

ASPECTOS DA COMPOSIÇÃO ISOTÓPICAS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ILHA DE ITAPARICA, BAHIA, BRASIL

Éder Rezende Santana PEREIRA ¹

Manoel Jerônimo Moreira CRUZ ²

Alexandre Barreto Costa ³

¹ Aluno do curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – IGEO/UFBA. E-mail: elder-resende@uol.com.br

² Geólogo, Dr. Professor Associado III do IGEO/UFBA. E-mail: jeronimo@ufba.br

³ Físico, Dr. Professor Adjunto, Laboratório de Física Nuclear/UFBA. E-mail: abc@ufba.br

RESUMO. A Ilha de Itaparica é a maior das ilhas da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Esta dividida em dois municípios: Itaparica e Vera Cruz, que juntos possuem uma área total de 246km² e 55.000 habitantes. O clima da região é tido como tropical úmido com verão quente e chuvas, a temperatura varia entre 20 °C e 34 °C. O aquífero poroso contém águas caracterizadas como mistas, bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas, sódicas e cloretadas sódicas. As análises isotópicas de δD e $\delta^{18}O$ destas águas não demonstraram variações significativas de fracionamento isotópico, os resultados numéricos se posicionam nas vizinhanças do campo do SMOW, sobre a reta das águas meteóricas e comprovam uma baixa residência das águas nas zonas superficiais do aquífero.

Palavras chave: águas subterrâneas, isótopos, Itaparica.

ABSTRACT. *Isotopic composition aspects of Itaparica Island groundwater, Bahia, Brazil.* Itaparica island is the greater of the islands of Todos Santos the Bay, Bahia, Brazil. This divided in two cities: Itaparica and Vera Cruz that together possess over 246 km² total area and 55,000 inhabitants. The climate of the region is had as tropical humid with hot summer and rains, the temperature varies between 20 °C and 34 °C. Water-bearing the porous one contains characterized as mixing, bicarbonate waters, Ca-rich waters, bicarbonate, Na-rich waters and chloride-rich waters. The isotopics analyses of δD and $\delta^{18}O$ of these waters it did not demonstrate significant variation isotopic fractionation, they are locate over the field of the SMOW on the straight line of meteoric waters and prove low residence in the aquifer.

Keywords: Groundwater, isotopes, Itaparica.

INTRODUÇÃO

A Ilha de Itaparica é a maior das ilhas da Baía de Todos os Santos – Bahia, Brasil, com coordenadas delimitadas de 38°41'10''W e 12°53'00''S na ponta ao norte da vila de Itaparica e de 13°07'30'' e 38°46'50''W na ponta ao sul de Caixa Pregos (Figura 1), altitude média de 2m, precipitação média anual de 1800mm e balanço hídrico positivo.



Figura 1. Localização da Ilha de Itaparica em relação à cidade de Salvador, Bahia.

Habitada pelos Tupinambás na época do Descobrimento, a Ilha de Itaparica era denominada pelos nativos pelo nome de Taparica. Em 1552, foi doada de Sesmaria a Dona Violante, mãe de Don Antonio de Athayde, o Conde de Castanheira. No ano de 1578, passou a ser uma Província dos Jesuítas no Brasil, sendo restituída novamente ao Conde de Castanheira no ano de 1593. No ano de 1763 foi incorporada aos bens da coroa portuguesa e posteriormente, em 1788, o morgado itaparicano retornou às mãos dos herdeiros do Conde de Castanheira, sendo devolvido às posses da marquesa de Nisa. Depois da independência do Brasil, quando os habitantes de Itaparica contribuíram e participaram bravamente, em 25 de outubro de 1831, o povoado foi elevado a município, tomando o nome de Itaparica. O ato foi oficialmente instado na data de 4 de agosto de 1833 (CARVALHO, 2009).

Uma atividade de grande importância era a pesca da baleia, sobretudo no período compreendido entre os séculos XVII e XVIII. Ao ser extinta a pesca da baleia, e desaparecidos os grandes estaleiros de construção naval, os praieiros voltaram-se para as novas atividades que foram instaladas na ilha, sobretudo a pesca, a preparação de cal, óleo de dendê e rudimentos da indústria têxtil.

