de densidade; e em terrenos caracterizados por rochas gnáissicas.

As regiões onde o lençol freático encontra-se mais próximo à superfície são mais propícias à exploração de água subterrânea, devido à maior facilidade em termos de locação de poços. As áreas com declives mais suaves também apresentam um maior potencial hidrogeológico, pois a espessura do regolito tende a ser maior em terrenos mais planos, favorecendo o acúmulo de água. Por outro lado, em regiões mais íngremes, tem-se um maior escoamento superficial.

Os locais onde há uma elevada concentração de lineamentos morfoestruturais (superficiais), radiométricos (subsuperficiais) e magnetométricos (mais profundos) são áreas que apresentam maior favorabilidade hidrogeológica, já que os lineamentos são correlacionáveis às discontinuidades das rochas, como fraturas e falhas. Os diagramas de rosa dos três tipos de mapas de lineamentos exibiram uma direção preferencial E-W, evidenciando a reativação de estruturas profundas em superfície.

A partir de dados de vazão de poços, Feitosa et al. (2008) comprova um maior potencial hídrico subterrâneo em gnaisses, quando comparados aos granitos. Por outro lado, os xistos são colocados como os litotipos menos produtivos, devido à presença de minerais micáceos que podem obstruir as fraturas a partir da alteração para argilas (Singhal e Gupta, 1999).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas mais propícias à exploração de água subterrânea no Complexo Bação consistem, portanto, nas zonas onde o lençol freático encontra-se mais próximo à superfície, em regiões de menor declividade, de maior densidade de lineamentos (morfoestruturais, radiométricos e magnetométricos) e em rochas gnáissicas.

A validação dos resultados foi possível por meio de dados de capacidade específica de poços da região, com valores mais altos situados nas áreas de maior favorabilidade hidrogeológica, conforme o mapa final (Figura 2).

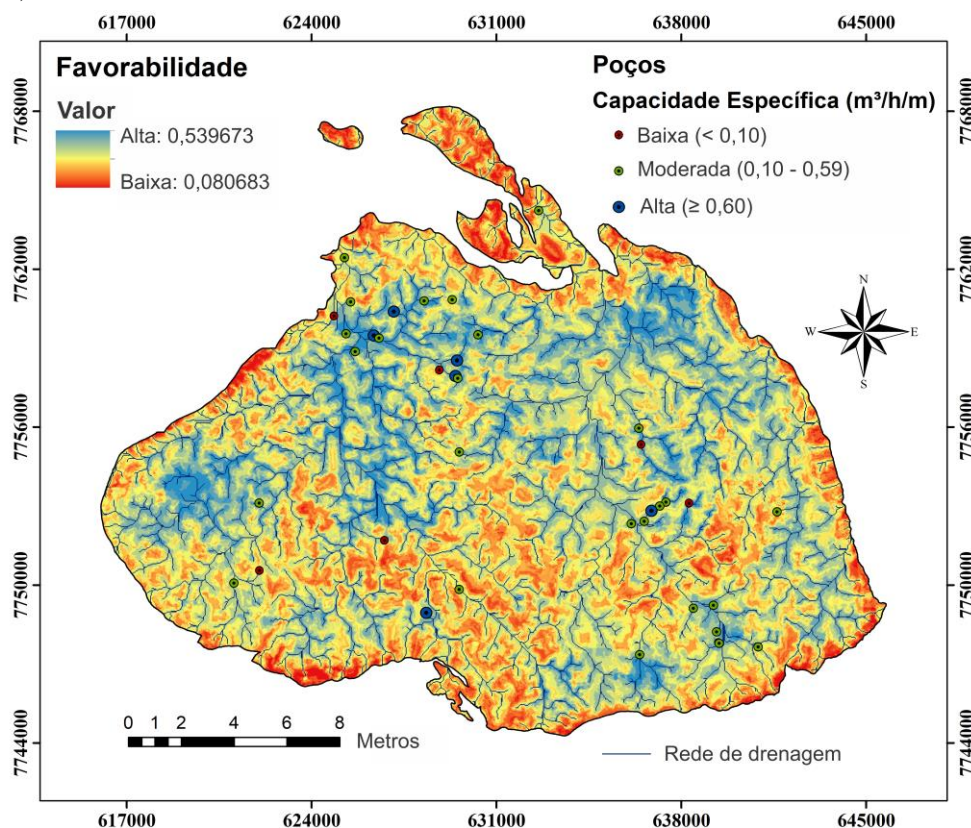


Figura 2. Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Complexo Bação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, M. I. B. Caracterização da deformação frágil e sua relação com os processos de voçorocamento na porção sudeste do Complexo Metamórfico Bação – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, p.156. 2006.
- Carneiro, M. A.; Noce, C. M.; Teixeira, W. Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero sob o ponto de vista da Geocronologia. *Revista da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto (Brazil)* 48, p.264-274. 1995.
- Dorr II, J. V. N. Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper, 641-A:1-110. 1969.
- Feitosa, F. A. C.; Filho, J. M.; Feitosa, E. C.; Demetrio, J. G. A. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. 3. ed. Rio de Janeiro: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, v.1, p.812. 2008.
- Machado, N. e Carneiro, M. A. U-Pb evidence of Late Archean tectonothermal activity in southern São Francisco shield, Brazil. *Can. J. Earth Sci.* 29, p.2341-2346. 1992.
- Machado, N.; Noce, C. M.; Ladeira, E. A.; Belo de Oliveira, O. U-Pb Geochronology of Archean magmatism and Proterozoic metamorphism in the Quadrilátero Ferrífero, southern São Francisco craton, Brazil. *Geol. Soc. Am. Bull.* 104, p.1221-1227. 1992.
- Nobre, A. D.; Cuartas, L. A.; Hodnett, M. G.; Rennó, C. D.; Rodrigues, G.; Silveira, A.; Waterloo, M.; Saleska, S. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. *Jornal of Hydrology*, n.404, p.13-29. 2011.
- Ramalho-Filho, A. e Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, p.65. 1995.
- Rebouças, A. C. *Revista Águas Subterrâneas*, São Paulo, Brasil. eISSN 2179-9784 (eletrônico). 1998. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22322>> Acesso em: 3 abr. 2018.
- Rennó, C. D.; Nobre, A. D.; Cuartas, L. A.; Soares, J. V.; Hodnett, M. G.; Tomasella, J.; Waterloo, M. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*, v.112, p.3469-3481. 2008.
- Saaty, R. W. The Analytic Hierarchy Process - What it is and how it is used. *Mathl Modelling*, v.9, p.161-176. 1987. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0270025587904738>> Acesso em: 2 abr. 2018.
- Silva, A. B.; Sobreiro Neto, A. F.; Bertachini, A. C. Potencial de Águas Subterrâneas do Quadrilátero Ferrífero. *Revista Águas Subterrâneas*, São Paulo, Brasil. eISSN 2179-9784 (eletrônico). 1994. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23106/0>> Acesso em: 3 abr. 2018.
- Singhal, B. B. S. e Gupta, R. P. *Applied Hydrogeology of Fractured Rocks*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.400. 1999.
- Teixeira, W. A evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, p.207. 1985.
- Teixeira, W. Avaliação do acervo de dados geocronológicos e isotópicos do Cráton do São Francisco – Implicações tectônicas. In: Dominguez, J.M.L., Misi, A, (Eds.). *O Cráton do São Francisco*. Soc. Bras. Geol., Núcleo Bahia/Sergipe, Salvador, p.11-33. 1993.