



Critérios e métodos para delimitação de bacias hidrogeológicas

T.M. Arraes & J.E.G. Campos

Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70.910-900, Brasília – DF. tassia@unb.br, eloi@unb.br

Abstract The designation of the “hydrogeologic basin” terminology still needs to be complemented regarding the definition and application aspects. One of the approaches without theoretical and conceptual basement is related to the criteria for definition the boundaries of the hydrogeologic basins and the relationships with the overland watersheds. The available technical literature is very restricted and incomplete. Because of this, the objective of the present paper is to contribute with the knowledge on the hydrogeologic basins, as well as to characterize a terminology to be used for futures hydrogeologic studies. Potenciometric surfaces mapping, hydrology, hydrochemistry, tracing tests and geophysics are among the main applied techniques to the delimitation of the hydrogeologic basins. The integrated water resource management, the study of borders aquifers, the definition of well protection perimeter and the remediation study on polluted aquifers are some of the cases where the knowledge of the hydrogeologic boundaries is very important.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, bacia hidrogeológica.

Keywords: watershed, hydrogeologic basin.

INTRODUÇÃO Usualmente, a unidade principal de investigação em estudos hidrológicos e demais fenômenos do fluxo superficial é a bacia hidrográfica (Rennó 2004). Dessa forma, os critérios para a delimitação da unidade hidrográfica são bem conhecidos, contando inclusive com modelos digitais já desenvolvidos que permitem, a partir da existência de curvas de nível, a delimitação automática das bacias e do sentido do escoamento superficial em qualquer ponto de sua poligonal (Rennó & Soares 2001). Portanto, referências bibliográficas relativas aos critérios para delimitação e gestão das bacias hidrográficas são comuns e facilmente encontradas.

Com relação às bacias hidrogeológicas, ao contrário, a literatura é muito restrita e de certa forma deficiente. Tiedman *et al.* (1998) definem bacia hidrogeológica como os limites e caminhos que a água subsuperficial segue através do aquífero, desde as zonas de recarga até um exutório específico. Segundo a resolução número 15 de 11 de janeiro de 2001, publicada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH 2001), um corpo hídrico subterrâneo corresponde ao volume de água armazenado no subsolo onde os aquíferos podem apresentar zonas de descarga e recarga pertencentes a uma ou mais bacias hidrográficas sobrejacentes.

As informações hidrogeológicas existentes representam importante subsídio para direcionar pesquisas e auxiliar na escolha das melhores alternativas de ação com relação à gestão integrada dos recursos hídricos. Além disso, devido a crescente necessidade da utilização racional da água subterrânea e de diversas outras questões, muitas vezes até de âmbito político, torna-se cada vez mais importante

aprimorar o conhecimento acerca das bacias hidrogeológicas.

No caso dos aquíferos subjacentes a duas ou mais unidades federativas, por exemplo, é necessário um bom conhecimento prévio dos limites da bacia hidrogeológica para que os possíveis conflitos existentes e potenciais sejam resolvidos de maneira coerente.

DEFINIÇÃO Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica constituída de um sistema de rios que drenam uma área topograficamente definida representada pelo divisor de águas (Clark *et al.* 2005). A bacia hidrográfica associada a uma dada seção fluvial é limitada pelos seus divisores de água e pela rede de drenagem. Assim, a individualização de bacias hidrográficas pode ser feita simplesmente a partir da análise de cartas topográficas ou fotografias aéreas.

Já as bacias hidrogeológicas não são tão prontamente reconhecidas, sendo necessária a utilização de diversos métodos para estabelecer a sua real extensão lateral. Há casos em que uma bacia hidrogeológica possui área muito maior que a da respectiva bacia hidrográfica (Tiedman *et al.* 1998.), podendo incluir inúmeras bacias hidrográficas sobrejacentes com diversos divisores e compartimentação interna distinta, com diferentes tipos de padrões de drenagem, variação na densidade da drenagem, forma e dissecação do relevo, comprimento de rampas, etc. (Fig. 1). Por outro lado, existem casos em que uma mesma bacia hidrográfica pode definir em subsuperfície diferentes padrões de fluxo de forma que águas que infiltram apresentem

padrões divergentes do fluxo interno e do escoamento de base, com relação ao escoamento superficial (Fig. 2).