Em 1842, 11 anos depois da criação do Município da Denodada Vila de Itaparica, o presidente da Câmara, Luiz Gonzaga da Luz mandou o mestre José Felipe do Nascimento construir de pedra e cal um reservatório na fonte, que até então havia conservado águas frias e límpidas que corriam nas bicas de bambus para o Poço das Pedras, onde abastecia a população, daí o nome de Fonte da Bica (OSÓRIO, 1979).

Pela Lei Estadual nº 78, de 28/08/1936, foi autorizado à criação da “Estância Hidromineral de Itaparica” e efetivada pelo Decreto Estadual nº 10.440, de 10/12/1937.

Os Isótopos são átomos de um mesmo elemento químico que possuem o mesmo número de prótons no núcleo e, portanto, o mesmo número atômico, mas distinto número de nêutrons, e em consequência, diferente massa atômica. Aqueles que mudam sua composição pela emissão de partículas em resposta a processos nucleares são isótopos instáveis (radioativos); os que não mudam sua composição por processos nucleares, embora apresentem variações na composição isotópica originada por processos físico-químicos e biológicos são estáveis.

Os isótopos estáveis de hidrogênio e oxigênio, quando aplicados à hidrologia, constituem-se uma poderosa ferramenta que fornece informações sobre o ciclo hidrológico, tais como, origem, evaporação, idade, infiltração e fluxo das águas. Neste artigo são apresentados os resultados e interpretações obtidos destes isótopos, para se caracterizar as águas subterrâneas da ilha de Itaparica.

SITUAÇÃO GEOLÓGICA

Segundo Carvalho (2009), a Bacia Sedimentar do Recôncavo (BSR) tem seus limites dados pelo Alto de Aporá, a norte e noroeste, pelo sistema de falhas da Barra, a sul, pela falha de Maragogipe, a oeste, e pelo sistema de falhas de Salvador, a leste. Esta bacia sedimentar teve sua origem relacionada ao processo de estiramento crustal que resultou na fragmentação do Gondwana. É uma bacia do tipo *rift* intracontinental abortado, sendo gerado inicialmente durante os estágios precoces da abertura do Oceano Atlântica Sul, e preservado como um ramo abortado da margem Leste do Brasil, durante o Eocretáceo.

Desenvolveu-se durante o Aptiniano com a progressão do sistema “*rift-valleys*”, e a instalação de um longo e estreito golfo que se estenderia, desde a Bacia de Pelotas até a Bacia de Sergipe-Alagoas (ASMUS, 1973). Episódio responsável pela sedimentação da sequência do Golfo (ASMUS, 1984), estacionava a evolução tectônica do ramo oeste do sistema *rift-valleys*, onde se situava a Bacia do Recôncavo.

A sucessão estratigráfica do *rift* do Recôncavo inclui estratos com idades desde o Paleozóico até

o Cenozóico. Os pacotes de idade paleozóica, de ocorrência local, constituem remanescentes de ciclos sedimentares mais antigos e que foram preservados da erosão pelo abatimento de blocos no Mesozóico.

Localmente, a Ilha de Itaparica é um alto estrutural da Bacia Sedimentar do Recôncavo onde ocorrem dois agrupamentos líticos, o Grupo Ilhas e sobre este repousa discordantemente o Barreiras.

O Grupo Ilhas é representado por uma sedimentar clástica continental localmente predominantemente composta litologicamente folhelhos e argilitos de cor verde escuro.

O Grupo Barreiras é representado por sedimentos terciários em contato discordante com Grupo Ilhas. Constitui-se de arenitos finos, avermelhados e amarelados, mal consolidados, sílticos-argilosos. Aparecem como morros residuais constituindo a parte superior das elevações.

GEOQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Pereira (2009), em seu estudo de de caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas da Ilha de Itaparica, descreveu que estas águas apresentam: i) pH em torno de 4,4 até 8,1; ii) que mais de 50% das amostras coletadas possuem concentração de nitrato acima do permitido pela legislação, e atribuiu estes resultados à contaminação por fossas sépticas; iii) o conteúdo de sódio está abaixo do permitido pela legislação (<200 mg L⁻¹) com média de 23,5 mg L⁻¹ com exceção de um ponto com 242 mg L⁻¹ devido à proximidade do mangue local; iv) o cloreto apresentam valores ocasionalmente acima do permitido (≥250 mg L⁻¹), a exemplo nas localidades de Ponta Grossa com 275 mg L⁻¹, Misericórdia com 503 mg L⁻¹ e Manguinho com 907 mg L⁻¹; v) em relação ao ferro este metal apresenta conteúdo acima do permitido (<0,3 mg L⁻¹) com valores máximos de 1,5 mg L⁻¹; vi) as águas subterrâneas são predominantemente águas doces e ocasionalmente salobras; vii) a dureza é de branda a pouco dura e ocasionalmente muito dura; e viii) classificadas como: águas mistas (8%), bicarbonatadas cálcicas, (37%), bicarbonatadas, sódicas (43%) e cloretadas sódicas (12%)(PIPER, 1944 citado por PEREIRA, 2009).

