

# INTERPRETAÇÃO PRELIMINAR DE DADOS ISOTÓPICOS DE CARBONO EM ÁGUAS MINERAIS DA REGIÃO DAS BEIRAS

M. J. F. MORAIS (1) e J. SILAR (2)

## RESUMO

Integrado num projecto de estudo das águas minerais bicarbonatadas-sódicas, sulfúreas, que ocorrem nos granitos Hercínicos da região das Beiras (Centro de Portugal), foi realizada a caracterização isotópica do carbono inorgânico dissolvido (CID), com recurso à determinação do  $\delta^{13}\text{C}$  e do  $^{14}\text{C}$  e o objectivo de definir as fontes do carbono.

Se as precursoras das águas minerais tiverem sido águas com composição isotópica semelhante às águas subterrâneas de infiltração recente, os dados obtidos parecem sugerir uma fonte adicional de carbono (além do  $\text{CO}_2$  do solo) isotopicamente mais pesado e com uma actividade em  $^{14}\text{C}$  muito reduzida ou nula.

Numa primeira estimativa, aplicando a aproximação empírica de Vogel e a correcção de diluição isotópica introduzida por Ingerson e Pearson, obtêm-se idades radiométricas superiores a 10.000 anos.

**Palavras-chave:** Águas minerais, isótopos, carbono-13, carbono-14.

---

(1) Departamento de Ciências da Terra / Inst. Inv. Água, Universidade de Coimbra.

(2) Institute of Hydrogeology, Eng. Geology and Applied Geophysics - Univ. de Praga.

## 1 - INTRODUÇÃO

São abundantes as emergências de águas minerais associadas às rochas graníticas Hercínicas que formam o maciço batolítico das Beiras. A sua localização está condicionada por acidentes tectónicos tardi-Hercínicos, alguns dos quais terão sido reactivados em tempos geológicos mais recentes.

De tipologia semelhante, as águas minerais apresentam no entanto grande diversidade de temperatura e caudal na emergência.

A determinação do  $\delta^{13}\text{C}$  e do  $^{14}\text{C}$  do carbono inorgânico dissolvido (CID), é das ferramentas correntemente utilizadas para a caracterização hidrogeoquímica destes sistemas, na expectativa de esclarecimento dos mecanismos geoquímicos que estão na origem destas águas.

Esta comunicação apresenta uma primeira reflexão sobre dados isotópicos de carbono obtidos para algumas águas minerais da região das Beiras.

## 2 - COLHEITA DE AMOSTRAS E ANÁLISES

Foram realizadas colheitas em 11 sistemas hidrominerais correspondendo a um conjunto de 13 amostras para determinação do  $^{13}\text{C}$  (Granjal; Sangemil; Alcafache; Cavaca; S. Pedro do Sul; Carvalhal; Unhais; Manteigas; Longroiva; S. Geraldo e Felgueira AC1, AC2 e AC3). Os sublinhados referem-se aos locais seleccionados para colheita, em simultâneo, de amostras para determinação radiométrica do carbono.

Procedeu-se também à colheita de amostras em águas subterrâneas de infiltração recente para análise da relação  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

Com temperaturas variando dos cerca de 18 °C aos 65 °C, as águas minerais têm uma composição química (Fig. 1), genericamente caracterizada por:

- (1) - valores de resíduo seco entre os 170 e 430 mg/l;
- (2) - pH a variar entre 8.0 e 9.5 unidades de pH;
- (3) - o sódio é o catião dominante (mais de 90% do total de catiões);
- (4) - o bicarbonato é o anião mais representativo, secundado pelo cloreto e/ou fluoreto;
- (5) - fortes características redutoras, com a conseqüente presença de formas reduzidas de enxofre.

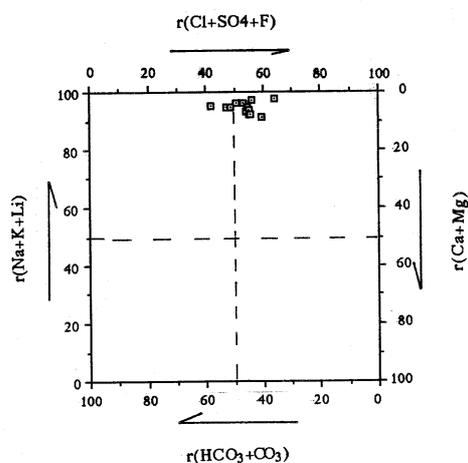


Figura 1 - Diagrama quadrado para as águas minerais estudadas.

