



Análise de isótopos ambientais em águas superficiais e subterrâneas na sub-bacia do rio das Fêmeas – Aquífero Urucuia - BA

Kátia R. F. Nascimento*(SRH/CPGG/UFBA); Antônio Expedito G. de Azevedo; Alexandre B. Costa; Maria R. Zucchi; Carolina R. A. Matos; Carla B. Pedreira (LFNA/CPGG/UFBA).

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents 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

Samples of superficial (6) and groundwater (19), collected in 25 points at Rio das Fêmeas sub-basin, Bahia, Brazil, in September of 2001 and June of 2002, have been analyzed for their major elements, ^{18}O and D contents. The quality of water to human and animal consumption, as well agricultural use was attested by the hydrochemical analysis. The analytical data of both campaigns showed similarities between superficial and groundwater values, especially in the 2002 samples collection (beginning of the dry season). The evaporation effect is seen especially in samples from open wells, due to their enrichment in ^{18}O and D.

The isotopic and hydrochemical data showed that there is a connection between the superficial and the ground waters in the rio das Fêmeas sub-basin region, from were additional politics about the water use in the region are necessary.

1. Introdução

A Hidrologia Isotópica associada a Hidroquímica, utiliza a distribuição e concentração dos isótopos dos elementos da água e de materiais nela dissolvidos para analisar vários problemas relacionados com o ciclo hidrológico e com a origem e dinâmica do fluxo subterrâneo. Durante o fluxo no aquífero a composição isotópica da água não se modifica, estando relacionada, contudo com a composição isotópica das precipitações nas áreas de recarga, eventualmente modificada pela evaporação antes da infiltração.

A sub-bacia do rio das Fêmeas foi selecionada como área piloto do Subprojeto 3.2- Uso Conjunto das Águas Superficiais e Subterrâneas da Sub-bacia do Rio das Fêmeas - Bahia, parte integrante do Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA), tendo como objetivo geral estabelecer diretrizes para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na área estudada com as ações desenvolvidas efetivamente no período de março de 2001 a outubro de 2002, executado pela Superintendência de Recursos Hídricos - SRH, órgão gestor das águas no Estado Bahia. Num programa

de cooperação técnica com o Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia (CPGG/UFBA) foram realizadas as análises dos isótopos estáveis em 25 amostras de água.

No presente estudo, objetivou-se fazer a caracterização isotópica do O^{18} dos rios e poços de captação de água da sub-bacia do Rio das Fêmeas, distribuídos por toda área da sub-bacia, e correlacionar esses dados com os da análise hidroquímica para compreender os mecanismos de fluxo e comunicação entre as águas superficiais e subterrâneas.

2. Área de Estudo

A sub-bacia do rio das Fêmeas está inserida na bacia do Rio Grande, situada na região Oeste do Estado da Bahia, Brasil, que por sua vez é afluente da margem esquerda do Médio São Francisco, com uma área de 6.300 km² (Figura 1). Ela está localizada entre os paralelos 11°15' S e 13°30' S e os meridianos 43°45' W e 46°30' W (BAHIA, 2003). A região caracteriza-se por relevos planos suavemente inclinados para leste, modelados sobre os arenitos da Formação Urucuia, posicionando-se em níveis altimétricos entre 500 e 900 m, onde os setores mais elevados situam-se na borda ocidental e formam o divisor das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins. Os sedimentos do Grupo Urucuia são predominantemente arenosos (CAMPOS, 1996) e, sobposto a estes sedimentos ocorrem os calcários do Grupo Bambuí e sotoposto afloram depósitos aluviais arenosos a argilo-arenosas do Quarternário. A vegetação dominante na área é de cerrado, cuja presença está ligada à predominância de Latossolos (BAHIA, 2003).

As condições meteorológicas da região determinam os seguintes tipos de clima: Úmido (B1wA') e Úmido a Sub-úmido (C2wA') com uma estação seca bem definida de inverno, com chuvas de primavera/verão. O regime de precipitação da sub-bacia do rio das Fêmeas compreende a faixa das isoietas entre 900 e 1.200 mm, variando positivamente no sentido leste-oeste. A temperatura média anual é de 23, 2°C, enquanto que as médias anuais de temperatura máxima e mínima são de aproximadamente 32°C e 18°C respectivamente. A umidade relativa do ar apresenta média anual de 68%, variando de 45% no mês de agosto a 79%, no mês de março. A taxa anual de evaporação é de aproximadamente 1.580 mm.

