



Composição Isotópica do Hidrogênio em Precipitações de Salvador (BA)

Alexandre Barreto Costa, Maria do Rosário Zucchi, Christian Pereira Lopes dos Santos, Danilo Ribeiro de Sá Teles, Antonio Expedito Gomes de Azevedo CPGG / LFNA-UFBA, Bahia - Brasil

Copyright 2005, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGF, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The stable hydrogen isotope composition (δD) of precipitation water from Salvador (BA) were measured monthly from October 2003 to February 2004. Deuterium composition varied from -60 e +7‰ (VSMOW). For the most part the monthly sample varied in a much smaller range of -18 to +7‰. Only the sample from January 2004, corresponding to an event of very intense precipitation showed the very depleted deuterium value of -60‰. These results demonstrate the importance of a continuous monitoring of precipitation isotopic composition in a regional scale to provide a sound data base for the use of isotopes as a tracer in hydrology.

Introdução

A composição isotópica das precipitações baseia-se nos trabalhos clássicos de Craig (1961) e Dansgaard (1964). Nesses trabalhos foram caracterizadas as correlações entre as composições isotópicas do oxigênio e do hidrogênio, e avaliados os parâmetros dominantes que controlam essa composição, tais como os efeitos de: temperatura, sazonalidade, quantidade, latitude e distância da costa, contribuem para as mudanças da composição isotópica das águas meteóricas.

Para explicar os valores numéricos da composição isotópica do δD (relatado em partes por mil) da precipitação em uma escala global, se aplica o modelo de Rayleigh incluindo dois processos: 1) a formação do vapor atmosférico pela evaporação nas regiões com as mais altas temperaturas de superfície do oceano 2) a condensação progressiva do vapor durante o transporte às latitudes mais elevadas com temperaturas mais baixas.

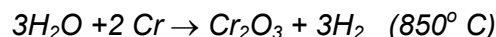
No entanto a composição isotópica em uma escala regional necessita de um estudo em particular, pois outros fatores particulares estão envolvidos como relatado nos trabalhos de Dansgaard (1964). Neste sentido estamos começando um trabalho de caracterização isotópica de água em escala regional no estado da Bahia e os resultados preliminares estão apresentados nesse trabalho.

Metodologia e Amostragem

Neste trabalho foram coletadas mensalmente 16 amostras de águas de chuvas no LFNA (*Laboratório de Física Nuclear Aplicada*) no período de outubro 2003 a fevereiro de 2005 visando uma análise isotópica. Para isso foi usado um coletor de chuva preparado de acordo com as normas da Agência Internacional de Energia Atômica sendo que, o procedimento de coleta também seguiu as normas estabelecidas pela agência. Foi adicionada uma camada de óleo mineral para evitar a evaporação e desta forma evitar que ocorra o fracionamento isotópico. As amostras foram coletadas mensalmente em frascos de vidro âmbar de 100 mL, os quais passaram por um processo de lavagem e descontaminação no laboratório.

Análise das Amostras

As análises isotópicas da razão D/H^1 na água, foram realizadas no Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) CPGG/UFBA utilizando um espectrômetro de massas modelo DELTA PLUS da marca Thermofinnigan. Para se determinar a razão deutério-hidrogênio (D/H^1) da água, é necessário transformar o hidrogênio presente nas suas moléculas em gás hidrogênio. Tal transformação se dá pela redução da água a centenas de graus Celsius com Cromo metálico (Figura 1). Aliquotas de $\approx 1,0 \mu l$ de cada amostra de água são injetadas em um reator (HDevice da Thermofinnigan), onde ocorre a reação de oxidação do cromo a $850^\circ C$, com conseqüente liberação do H_2 , como pode ser visto na equação abaixo:



O H_2 liberado entra no espectrômetro de massas onde é analisado com respeito a um gás referência de H_2 . Para controle da qualidade das medidas, foram utilizados padrões secundários acompanhando cada lote, que é composto de amostras com composição isotópica conhecida e referenciada em relação ao SMOW. A aquisição dos dados e o cálculo do δD foram feitos por meio do software ISODAT da Thermofinnigan, que acompanha o espectrômetro. O desvio do padrão da amostra em relação ao SMOW é calculado e a partir desse resultado, avaliando-se o desvio das amostras em relação ao padrão que as acompanham no lote e assim, em relação ao SMOW.

