

GEOQUÍMICA DAS ÁGUAS E DOS PRODUTOS DE ALTERAÇÃO DE BASALTOS EM RIBEIRÃO PRETO, SP

M.Benedetti¹, O.Menardo¹, Y.Noack¹, N.Gonçalves², Y.Lucas³, A.Carvalho⁴

INTRODUÇÃO

Numerosos estudos experimentais têm sido realizados sobre a taxa de dissolução dos minerais formadores de rocha. A maioria dos experimentos tem sido executada em minerais puros, sob condições de laboratório cuidadosamente controladas. Contudo, nas condições naturais de campo, misturas de diferentes minerais estão reagindo simultaneamente, juntamente com constituintes do solo (produtos amorfos, matéria orgânica,...). Entretanto são pouco numerosos os trabalhos sobre a interação meteórica água-rocha, baseados em dados de campo. Entre eles citam-se Miller & Drever (1977), que estudaram a aquisição de solutos e reações intempéricas pelas águas meteóricas em contato com rochas básicas, bem como Gislason & Eugster (1978), que descreveram a interação água-basalto a NE da Islândia. Investigações sobre a interação água-rocha sob condições tropicais úmidas, quando a alteração é máxima, são raras (Boulegue et al., 1987).

Águas meteóricas diluídas respondem rapidamente às reações de dissolução e precipitação e, portanto, podem ser usadas para definir a natureza geoquímica dessas reações. A área basáltica de Ribeirão Preto, SP presta-se ao estudo da aquisição dos solutos pelas águas meteóricas em basalto, à quantificação e à estimativa da idade do intemperismo.

LOCALIZAÇÃO, AMOSTRAGEM E ANÁLISES

Na área de Ribeirão Preto aparecem como principais unidades litológicas os basaltos frescos, os produtos de alteração e os arenitos pós-cretácicos. Nessa região foram coletadas 36 amostras de água no final da estação seca (outubro, 1990). A maior parte das amostras (27) é de rios, riachos e fontes provenientes dos produtos de alteração. Duas amostras são de fontes de fraturas de basalto frescos, quatro amostras de furo de sondagem na área de Cravinhos e duas outras de água

¹ Lab. Geosci. Environn. Fac. St Jérôme, Marseille, França.

² Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Ribeirão Preto, Brasil.

³ ORSTOM/Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

⁴ Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

percolando os arenitos pós-cretácicos. Foi ainda coletada uma amostra de água meteórica para referência.

Em cada amostra, foram determinadas no campo, a temperatura, o pH e a alcalinidade. No laboratório foram determinados os elementos maiores e traços, em duas diferentes frações: fração 1, passada em filtro com poros de 0,02#, acidificada com HCl, para determinação de elementos maiores e fração 2, passada em filtro com poros de 0,01#, acidificada com HNO₃, para determinação de elementos traços.

RESULTADOS

Amostras de água provenientes de basaltos frescos: são caracterizadas por pH elevado (8-10), alta alcalinidade e altos teores de sulfato e fluoretos. As concentrações de sódio e alumínio são 10 a 100 vezes maiores que as determinadas para outras amostras.

Amostras provenientes de arenitos: apresentam as mais baixas cargas de todas as amostras, possuindo, entretanto, os menores valores de pH.

Amostras provenientes de produtos de alteração: mostram uma composição química variando entre a das amostras de basalto fresco e as de arenitos.

O comportamento geoquímico dos elementos maiores para as diferentes amostras pode ser explicado pelas relações entre as concentrações ou pela combinação linear de concentrações. No gráfico cátions vs alcalinidade (Fig. 1) as amostras provenientes dos produtos de alteração colocam-se ao longo de uma reta. Esta reta pode ser interpretada como resultante da combinação entre as águas dos arenitos e aquelas do limite produto de alteração/basalto. Nesse diagrama, as duas fontes de basalto fresco colocam-se bem fora da linha. Essa discrepância é o resultado da alteração dos minerais sulfetados encontrados nos basaltos, que ocorrem próximos à área de amostragem. A lixiviação desses minerais induz à produção de sulfato, que reduz o valor da alcalinidade.