A sub-bacia do rio das Fêmeas constitui um dos maiores aquíferos do Estado da Bahia. A vazão média anual para o rio das Fêmeas é de 52,17 m³/s. Do ponto de vista hidrogeológico, a cimentação silicosa pós-deposicional que ocorre no Grupo Urucuia na maior parte da área, é um aspecto que define a existência

Wastewater, 19th Edition (APHA/AWWA/WEF, 1995) e o da American Society for Testing of Materials (1992).

4. Resultados e Discussão

4.1. Dados Hidroquímicos

Analisando os dados físico-químicos (Tabela 1; Anexo I), observou-se que tanto a água superficial como a subterrânea apresenta poucos sais dissolvidos com os valores de concentração de cátions e ânions principais, na maioria das amostras, menores do que o limite de detecção do método utilizado na análise. A análise de sódio foi feita apenas na campanha de 2002, quando foi encontrada uma concentração média de 0,03 mg Na⁺/L para os 20 pontos amostrados. Em todas as campanhas efetuadas nos anos de 2001 e 2002 não foi detectada salinidade nos pontos amostrados, tanto na água subterrânea quanto na superficial, o que caracteriza uma água com baixas concentrações de sais, podendo ser utilizada para irrigação sem causar riscos de salinização do solo. As concentrações médias de sólidos totais dissolvidos (STD) foram de 48,39 mg/L e 28,60 mg/L para as campanhas de 2001 e 2002, respectivamente. Estes valores de STD caracterizam a água como boa para consumo humano (máximo de 500mg/L), animal (máximo de 2.500 mg/L) e uso agrícola.

4.2 Discussão dos dados isotópicos

A análise dos dados da primeira campanha em setembro 2001 (final da estação seca na região), mostrou um comportamento isotópico variando de -5,0‰ a -1,2‰, sendo que as amostras mais enriquecidas em O¹⁸ são de poços abertos (tipo cacimba), rasos (em torno de 10m), sujeitos a forte evaporação e sem renovação de água. Para os dados de água subterrânea os valores tiveram uma média de -4,4‰, desconsiderando as cacimbas. Nas amostras de águas superficiais foi encontrado um valor médio de -3,8‰. Na segunda campanha, em junho de 2002 (estação seca), os valores obtidos tiveram uma variação entre -5,46‰ e -2,23‰, com um valor médio para águas superficiais de -4,2‰ e para águas subterrâneas um valor médio de -4,7‰ desconsiderando os poços tipo cacimba.

Os valores de deutério variaram entre -10,9‰ e -35,9‰ em setembro de 2001 e de -13,6‰ a -36,9‰ em junho de 2002. Os gráficos da figura 3 mostram a relação entre deutério (δD) e oxigênio 18 (δO^{18}). A reta vermelha representa a linha global de águas meteóricas, a linha azul tracejada o ajuste da linha global para os valores das amostras; os quadrados pretos representam as águas subterrâneas, os triângulos vermelhos as águas superficiais e os círculos azuis as águas de cacimba.

Comparando os dois gráficos, pode-se observar que os valores das águas subterrâneas se mantêm situados na mesma região em ambos os períodos de amostragem, com algumas amostras tendendo para a linha meteórica global no período de junho de 2002 (início do período seco). Estes valores mostraram-se representativos da região. As águas superficiais tiveram valores próximos aos das águas subterrâneas nos dois períodos, sendo que em setembro de 2001 (final do período seco) algumas amostras mostraram-se enriquecidas em D e O¹⁸, indicando efeito da evaporação. Já no início da

estação seca, os valores das águas subterrâneas e superficiais mostraram-se agrupados, indicando uma conexão entre elas na região, concordando com o encontrado na análise de caracterização hidrológica e modelagem matemática do subprojeto 3.2 (BAHIA, 2003).

