

**IDADE DO GRUPO BAMBUI (MG) COM BASE EM ISOTOPOS DE CARBONO,
OXIGÊNIO, ESTRÔNCIO E ENXOFRE**

Kawashita, K. (1); Thomaz-Filho, A. (2); Sato, K. (1); Kawashita, M.Y. (3); Babinski, M. (4)

(1) Inst. de Geociências, Univ. de São Paulo, São Paulo, Brasil.

(2) Prof. Visitante, Inst. de Geociências, Univ. de São Paulo, São Paulo, Brasil.

(3) Bols. FAPESP.

(4) Bols. CNPq.

Unusually high $\delta^{13}\text{C}$ values (+6.2 to +15.2%) are associated with a negative excursion (> -1.0%) in selected limestones and the dolostones from Bambuí Group (MG). This pattern is compatible with carbonates with the ages close to the Varangian (ca. 600Ma) and the Sturtian (ca. 780Ma) glacial episodes. $\delta^{18}\text{O}$ values have a limited range of about -12.7% to -6.0% with an average of $-8.8 \pm 1.6\%$ which is concordant with values reported on limestones from Nama Group (ca. 570Ma) and others from the Akademiskreen Group (East Greenland) and Bitter Springs (Central Australia), whose estimated ages are from 784 to 850Ma. The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values (0.70747 ± 0.00007) suggest an age either close to 600Ma or around 800Ma. An age of $610 \pm 20\text{Ma}$ for the Bambuí Group (MG) is constrained by Rb/Sr isochron ages obtained by several authors in argillaceous sediments and by high values of $\delta^{34}\text{S}$ (+18.0% to 35.5%) reported recently on barites and galenas.

Metodologias alternativas para a datação indireta de rochas sedimentares são representadas pelas análises de isótopos estáveis. No presente estudo, dados isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) obtidos em 31 carbonatos selecionados das formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré no Estado de Minas Gerais são interpretados em função das curvas de variação secular existentes ou propostas (e.g. Veizer et al., 1983; Knoll et al., 1986) e cotejados com determinações Rb/Sr e $\delta^{34}\text{S}$ publicadas.

Na tabela 1 constam resultados em amostras cujos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ são bastante altos (> 6,15%), algumas chegando a valores próximos de +15%, indicativos de alta taxa de sedimentação. São, na maioria, calcários negros oolíticos ou estromatolíticos das formações Sete Lagoas e Lagoa de Jacaré. Com exceção de um único valor, todos os demais apresentam-se numa faixa entre +8,8 a 15,2% com uma média de $11,6 \pm 2,1\%$. Na tabela 2 constam os resultados obtidos nos 9 carbonatos restantes, cujos dados de $\delta^{13}\text{C}$ são nitidamente distoantes dos anteriores, com valores próximos de zero (entre -0,93 e +1,19%), ou seja, valores típicos de carbonatos marinhos recentes. Esta dupla faixa de valores foi também observada por Iyer (1992). Um outro trabalho (Kiang et al.,

1993), envolvendo carbonatos coletados de 4 poços da Bacia do São Francisco, portanto melhor preservados, apresenta dados que variam entre -3% a +12%, com depleção no ^{13}C (< 3%) em direção à base da seção carbonática (Formação Sete Lagoas). Este padrão de dados, ou seja excursão negativa seguida de excursão positiva, conforme Derry et al., (1992), coincide no Proterozóico Superior com carbonatos depositados durante e logo após os episódios Varangiano (ca. 600Ma) e Sturtiano (ca. 780Ma). Pelo fato de o Bambuí estar depositado discordantemente sobre sedimentos pressupostamente de origem glacial (Grupo Macaúbas, entre outros), de idade ainda não bem estabelecida, torna-se impossível, apenas com a análise isotópica do carbono, optar por uma das idades acima.

Quanto ao oxigênio, conforme tabelas 1 e 2, os resultados são mais homogêneos e não apresentam nenhuma dicotomia, como a verificada para o carbono. Os valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ estão entre -6,0 e -12,7, com média de $-8,8 \pm 1,9\%$. Estes valores, dentre vários carbonatos analisados por Derry et al. (1992), situam-se na mesma faixa para os do Grupo Nama (ca. 570Ma) e outros como grupo Akademiskreen (Groelandia Oriental) e Grupo Bitter Springs (Austália Central), cujas idades estimadas estão na faixa entre 784 e 850Ma. Os dados acima concordam, dentro de erro experimental, com o de $-6,65 \pm 2,75\%$ proposto por Torquato e Frischkorn (1982) para carbonatos do Pré-Cambriano Superior brasileiro. Estes autores propõem o $\delta^{18}\text{O}$ como elemento útil para discriminar os carbonatos do Pré-Cambriano Médio e Inferior, cujas médias são respectivamente de $-13,39 \pm 1,96\%$ e $-16,75 \pm 2,66\%$. A proposta de $\delta^{18}\text{O}$ como um possível geocronômetro para carbonatos marinhos, ainda que de forma grosseira, é promissora, pois os dados acima ajustam-se perfeitamente às observações de Schidlowski et al. (1975) que demonstram uma tendência de enriquecimento progressivo em $\delta^{18}\text{O}$ nos carbonatos marinhos cada vez mais recentes.