CONTROLE DE Al E Si

Gibbsita e caolinita são as duas principais fases minerais do perfil. Como mostrado na Figura 2, todas as águas estudadas, com exceção da meteórica, estão situadas no campo de estabilidade da caolinita. Esse mineral deve, portanto, estar se formando atualmente a partir das soluções de alteração, o que está de acordo com a presença de caolinita no córtex exterior das esferas de basalto alterado (cf. Noack et al., neste volume). Já o teste da saturação das águas, face aos outros minerais silicáticos neoformados, mostra que somente as duas águas de fontes provenientes de basalto fresco são saturadas com relação à esmectita cálcica. Com efeito, esta fase mineral só foi detectada nos produtos de filtração dessas duas amostras.

AValiação DA TAXA E IDADE DO INTEMPERISMO

TAXA DE REBAIXAMENTO DA FRENTE DE INTEMPERISMO

Um dos objetivos deste estudo é o da determinação da taxa de erosão química. O conhecimento da descarga na saída de duas bacias hidrográficas (Crav 6 e Crav 23) permite uma avaliação da taxa de rebaixamento da frente de intemperismo. As taxas calculadas, com base em diferentes elementos, são apresentadas na Tabela I. No caso do Na, os valores para as duas bacias estão na mesma amplitude, uma vez que esse elemento não é controlado por nenhuma fase secundária. Pelos valores obtidos, pode-se dizer que a frente de intemperismo aprofunda-se 60 mm/1000 anos. Já as taxas calculadas com base no Mg, Ca e Si são muito menores para ambas as bacias. As reações secundárias que controlam a concentração da sílica dissolvida são responsáveis pelos menores valores obtidos com esse elemento.

TAXA DE DISSOLUÇÃO DO BASALTO

Análises relacionando as características das águas subterrâneas, transferência de massa e taxa de dissolução dos basaltos são já conhecidas (Gislason & Eugster, 1987). Esse raciocínio foi utilizado no presente trabalho para estimar-se a taxa de dissolução dos basaltos estudados. Os resultados (Tabela 2) mostram que existe uma boa concordância entre as taxas de dissolução encontradas com as determinadas para os basaltos da Islândia ou com dados experimentais de dissolução de minerais formadores de rochas.

IDADE DO INTEMPERISMO

Com base nos dados das taxas, tanto de dissolução como de rebaixamento da frente de intemperismo, é possível avaliar-se a idade do intemperismo na área de Ribeirão Preto. Assumindo-se uma espessura média de 30 m para o perfil de alteração e usando o valor obtido com o Na, de 68 mm/1000 anos, para a taxa de rebaixamento da frente de alteração, chega-se a uma idade por volta de 440.000 anos. O mesmo cálculo pode ser feito usando-se a taxa de dissolução com base no Na e no balanço de massa. Assumindo-se uma espessura média de 15 cm para o córtex alterado das unidades de basalto esferoidais encontradas na base dos perfis de alteração, a idade média obtida é de 375.000 anos, que é próximo do outro valor. Considerando-se que os basaltos possuem uma idade de 140×10^6 anos, os resultados obtidos sugerem uma idade relativamente jovem para os perfis atuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOULEGUE, J.; BENEDETTI, M.; BILDGEN, P. (1987) Appl.Geochem., 4: 37-47.

GISLASON, S. & EUGSTER, H. (1987) Geochim.Cosmochim.Acta, 51:2841-2855.

MILLER, W. & DREVER, J. (1977) Geochim.Cosmochim.Acta, 41:1693-1702.