METODOLOGIA

Através da realização de campanhas, foram coletadas amostras de água em cacimbas selecionadas, localizadas com uso de GPS, verificado o nível piezométrico, preenchida ficha de coleta contendo espaços para endereço e informações a cerca do poço, do tempo no momento, condições do poço, tipo de terreno,

Foram medidos os parâmetros físico-químicos “*in situ*”, tais como pH, Eh, OD, condutividade, temperatura e odor e feita a descrição local com possível identificação de fontes de contaminação.

As amostras de água bruta foram coletadas sem bombeamento e acondicionadas em recipientes plásticos apropriados previamente lavados e descontaminados encaminhados para análises químicas. As amostras destinadas ao estudo isotópico foram acondicionadas em recipientes de vidro tipo âmbar e os conteúdos acidificados. Todas as amostras foram coletadas em duplicata e conservadas durante o transporte para o laboratório em caixa de isopor contendo gelo para que se possam assegurar a manutenção das características das águas coletadas. A Figura 2 apresenta a localização dos pontos de amostragem na Ilha de Itaparica.

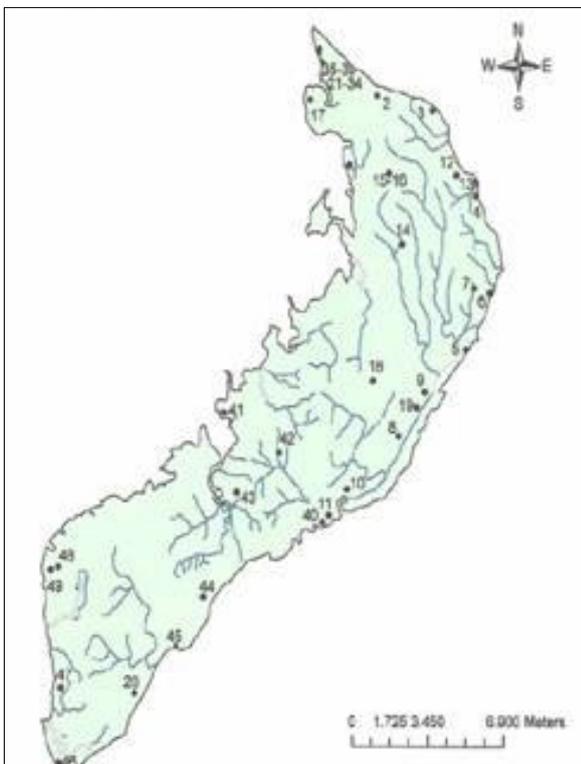


Figura 2. Localização dos pontos amostrados.

As análises isotópicas do $\delta^{18}\text{O}$ e δD na água, foram realizadas no Laboratório de Física Nuclear Aplicada (LFNA) - CPGG / UFBA, utilizando um espectrômetro de massas de razão isotópica modelo DELTA PLUS da marca Thermofinnigan.

Utilizaram-se os padrões de água secundários Bahia, PB1 e PB2, com valores calibrados para o δD e $\delta^{18}\text{O}$. A composição isotópica do oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) foi determinada conforme técnica de equilíbrio da reação CO_2 , água descrita por Epstein e Mayeda (1953). A composição isotópica do hidrogênio (δD) foi determinada através do método de oxidação-redução da água com o cromo a 850°C descrito por Brandy et al. (2000).

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises isotópicas das águas das subterrâneas da Ilha de Itaparica.