A estratigrafia do Grupo Bambuí, com base em isótopos de estrôncio, parece a mais promissora de todas para estabelecer correlações amplas, atingindo até o Grupo Una, no Estado da Bahia, bem como outros carbonatos do Proterozóico Superior. Os dados deste trabalho, cuja média é de $0,70747 \pm 0,00007$, são corroborados por outras determinações obtidas e que extrapolam os limites de presente área de estudo. Kiang et al. (1993) obtiveram, por ex., razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em carbonatos ricos em calcita do poço RC-1 (Tocantins) valores variando entre 0,70734 a 0,70759, com uma média da ordem de 0,70750. Na curva de variações da razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ versus tempo geológico elaborada com base em vários dados compilados ou apresentados por Derry et al. (1989 e 1992), razões 0,7075 sugerem três possíveis idades: em torno de 600Ma, 700Ma e 800Ma.

Dos isótopos abordados até aqui, o ^{34}S é o que menos suscita dúvidas, caso admitida como válida a curva de evolução evaporítica sugerida por Claypool (1980). Iyer et al. (1992) apresentam $\delta^{34}\text{S}$ de 31,15 e 31,75‰ em duas baritas, além de valores bastante altos em algumas galenas (80% dos valores entre +18,9 e

+27,5%) do Grupo Bambuí, que o posicionam em torno do limite Pré-Cambriano/Cambriano (570Ma).

Em termos de determinações isocrônicas Rb/Sr, as idades apresentadas (e.g. Thomaz Filho & Bonhomme, 1974; Parenti Couto et. al., 1981) variam entre 695 e 450Ma. As idades mais jovens são atribuíveis a eventos locais de homogeneização isotópica, enquanto que as mais antigas estão sendo objeto de reavaliação por A. Thomaz Filho (trabalho em preparação). Informações preliminares já conduzem à conclusão de que a sedimentação do Grupo Bambuí (M.G.) estaria restrita a 610 ± 20 Ma.

CLAYPOOL, G.; HOLSER, W.T.; KAPLAN, I.R.; SAKAI, H. & ZAK, I. 1980. The Age Curves of Sulfur and Oxygen Isotopes in Marine Sulfate and their Mutual Interpretation. *Chem. Geol.* 28:149-153.

DERRY, L.A.; KETO, L.S.; JACOBSEN, S.B.; KNOLL, A.H. & SWETT, K. 1998. Sr isotopic variations in Upper Proterozoic carbonates from Svalbard and East Greenland. *Geochim. Cosmoch. Acta.* 53:1331-2339.

DERRY, L.A.; KAUFMAN, A.J. & JACOBSEN, S.B. 1992. Sedimentary cycling and environmental change in the Late Proterozoic: Evidence from stable and radiogenic isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 56:1317-1329.

IYER, S.S.; HOEFS, J. & KROUSE, H.R. 1992. Sulfur and Lead Isotope Geochemistry of Galenas from the Bambuí Group, Minas Gerais, Brazil - Implications for Ore Genesis. *Econ. Geol.* 87:437-443.

IYER, S.S.; BABINSKI, M.; KROUSE, H.R. & CHEMALE, F. 1993. Highly ^{13}C Enriched Carbonate and Organic Matter in the Neoproterozoic Sediments of the Bambuí Group, Brazil. Trabalho submetido a *Prec. Research.*

KIANG, C.H.; KAWASHITA, K.; ALKIMIM, F.F. & MOREIRA, M.Z. 1993. Considerações sobre a estratigrafia isotópica do Grupo Bambuí. Trabalho submetido ao II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, SBG - Núcleo BA/SE, Salvador - BA.

KNOLL, A.H.; HAYES, J.M.; KAUFMAN, A.J.; SWETT, K. & LAMBERT, I.B. 1986. Secular variation in carbon isotope ratios from Upper Proterozoic successions of Svalbard and East Greenland. *Nature* 321:832-838.

PARENTI COUTO, J.G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; IYER, S.S. & MORAES, N.M. 1981. Considerações sobre a Idade do Grupo Bambuí com Base em Análises Isotópicas de Sr e Pb. *Rev. Bras. de Geoc.* 11:5-16.

SCHIDLOWSKI, M.; EICHMANN, R. & JUNGE, C.E. 1975. Precambrian Sedimentary Carbonates: Carbon and Oxygen Isotope Geochemistry and Implications for the Terrestrial Oxygen Budget. Precamb. Res. 2:1-69.

THOMAZ FILHO, A. & BONHOMME, M. 1979. Datations isotopiques Rb/Sr et K/Ar dans le Groupe Bambuí à San Francisco (M.G.) au Brésil. Phase métamorphique brésilienne synchrone de la première phase panafricaine. C.R. Acad. Sc. Paris 298 (série D):1221-1224.

TORQUATO, J.R. & FRISCHKORN, H. 1982. Sobre o Mecanismo da Variação da Composição Isotópica do Oxigênio e do Carbono através dos Tempos Geológicos. Anais do XXXII Congr. Bras. Geol. Salvador - Bahia 2:729-737.