As amostras para análises do  $^{13}\text{C}$  e  $^{14}\text{C}$ , foram obtidas por precipitação do carbono inorgânico dissolvido (CID) por reacção com  $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  a pH superior a 9; o precipitado obtido, depois de separado da água mãe foi enviado para o laboratório: a) tal qual (INETI) ou b) filtrado em atmosfera inerte e seco em exsiccador a vácuo (Lab. Isot. Est. Univ. Salamanca ; Instit. Hidrog. Univ. Praga).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  (‰ PDB) até agora obtidos, mostram um intervalo de variação entre os -17 e -12 ‰, traduzindo um enriquecimento em  $^{13}\text{C}$ , quando comparados com os valores da relação  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  obtidos para águas subterrâneas de infiltração recente (-22 a -19 ‰). Verifica-se, uma tendência geral, de enriquecimento no  $\delta^{13}\text{C}$  a acompanhar um aumento no conteúdo em bicarbonato (Fig. 2a).

Por outro lado, a determinação da actividade do  $^{14}\text{C}$  em algumas das águas minerais estudadas revela que, ao enriquecimento em  $^{13}\text{C}$  corresponde uma diminuição do conteúdo em carbono radioisotópico (as amostras com conteúdo mais elevado em  $^{14}\text{C}$ , correspondem muito possivelmente, a uma situação de alguma mistura com águas de infiltração recente). Assim, as actividades de  $^{14}\text{C}$  determinadas poderão traduzir um efeito de diluição, por adição de carbono inactivo (Fig. 2b), sobre cuja filiação não se fazem aqui especulações.