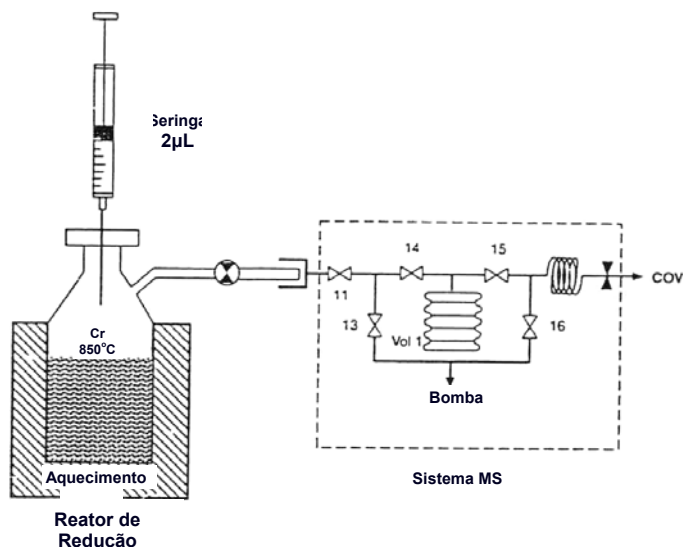


Figura 1: Esquema do sistema de redução da água por cromo.

Resultados e Discussão

A partir das razões isotópicas (D/H) determinadas no espectrômetro de massa foi confeccionado um gráfico para mostrar como a composição isotópica varia com a média mensal das precipitações (Figura 2).

Os fatores mais determinantes na diferença dos dados isotópicos mensais de precipitação são:

1. Diferentes fontes características de umidade, devido à mudança sazonal das condições meteorológicas sobre o oceano, ou diferentes localizações das regiões fonte. Este fenômeno fixa uma série de linhas meteóricas paralelas, uma para cada estação do ano;
2. O enriquecimento evaporativo na queda de gotas de chuva abaixo da base das nuvens, é maior durante os meses secos e aquecidos quando a quantidade de chuva é menor. Esta chuva parcialmente evaporada é caracterizada por valores isotópicos altos e valores de excesso de deutério pequenos ou negativos.

Analisando as medidas isotópicas mensais associadas com a precipitação mensal de Salvador na Figura 2, nota-se que a correlação inversa observada entre a precipitações e os valores isotópicos de deutério ocorrem em todos os meses do ano, menos nos meses que correspondem ao inverno no hemisfério sul (junho, julho e ago/set de 2004).

Nos meses em que esta correlação foi observada, provavelmente, o efeito determinante na composição isotópica da chuva denominado de *efeito de quantidade*.

Este efeito consiste na correlação entre o empobrecimento de isótopos pesados com a quantidade de chuva. Quando cai uma chuva leve, há uma troca isotópica entre as gotas da chuva com a umidade do ar próxima a superfície. Esta troca leva a um enriquecimento em isótopos pesados na chuva que é coletada, pois a umidade do ar geralmente é mais enriquecida em isótopos pesados nas proximidades da superfície. Além disso, nos períodos secos, ocorre um enriquecimento isotópico evaporativo dessas gotas. Já em chuvas pesadas, este efeito de troca não é observado, pois geralmente as gotas são maiores, mantendo os valores isotópicos originais.

Nos meses relativos ao inverno, apesar de ter havido diferença nas médias de precipitação, não houve alteração significativa na composição isotópica, provavelmente devido ao tipo de chuvas, características desses meses, que são as fortes. Além disso, as temperaturas são um pouco mais baixas e a umidade é maior nesta estação do ano.

Tabela 1. Precipitação e variação isotópica mensal.

Mês	$\delta D(\text{‰})$	Precipitação (mm)
out03	4	75
nov03	-11	67
dez03	1	18
jan04	-60	355
fev04	-18	126
mar04	3	70
abr04	-10	302
mai04	2	176
jun04	4	358
jul04	2	236
ago/set04	5	200
out04	3	57
nov04	-8	214
dez04	7	5
jan05	-11	121

Comparando o valor da média ponderada do δD das precipitações medidas no LFNA no período de outubro de 2003 a janeiro de 2005 de -11‰ com a encontrada por Azevedo et. Al. (1991) no período de agosto de 1972 a agosto de 1973 de -9‰ , para cidade de Salvador, nota-se que houve um pequeno empobrecimento em deutério. Já para o valor da média histórica anual obtida pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) (GNIP / ISOHIS Web Site) nos anos de 1965 até 1987 relata um valor de -3‰ para a cidade de Salvador. Estas diferenças podem ser explicadas pelo valor muito negativo do δD (-60‰), aliado a grande precipitação pluviométrica (355mm), registrado no mês de janeiro de 2004.