Já as águas de cacimba mostraram-se mais influenciadas pela evaporação que as outras, sendo este efeito mais pronunciado no final da estação seca.

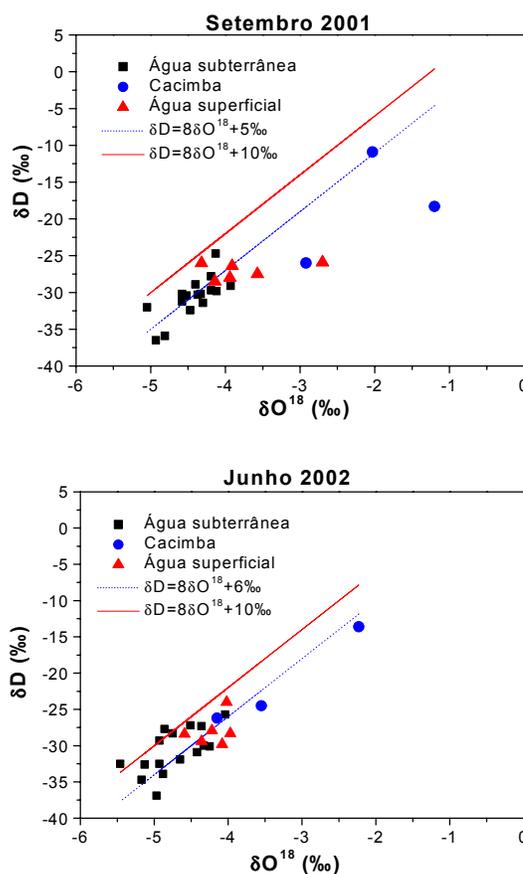


Figura 3 - Gráficos com os valores de D e O¹⁸, encontrados nas campanhas de 2001 e 2002 na sub bacia do Rio das Fêmeas. Valores estão sendo comparados com a linha global de águas meteóricas (em vermelho)

5. Conclusões

A partir dos resultados obtidos com as análises isotópicas de D e O¹⁸ e dos parâmetros físico-químicos pode-se concluir que:

- Os dados hidroquímicos apresentaram uma certa uniformidade nos valores (a maioria com valores menores que o limite de detecção), sendo que a qualidade da água foi considerada boa para uso agrícola e para consumo humano.
- Os valores isotópicos mostraram que as águas subterrâneas e superficiais têm uma composição

isotópica bastante parecida, indicando a existência de conexão entre elas, concordando com os resultados encontrados na caracterização hidrológica e na modelagem matemática do subprojeto 3.2.

- Uma vez tendo sido verificada tal conexão, faz-se necessária a implementação de políticas de uso da água, já que o uso descontrolado das águas superficiais e subterrâneas pode afetar o nível do lençol freático na região.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Superintendência de Recursos Hídricos – SRH, CNPq, Agência Nacional de Águas – ANA, Fundo Para o Meio Ambiente Mundial – GEF, Programa das nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e Organização dos Estados Americanos – OEA pelo financiamento do projeto.

7. Referências

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 19th EDITION. 1995.

BAHIA, 2003. **Subprojeto 3.2- Uso Conjunto da Águas Superficiais e Subterrâneas da Sub-bacia do Rio das Fêmeas - Bahia**, parte integrante do Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do Rio São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA).

CAMPOS, J. E. G. **Estratigrafia, Sedimentação, Evolução Tectônica e Geologia do Diamante da porção Centro-Norte da Bacia Sanfranciscana**. Brasília, Universidade de Brasília. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 1996. 204p.

COSTA, I. S. **Hidrologia isotópica de águas subterrâneas na região de Cipó-BA**. Salvador, Universidade Federal da Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador-Bahia, 1990.