VEIZER, J.; COMPSTON, W.; CLAUER, N. & SCHIDLOWSKI; M. 1983. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in Late Proterozoic carbonates: evidence for a "mantle" event at ~900Ma ago. Geochim. Cosmochim. Acta 47:295-302.

TABELA 1 - DETERMINAÇÕES DE $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ EM CARBONATOS (I) BAMBUÍ (MG)

Nº Campo	Tipo de Amostra	Local/Formação	(Sr) (ppm)	$^{87}\text{Sr}/$ ^{86}Sr	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) (PDB)
4B	calc.neg.est.	Bom Despacho/Sete Lagoas	2700	0,70749	+14,43	-7,14
4C	calc.neg.est.	Bom Despacho/Sete Lagoas	620	0,70829*	+9,72	-7,89
4H	calc.neg.est.	Bom Despacho/Sete Lagoas	1920	0,70742	+13,17	-5,99
4I	calc.neg.est.	Bom Despacho/Sete Lagoas	1310	0,70780*	+8,78	-7,25
4E	calc.neg.est.	Bom Despacho/Sete Lagoas	390	0,70768*	+6,15*	-8,98
3A	calc.neg.est.	Sete Lagoas/Sete Lagoas	3400	0,70752	+11,33	-9,71
3B	calc.neg.est.	Sete Lagoas/Sete Lagoas	3300	0,70756	+11,18	-10,16
3D	calc.neg.est.	Sete Lagoas/Sete Lagoas	1840	0,70782*	+10,03	-10,19
3E	calc.neg.est.	Sete Lagoas/Sete Lagoas	2620	0,70770*	+11,10	-9,59
3H	calc.neg.est.	Sete Lagoas/Sete Lagoas	4050	0,70738	+11,63	-7,76
MF-5B	calc.cinz.arg.	Paraopeba/L.Jacaré	900	0,70801*	+10,46	-12,36
MF-5C	calc.cinz.arg.	Paraopeba/L.Jacaré	1100	-	+10,41	-12,36
MF-5E	calc.cinz.arg.	Paraopeba/L.Jacaré	2395	0,70743	+10,67	-11,47
MF-6A	calc.neg.oool.	Curv.-Par./L.Jacaré	1920	-	+11,85	-9,44
MF-6B	calc.neg.oool.	Curv.-Par./L.Jacaré	1680	0,70744	+11,62	-9,55
MF-6C	calc.neg.oool.	Curv.-Par./L.Jacaré	1010	-	+11,95	-9,87
MF-7C	calc. negro	Bom Despacho/Sete Lagoas	2050	0,70739	+15,18	-6,22
MF-7D	calc. negro	Bom Despacho/Sete Lagoas	2745	-	+14,97	-7,23
MF-7E	calc. negro	Bom Despacho/Sete Lagoas	1350	0,70748	+13,59	-7,37
MF-7G	calc. negro	Bom Despacho/Sete Lagoas	1340	-	+14,33	-6,99
MF-9D	calc. cinz.	Pains-arcos	2710	0,70757	+10,96	-9,01
MF-9F	calc. cinz.	Pains-arcos	1030	0,70836*	+11,90	-7,80
		MÉDIAS (excluídos *)	-	0,70747	+11,6	-8,9
		Erros (1σ)	-	0,00007	2,1	1,9

TABELA 2 - DETERMINAÇÕES DE $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ EM CARBONATOS (II) BAMBUÍ (MG)

Nº Campo	Tipo de Amostra	Local/Formação	(Sr) (ppm)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (PDB)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) (PDB)
MF-10B	calc. negro	Est. Min. Apamig	490	-	+0,90	-7,75
MF-10D	calc. negro	Est. Min. Apamig	1420	-	+1,19	-7,93
MF-10F	calc. negro	Est. Min. Apamig	840	-	+0,84	-8,08
MF-11B	calc.br.acinz.	Véu da Noiva/Sete Lagoas	240	0,70851	-0,90	-8,30
MF-11D	calc.br.acinz.	Véu da Noiva/Sete Lagoas	210	-	-0,92	-8,52
MF-11F	calc.br.acinz.	Véu da Noiva/Sete Lagoas	200	0,70900	-0,93	-8,63
MF-12D	calc.dol.cinz.	P. Faz. do Cipó	190	-	-0,41	-9,51
MF-12E	calc.dol.cinz.	P. Faz. do Cipó	200	-	-0,48	-9,73
MF-12G	calc.dol.cinz.	P. Faz. do Cipó	170	0,71003	-0,22	-9,55
		MÉDIAS	-	-	-0,10	-8,7
		Erros (1 σ)	-	-	0,9	0,8

Abreviações: calc. = calcário; neg. = negro; est. = estromalítico; ool. = oolítico; cinz. = cinzento; Curv. = Curvelo; Par. = Paraopeba; L.Jacaré = Lagoa do Jacaré; Est. = Estrada; Min. = Mineração; P. = Pedreira; dol. = dolomítico.