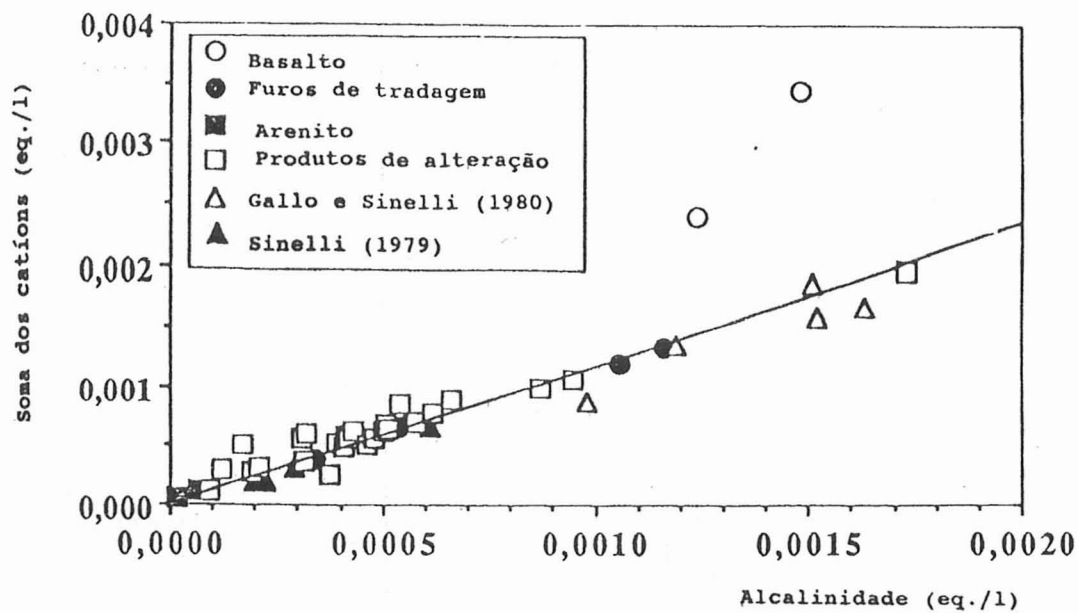


Figura 1 - Soma dos cátions (eq./l) em relação à alcalinidade (eq./l).

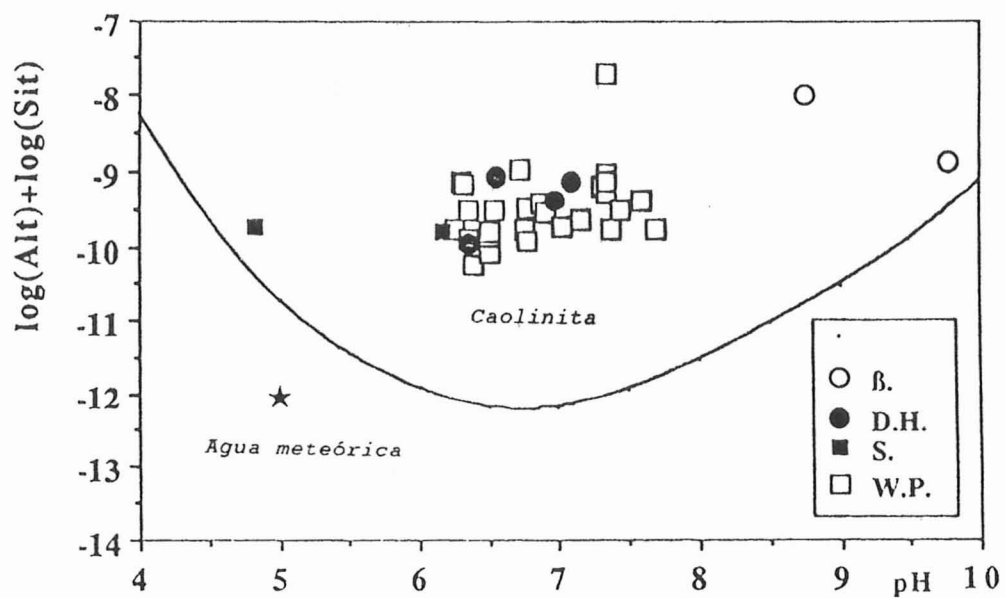


Figura 2 - Diagrama de equilíbrio da caolinita.

β = basalto, D.H. = Furos de tradagem, S. = Arenito, W.P. = Produtos de alteração.

Tabela 1 - Taxa de erosão em mm/1000 anos para duas bacias monolitológicas.

ELEMENTOS	Si	K	Na	Ca	Mg
Bacia: CRAV 6, superfície: 50 km ² , vazão: 5400 m ³ /h					
Volume de basalto alterado em m ³ /ano	779	2794	3381	1065	1287
Taxa de erosão em mm/1000 anos	16	56	68	21	26
Bacia: CRAV 23, superfície: 13,5 km ² , vazão: 771 m ³ /h					
Volume de basalto alterado em m ³ /ano	164	350	863	203	386
Taxa de erosão em mm/1000 anos	12	26	64	15	27

Tabela 2 - Comparação das taxas de dissolução linear (logk (mol/cm².sec)) do labrador, do basalto e do vidro basáltico; (1) Eugster & Gislason (1987), (2) Busenberg & Clemency (1976).

	Basalto do Paraná	Basalto da Islândia (1)	Labrador (2)	Vidro basáltico (1)
Na	-14	-15,16	-15,90	-14,31
Mg	-16	-15,73		-14,29
Ca	-15	-15,36	-15,96	-14,31
Si	-14,5	-14,73	-15,90	-13,55
F	-15	-17,20		-16,17