A assimetria entre os limites das bacias hidrográficas e hidrogeológicas pode ser controlada por vários parâmetros com destaque para: heterogeneidades dos aquíferos, anisotropia em

sistemas aquíferos fraturados e cársticos, variação brusca da potenciométrica em situações de limites laterais de aquíferos, presença de estruturas geológicas de grande porte (dobras ou falhas), presença de aquíferos com diferente tipo de porosidade sobrepostas, além de outros ou mesmo da associação desses fatores (Fig. 3).

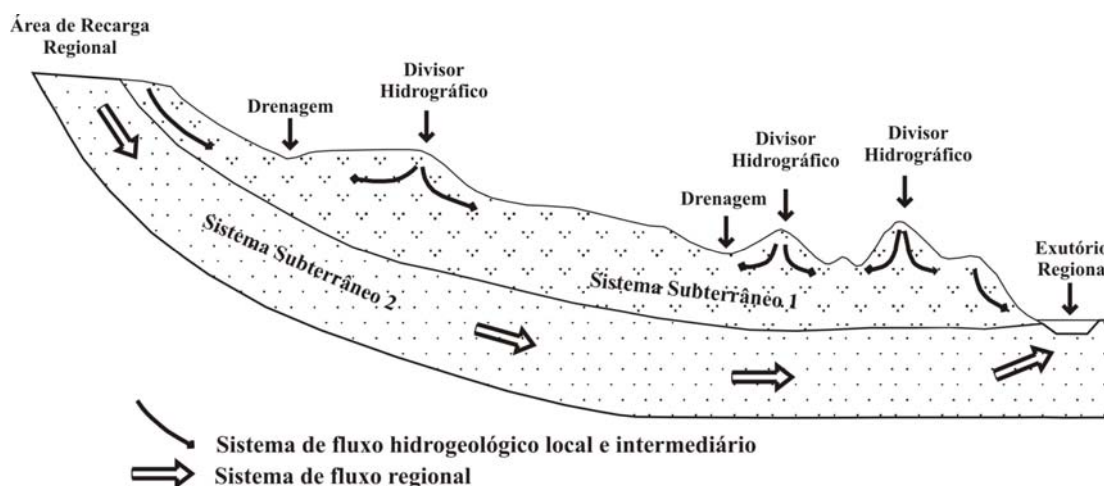


Figura 1. Exemplo de situação em que uma bacia hidrogeológica (sistema subterrâneo 2) é sobreposta por várias bacias hidrográficas

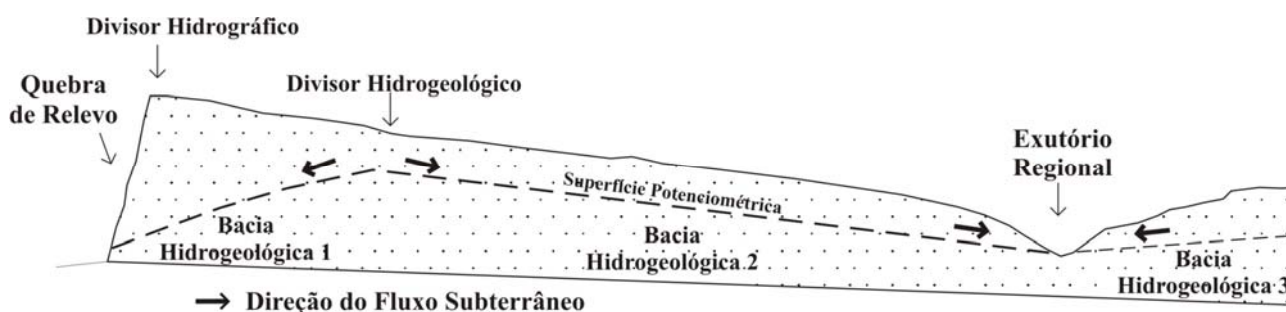


Figura 2. Exemplo de assimetria entre bacias subterrâneas e superficiais, onde uma única bacia hidrográfica apresenta pelo menos três bacias hidrogeológicas em profundidade

O presente trabalho define bacia hidrogeológica como o limite entre as zonas de recarga e descarga de determinado aquífero, sendo a zona de recarga considerada a partir da região onde as águas ou plumas descendentes de umidade alcançam o topo da zona saturada dos aquíferos e os exutórios os pontos

ou áreas onde as águas retornam à superfície. Como o aquífero é tridimensional, a região de recarga constituirá uma área e os limites da bacia hidrogeológica serão representados por linhas que fecham em um polígono, a exemplo do que ocorre na bacia hidrográfica.