Poço	δD	$\delta^{18}\text{O}$	Na (ppm)	Cloretos (ppm)
1	1,8	-1,5	21,20	275,0
2	9,9	-0,7	24,2	10,0
3	3,6	-1,5	5,7	8,1
4	4,1	-1,8	8,1	12,0
5	3,5	-1,7	30,8	39,0
6	8,3	-0,9	23,0	31,0
7	9,4	-0,8	12,9	10,0
8	1,5	-1,6	40,2	41,0
9	5,6	-1,2	26,2	49,0
10	5,3	-1,1	32,2	43,0

Os conteúdos isotópicos das águas subterrâneas da Ilha de Itaparica foram comparados com aos dados efetuados por Carvalho (2008). Nos erros analíticos próximos, todas as séries analíticas, tanto as amostras de água na Fonte da Bica (CARVALHO, 2008) como as apresentadas neste trabalho, apresentam valores nos mesmos intervalos de amplitude numérica, da ordem de $\delta^{18}\text{O}$ de em torno de (-1,5) e de δD na ordem de (-0,8).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A hidrologia isotópica associada à hidroquímica utiliza a distribuição dos isótopos dos elementos da água e de materiais nela dissolvidos, bem como a concentração desses elementos, para analisar vários problemas relacionados com o ciclo hidrológico e com a origem e dinâmica do fluxo subterrâneo, inclusive a mistura e mineralização das massas de água (CRAIG, 1961; DANSGAARD, 1964).

Os dados isotópicos obtidos foram lançados no diagrama de correlação $\delta^{18}\text{O}$ versus δD (Figura 3).

Neste diagrama observa-se a linha de correlação fortemente positiva entre os isótopos estáveis das águas meteóricas (CRAIG, 1961). As análises isotópicas das águas de Itaparica formam uma nuvem no campo das águas meteóricas, nos domínios SMOW, este padrão indica equilíbrio das águas amostradas e em relação às águas meteóricas (MAZOR, 1991).

A relação dos teores de sódio (Na), dos cloretos (Cl) e dos isótopos de $\delta^{18}\text{O}$ e δD podem ser utilizadas para se estabelecer o grau de interação ou de evaporação das águas que os contêm, como foi discutido por Carvalho et al. (2005). As relações isotópicas entre a salinidade e os isótopos (oxigênio e hidrogênio) podem ser observadas nos diagramas de correção Na versus $\delta^{18}\text{O}$, Cl versus δD , $\delta^{18}\text{O}$ versus Cl e $\delta^{18}\text{O}$ versus Na (Figuras 4, 5, 6 e 7 respectivamente).

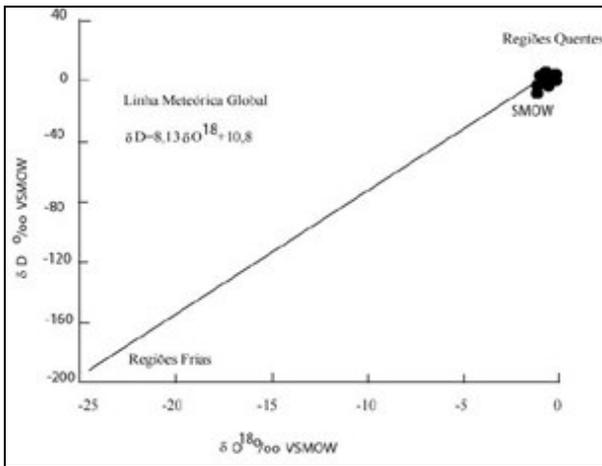


Figura 3. Diagrama de correlação $\delta^{18}\text{O}$ versus δD , observa-se a reta das águas meteóricas (CRAIG, 1961).

O diagrama de correlação $\delta^{18}\text{O}$ versus Cl (Figura 4) apresenta uma reta de regressão de declividade negativa entre os dois constituintes analisados. O diagrama de correlação δD versus Cl (Figura 5) apresenta, da mesma forma que a correlação entre o isótopo de $\delta^{18}\text{O}$ e o Cl, apresenta uma reta de regressão de declividade negativa entre os dois constituintes analisados. O ponto de amostragem n.º.1 apresenta forte presença de Cl, devido a contaminação antrópica, visto que o ponto de coleta estar localizado em um condomínio residencial.