MAZOR, E. **Applied Chemical and Isotopic Groundwater Hydrology**. 1991

ANEXO I

SETEMBRO 2001								JUNHO 2002									
Pontos	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	Alcalinidade Total (mg/l)	δ ¹⁸ O‰	δ D‰	Pontos	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ ⁻ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Alcalinidade Total (mg/l)	δ ¹⁸ O‰	δ D‰
P006	0,12	0,51	na	<1	2,02	-4,58	-30,2	P008	< 0,30	6,61	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,4	na	-5,13	-32,6
P009	0,25	1,01	3,43	<1	na	-4,58	-31,2	P009	< 0,30	< 0,40	2,52	5,1	0,7	1,4	na	-4,75	-28,3
P012	1,97	13,2	5,14	2,3	na	-1,2	-18,3	P012	0,3	2,99	4,03	1,7	0,7	6,2	na	-2,23	-13,6
P015	nd	0,51	na	<1	0,5	-5,05	-32,0	P015	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,2	na	-5,46	-32,5
P024	0,12	0,51	na	<1	0,35	-3,93	-29,1	P024	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	na	0,3	na	-4,86	-27,7
P028	0,12	1,52	na	<1	1,56	-4,37	-30,3	P028	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,3	0,25	-4,93	-29,3
P042	0,12	0,51	na	<1	0,76	-4,19	-29,7	P042	< 0,30	< 0,40	< 1,50	1,4	na	0,7	0,25	-4,25	-30,1
P045	0,49	23,3	na	1,2	na	-4,33	-30,2	P045	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	na	0,2	1,26	-4,93	-32,5
P058	0,25	1,01	na	1,2	1,46	-4,13	-24,7	P058	< 0,30	0,44	< 1,50	< 1,00	na	0,5	1,51	-4,04	-25,7
P065	nd	0,51	na	<1	0,4	-4,52	-30,4	P065	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	na	0,2	na	-4,88	-33,9
P075	0,74	1,01	na	2	2,27	-4,19	-27,8	P075	< 0,30	0,52	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,4	3,03	-4,36	-27,3
P083	0,49	5,07	na	<1	3,53	-4,81	-35,9	P083	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,2	na	-5,17	-34,7
P096	0,37	1,01	na	<1	3,53	-4,40	-28,9	P096	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,3	na	-4,65	-31,9
P101	0,25	2,03	na	<1	3,28	-4,47	-32,4	P101	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,2	2,02	-4,33	-30,0
P109	0,74	6,09	na	<1	8,72	-4,12	-29,8	P109	< 0,30	0,52	< 1,50	< 1,00	0,1	1,2	3,53	-4,51	-27,2
P113	0,25	2,03	na	<1	2,42	-4,3	-31,4	P113	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	na	0,4	0,5	-4,42	-30,9
P118	na	na	na	7,4	na	-2,03	-10,9	P118	na	na	na	na	na	na	na	-4,15	-26,2
P127	0,12	0,51	2,94	<1	0,25	-4,93	-36,5	P127	< 0,30	< 0,40	< 1,50	1,4	0,1	0,8	0,76	-4,97	-36,9
P128	0,12	0,51	na	<1	0,76	-2,92	-26,0	P128	na	na	na	na	na	na	na	-3,55	-24,5
FR02	0,25	1,01	na	1,8	1,51	-4,32	-26,0	FR02	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	na	0,3	0,5	-4,36	-29,4
FR03	na	na	na	2,65	na	-3,91	-26,4	FR03	< 0,30	< 0,40	< 1,50	2,4	0,1	0,4	0,25	-4,22	-27,9
FR04	na	na	na	7,4	na	-4,14	-28,5	FR04	na	na	na	na	na	na	na	-4,59	-28,4
FR05	na	na	na	1,2	na	-3,94	-28,0	FR05	na	na	na	na	na	na	na	-4,02	-24,0
FR06	na	na	na	6	na	-3,57	-27,5	FR06	na	na	na	na	na	na	na	-4,08	-29,8
FD07	na	na	na	2,37	na	-2,7	-25,9	FD07	na	na	na	na	na	na	na	-3,97	-28,3
FD08	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,30	< 0,40	< 1,50	< 1,00	< 0,02	0,3	0,25	-	-

Tabela 1 - Dados Isotópicos e hidroquímicos das amostras coletadas em setembro de 2001 e junho de 2002 na sub-bacia do Rio das Fêmeas, Bahia-Brasil. Os valores com o símbolo “ < ” foram menores do que o limite de detecção da metodologia utilizada.