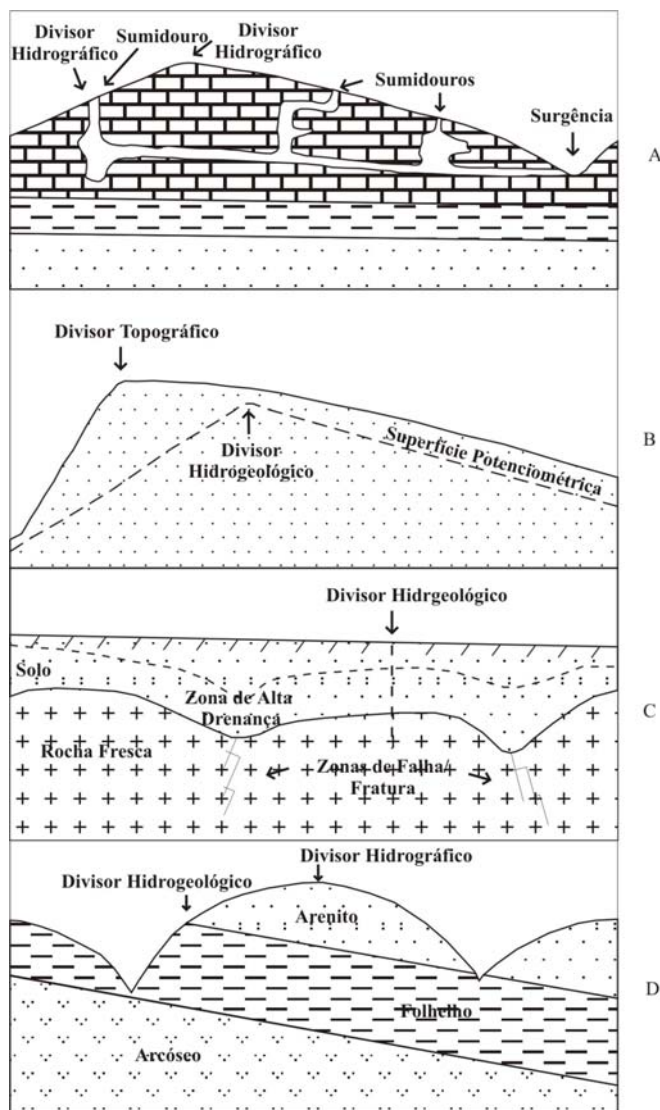


Figura 3. Ilustrações de casos de assimetria entre bacias hidrográficas e hidrogeológicas. A assimetria em sistema cárstico devida à posição relativa entre os sumidouros e a surgência; B assimetria devida a quebra acentuada de relevo; C assimetria devida à presença de zonas drenantes representadas por anisotropias planares (falhas/fraturas abertas) e D assimetria devida à presença de camada impermeável

A partir da definição proposta, fica claro que o funcionamento hídrico de uma bacia hidrogeológica é sensivelmente diferente daquele observado para uma bacia hidrográfica. Os limites de uma bacia hidrográfica são definidos a partir de um ponto no exutório, de forma que toda a área drenada a montante do ponto escolhido define a bacia em questão. A própria definição de bacias e sub-bacias é facilitada (Fig. 4).

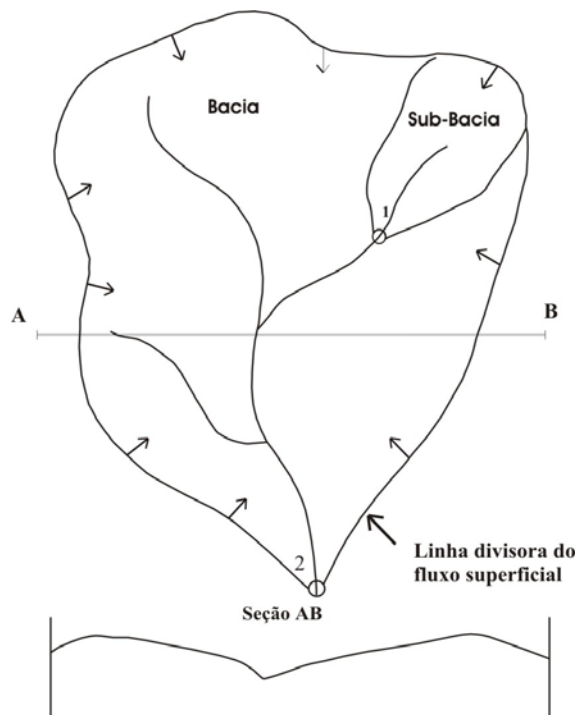


Figura 4. Representação esquemática em planta e respectiva seção de uma bacia e sub-bacia hidrográfica. Nos casos em que os demais parâmetros do meio físico (solos, relevo, precipitação, etc) são similares, as vazões nos pontos 1 e 2 são proporcionais às áreas de drenagem

No caso da bacia hidrogeológica, o exutório não pode ser definido como um ponto, mas em geral é caracterizado por uma área ou pelo menos por uma linha de descarga, de forma que, a limitação da área da bacia se torna mais complexa (Fig. 5).