Dansgaard (1964) observou uma relação entre a quantidade de precipitação e δO^{18} . Por exemplo, as precipitações tropicais muito fortes às vezes são devido a

passagem da zona intertropical de convergência, caracterizada por nuvens elevadas e por correntes descendentes fortes, podem levar a valores bastante empobrecidos em δO^{18} e δD para as precipitações.

Conclusões

Com base nos dados obtidos neste trabalho, observou-se a ocorrência de uma correlação inversa entre a precipitações e os valores isotópicos de deutério na maioria dos meses medidos, menos nos que correspondem ao inverno no hemisfério sul. Este tipo de correlação, geralmente é devido ao efeito de quantidade de chuva.

Os valores da média ponderada dos valores obtidos neste trabalho, foram empobrecidos de 2‰ com relação a média obtida por Azevedo et. al. (1991) e de 8‰ com a da AIEA.

Com exceção do valor isotópico do mês de janeiro de 2004, que foi bastante empobrecido, os demais valores estão de acordo com o valor médio histórico disponível pela Agência Internacional de Energia Atômica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

Antonio E. G. Azevedo, Francisco C. F. Cabral, Clemyro Ferreira (1991) – Caracterização Isotópica das Precipitações do Estado da Bahia e de Águas Subterrâneas da Bacia de Tucano. 2º CISBGF Resumos expandidos, Vol. 2: 1023-1027.

CRAIG, H. (1961) - Isotopic variations in meteoric waters, Science, 133 (3466): 1702-1703.

DANSGAARD, W. (1964) Stables Isotopes in precipitation, Tellus, 16 (4) : 436-468.

PROCLIMA - PROGRAMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL DA REGIÃO NORDESTE

Disponível em:

<http://www.cptec.inpe.br/proclima>

UNESCO/IAEA Series on Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle: Principles and Applications, Edited by W.G. Mook, Vol.III Surface Waters, 2002.

Disponível em:

<http://www.iaea.or.at/programmes/ripc/ih/volumes/volumes.html>

GNIP / ISOHIS Web Site - Search All Isotope Hydrology Projects

<http://isohis.iaea.org/userupdate/GNIP2001monthly.xls>

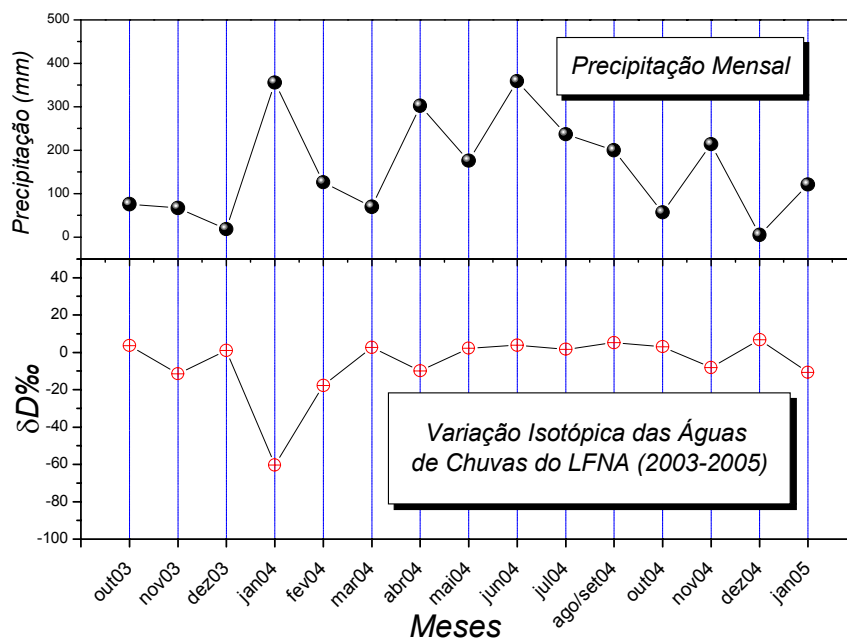


Figura 2. Precipitação e variação isotópica mensal.