

DENUDAÇÃO QUÍMICA DA BACIA ASSOCIADA AO SISTEMA DE CAVERNAS PÉROLAS-SANTANA, MUNICÍPIO DE IPORANGA, SÃO PAULO.

Ivo Karmann¹ Derek Ford²

¹Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo

²Department of Geography - McMaster University

A taxa de denudação de terrenos cársticos por dissolução (ou simplesmente taxa de denudação cárstica) é definida como a perda média de massa em solução de bacias de drenagem sobre rochas carbonáticas (White, 1984), representando a taxa de rebaixamento da superfície do relevo cárstico em função do intemperismo e erosão.

Nesta comunicação apresenta-se a primeira estimativa quantitativa de uma taxa de dissolução cárstica do Brasil, obtida através do monitoramento hidrológico e hidroquímico por um ano hidrológico (1990-1991) do sistema de drenagem cárstica Pérolas-Santana. Este sistema localiza-se na região sul-sudeste do Estado de São Paulo, constituindo uma drenagem cárstica que ressurge na caverna Santana, afluente da margem direita do médio curso do rio Betari, tributário do alto curso do rio Ribeira.

O sistema Pérolas-Santana desenvolve-se em metacalcários e metacalcários dolomíticos da Formação Bairro da Serra (Campanha, 1991) do Subgrupo Lageado. Estes metacarbonatos representam, no local, uma estrutura homoclinal que constitui o flanco NW do anticlinal da Biquinha.

Embora a erosão química de terrenos carbonáticos ocorre tanto em superfície como em subsuperfície, as taxas de denudação são expressas, por convenção, pelo equivalente em espessura de rocha removida por unidade de tempo ao longo de uma superfície horizontal. As unidades mais frequentemente utilizadas são milímetros removidos por mil anos (mm/ka, ka = 1000 anos), o que equivale também a m³/km² x ano (Ford e Williams, 1989).

A denudação cárstica obtida neste trabalho baseia-se no cálculo do total de massa equivalente a CaCO₃ removida pelo sistema de drenagem durante o período de 11/06/90 a 18/06/91, durante o qual, monitorou-se o volume de água escoado e sua dureza total. O método aqui utilizado fundamenta-se nos trabalhos de Drake e Ford (1973) e Ogden (1982). Diferencia-se destes, pelo fato de ser aplicável a bacias com captação mista alogênica e autogênica, devido à inclusão de um termo na fórmula de cálculo da taxa, que subtrai a contribuição em massa de carbonatos de origem alogênica.

A bacia do sistema monitorado possui 25,4km² de área de captação total, dos quais, no mínimo, 7,4km² correspondem a área de captação alogênica. Estes valores foram obtidos através do balanço hídrico do sistema, sendo que sua demarcação exata em campo e mapa depende da aplicação de traçadores (trabalho em andamento) para delimitar a conexão entre a bacia do sistema Pérolas-Santana e o sistema cárstico vizinho, do Grilo (Karmann, 1994). A vazão do sistema foi calculada através da transformação da curva de altura do rio versus tempo em descarga versus tempo, com base numa curva de calibração entre a altura e vazão. Através de um limnógrafo na ressurgência registrou-se a variação contínua da altura do rio na ressurgência.

O cálculo da denudação química (Dq) seguiu a seguinte equação:

$$Dq = \frac{\left(\sum_{1}^n V_n \cdot T \right) - P \cdot T_a}{d} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{C}, \text{ onde } n = \int_t^{t_n} \frac{dQ}{dt}$$

$$\text{e } P = p \cdot A_a$$

O termo V_n (m³) representa a integral obtida graficamente da curva de vazão instantânea versus tempo da ressurgência do sistema. Este hidrograma foi subdividido em vários períodos no sentido de relacionar cada regime de vazão com sua respectiva dureza total média (T) característica, respeitando assim, o fluxo de massa (g/s de CaCO₃) em função da vazão do sistema. Através do produto entre $V_n \times T$ de cada período e a somatória destes ($n=12$, com T variando entre 80 e 110 mg/l equiv. a CaCO₃), obteve-se a massa total equivalente a CaCO₃ de 1.608.239.131g/ano removida em solução da bacia. Deste total de sólidos dissolvidos escoados pela ressurgência, deve-se subtrair a massa equiv. a CaCO₃ de origem alogênica e introduzida no sistema cárstico através do volume de água coletada sobre a área de captação alogênica da bacia (termo $P \times T_a$, P = volume de escoamento alogênico e T_a = dureza total média deste escoamento). O valor de P é resultante do produto entre A_a

(área de captação alogênica) e p (pluviosidade). A_a da bacia em questão corresponde ao mínimo de $7,4\text{km}^2$ e p para o período de 11/6/90 a 18/6/91 foi de $1583,9\text{mm}$ (medidas diárias em pluviômetro localizado a 2km da bacia), perfazendo $11.721.600\text{ m}^3$ para P . Com o valor de 13 mg/l equiv. a CaCO_3 determinado para Ta (média de 12 determinações), obteve-se uma contribuição de massa alogênica de $152.380.800\text{ g}$ equiv. a CaCO_3 . Subtraindo este valor do total de massa equivalente a CaCO_3 escoada pela ressurgência, determinou-se a massa de $1.455.858.331\text{ g}$ equiv. a CaCO_3 efetivamente dissolvidos no maciço carbonático no período considerado. Distribuindo este volume sobre a área total de captação da bacia ($A = 25,4\text{km}^2$), obteve-se a taxa de denudação aparente do sistema cárstico ($D = 22,1\text{ mm/ka}$). Esta taxa aparente foi corrigida pelo fator I/C (semelhante ao fator proposto por Atkinson, 1976) para obtenção da taxa real de denudação química (Dq). C é a razão entre a área de captação autogênica (no caso de 18 km^2) e a área total da bacia (A). Desta maneira a denudação química da bacia é restringida à fração ocupada por rochas carbonáticas. Obteve-se, assim, um valor final de $Dq = 31,1\text{ mm/ka}$ para o sistema Pérolas-Santana. Deve-se ressaltar aqui o fato desta taxa incluir um erro de cerca de 20% em função das incertezas acumuladas desde as medições de vazão (~10%), nas análises químicas (~5%) e na medição das áreas de captação da bacia (~5%). Portanto, apresenta-se esta taxa com um valor de $31,1 \pm 6\text{ mm/ka}$.

A taxa de denudação cárstica obtida neste trabalho, enquadra-se no alinhamento proposto por White (1984) da denudação em função da precipitação efetiva (precipitação - evapotranspiração) de várias áreas cársticas em climas contrastantes. Este resultado suporta o modelo de que a denudação (carstificação) de terrenos cársticos é controlada essencialmente pelo volume de precipitação pluviométrica da área.

Referências bibliográficas

- CAMPANHA, G. (1991) Tese de Doutor., Inst. de Geoc., USP.
DRAKE, J.J. & FORD, D.C. (1973) INT. CONG. SPELEOL., Proceed., Oloumuc, v.3: 53-6.
FORD, D.C. & WILLIAMS, P.W. (1989) Unwin Hyman, London, 601p.
KARMANN, I. (1994) Tes de Doutor., Inst. Geoc., USP.
OGDEN, A.E. (1982) Nat. Speleol. Soc. Bull. 44: 6-10.
SMITH, D.I. & ATKINSON, T.C. (1976) In: DERYSHIRE, E. (ed) John Wiley, p. 369-409.
WHITE, W.B. (1984) In: LaFLEUR, R.G. (ed), Allen & Unwin, p.227-248.