Portanto, para solucionar os possíveis problemas de assimetria entre bacias hidrográficas e hidrogeológicas, propõe-se a aplicação das seguintes metodologias: estudos hidrológicos, estudos potenciométricos, ensaios de traçador, geoquímica isotópica, análise de lineamentos e estudos geofísicos. Os métodos e técnicas propostos podem, em alguns casos, definir de forma qualitativa a assimetria entre as bacias, ou em outros casos definir com precisão seus limites.

A definição precisa dos limites entre bacias hidrogeológicas deve transcender os limites físicos entre tipos de rochas, fácies hidrogeológicas e estruturas, mas deve também considerar os aspectos do tipo de fluxo hidrogeológico e regime hídrico da rede de drenagem superficial (rios efluentes ou influentes).

Assim, idealmente devem ser empregados métodos associados entre si e quanto maior a escala de trabalho

maior o número de dados necessários para uma delimitação precisa.

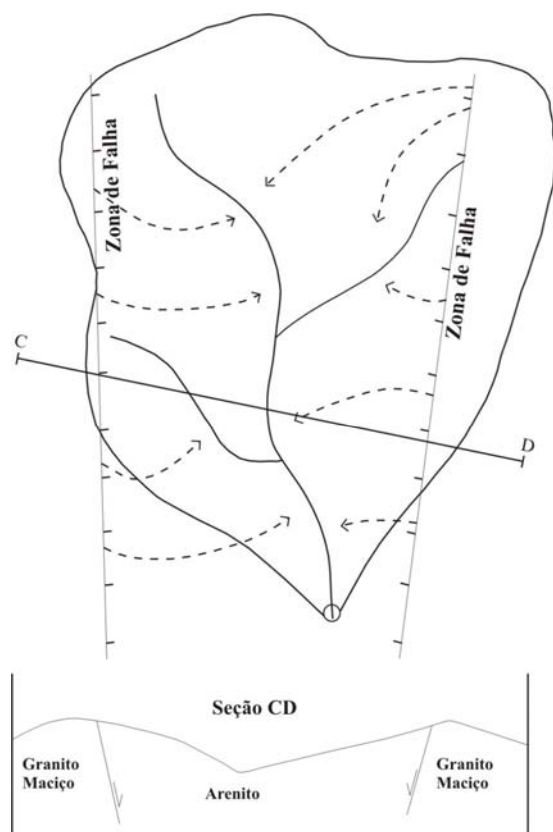


Figura 5. Representação esquemática em planta e em seção ilustrando a complexidade da definição de exutórios em bacias hidrogeológicas. Considerando que os planos de falhas limitam a bacia hidrogeológica, os exutórios são representados pelos segmentos de canais que formam a rede de drenagem superficial (as linhas pontilhadas representam o fluxo subterrâneo)

Referências

- CLARK B.T., BURKARDT N., KING D. 2005. Watershed management and organization dynamics: nationwide findings and regional variation. *Environmental Management*, **36**:297-310.
- CNRH 2001. *Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº15, de 11 de janeiro de 2001*. Diário Oficial da União, 22 de janeiro de 2001. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R015.htm>. Acesso em: 6 de dez. 2005.
- RENNÓ D.C. & SOARES J.V. 2001. Discretização espacial de bacias hidrográficas. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, *Anais*, pp.485-492.
- RENNÓ D.C. 2004. *Construção de um sistema de análise e simulação hidrológica: aplicação a bacias hidrográficas*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos. Dissertação, 148p. Disponível em: <http://iris.sid.inpe.br:1912/col/sid.inpe.br/jeferson/2003/06.10.13.53/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2005.
- TIEDMAN R.C., GOODE D.J. & HSIEH P.A. 1998. Characterizing a ground water basin in New England Mountain and valley terrain. *Ground Water*, **36**:611-621.