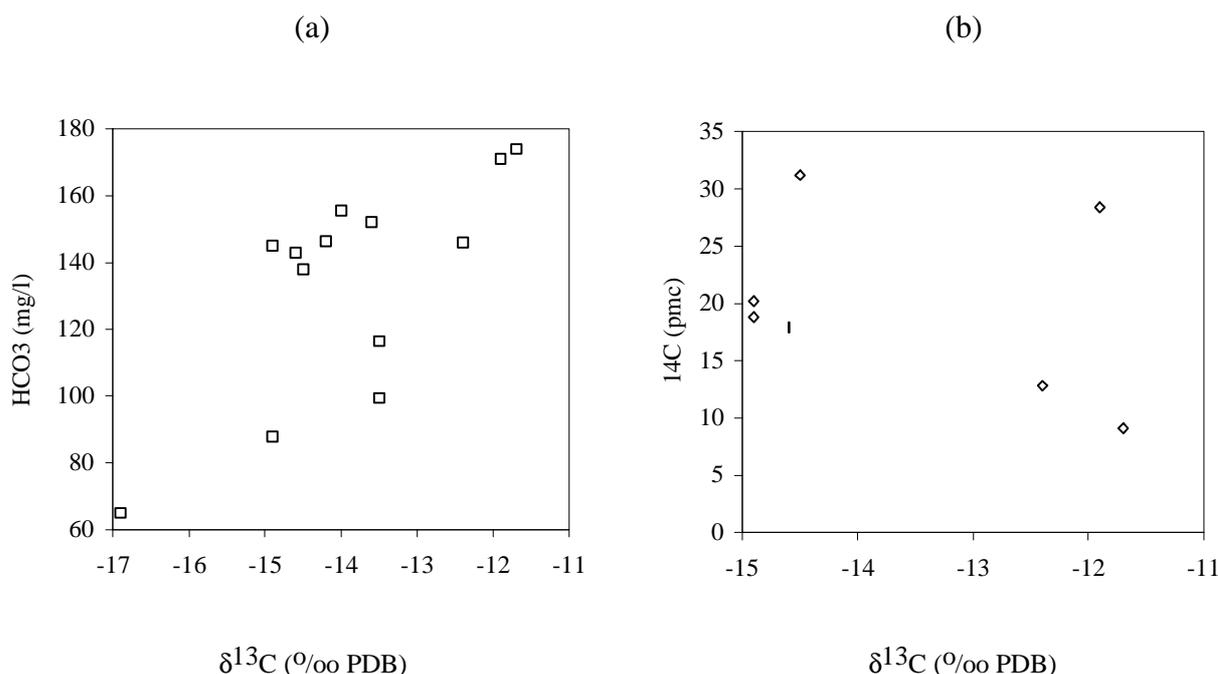


Figura 2 - Relação entre o  $\delta^{13}\text{C}$  do CID e: (a) o conteúdo em bicarbonato; (b) a actividade do  $^{14}\text{C}$ .

A conversão dos dados de  $^{14}\text{C}$  em idades radiométricas necessita de uma compreensão detalhada da origem geoquímica e isotópica do CID. Contudo, e numa primeira estimativa, aplicando a aproximação empírica de Vogel (1967; 1970) e a correcção de diluição isotópica

introduzida por Ingerson e Pearson (1964) e Pearson et al. (1970; 1974, *in* Fontes, J.; Garnier, J., 1979) (Anexo) obtêm-se idades radiométricas superiores a 10.000 anos (Tabela 1).

Tabela 1. Idades Radiométricas em  $10^3$  anos (B.P.).

	Vogel	Pearson
Alcáface	18.5	14.6
Cavaca	15.7	12.3
Unhais	11.9	10.0
Felgueira AC1	12.9	10.8
Felgueira AC3	12.9	10.8

### **AGRADECIMENTOS**

Trabalho desenvolvido no âmbito do Projecto Praxis XXI/2.2.1/CTA/40/94, sob a orientação do Doutor Martim Portugal Ferreira. Uma palavra de agradecimento aos concessionários das nascentes envolvidas neste trabalho, por todo o apoio manifestado.

### **BIBLIOGRAFIA**

FONTES, J.C.; GARNIER, J. M. - "Determination of the Initial Activity of the Total Dissolved Carbon: A Review of the Existing Models And a New Approach". Water Resources Research, 15, 2, Abril 1979, pp. 399 - 413.

## ANEXO

### Lei Geral do Decaimento Radioactivo

$$t = \frac{t}{\log 2} \log \frac{A_0}{A_t}$$

$t$  = tempo decorrido

$t$  = tempo de meia-vida ( $^{14}\text{C}$  =  $5730 \pm 30$  anos)

$A_0$  = actividade inicial do  $^{14}\text{C}$  (tempo  $t=0$ )

$A_t$  = actividade observada do  $^{14}\text{C}$  (tempo  $t$ )

### Métodos Para Determinar a Actividade Inicial ( $A_0$ ) do CID

Aproximação Empírica de Vogel (1967;1970)

$$A_0 = 85 \pm 5 \text{ (pmc)}$$

Modelo de Mistura Isotópica de: Ingerson e Pearson (1964);  
Pearson et al. (1970;1974)

$$A_0 = \frac{d^{13}\text{C}_{CID} - d^{13}\text{C}_c}{d^{13}\text{C}_{CO_2} - d^{13}\text{C}_c} (A_{CO_2} - A_c) + A_c \text{ (pmc)}$$

$d^{13}\text{C}_{CO_2} = \delta^{13}\text{C}$  do  $\text{CO}_2$  do solo

$d^{13}\text{C}_c = \delta^{13}\text{C}$  da fonte adicional de  $\text{CO}_2$

$A_{CO_2}$  = Actividade em  $^{14}\text{C}$  do  $\text{CO}_2$  do solo

$A_c$  = Actividade em  $^{14}\text{C}$  da fonte adicional de  $\text{CO}_2$

Assumimos neste trabalho os seguintes valores:  $d^{13}\text{C}_{CO_2} = -22 \text{ ‰}$ ;  $d^{13}\text{C}_c = 0 \text{ ‰}$ ;  
 $A_{CO_2} = 100 \text{ pmc}$ ;  $A_c = 0 \text{ pmc}$ , pelo que:

$$A_0 = \frac{d^{13}\text{C}_{CID}}{-22} 100 \text{ (pmc)}$$