O diagrama de correlação Na versus $\delta^{18}\text{O}$ (figura 6) apresenta uma reta de regressão de declividade negativa entre os dois constituintes analisados. O diagrama de correlação Na versus δD (figura 7) apresenta, da mesma forma que a correlação entre o isótopo de δD e o Na, apresenta uma reta de regressão de declividade negativa entre os dois constituintes analisados. Observa-se que não existe a ação antrópica, nem a contaminação por sódio, devido à proximidade do mar, no ponto 1 amostrado próximo a um condomínio residencial.

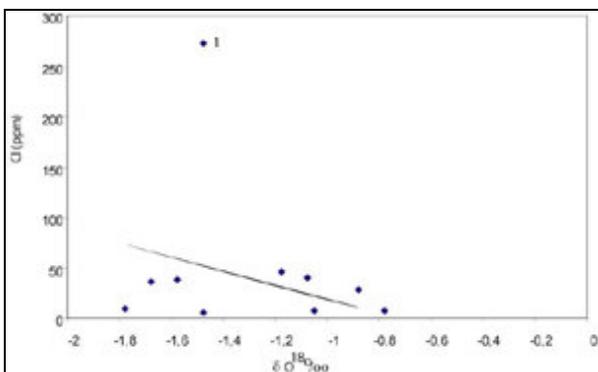


Figura 4. Diagrama de correlação $\delta^{18}\text{O}$ versus Cl.

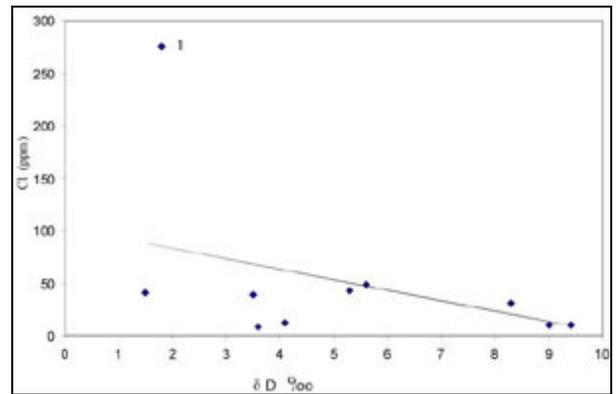


Figura 5. Diagrama de correlação δD versus Cl.

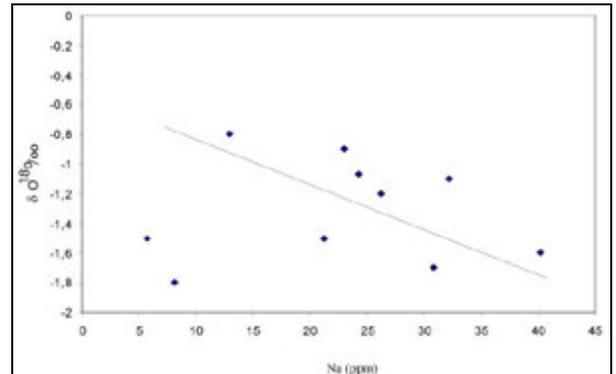


Figura 6. Diagrama de correlação Na versus $\delta^{18}\text{O}$.

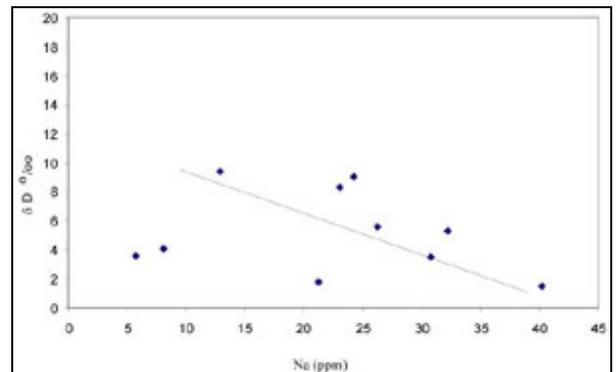


Figura 7. Diagrama de correlação Na versus δD .

CONCLUSÕES

Os dados das águas subterrâneas da Ilha de Itaparica levam a concluir que o principal fator de fracionamento dos isótopos leves de $\delta^{18}\text{O}$ e δD é determinado pela forte sistema de evaporação, tendo em vista a localização da ilha em uma região de clima quente (MAZOR, 1991).

Por outro lado, a composição isotópica de valores bastante próximos ao do SMOW e situados como uma nuvem pouco dispersa sobre a reta das águas meteóricas (CRAIG, 1961), levam a concluir que o tempo de residência das águas no aquífero poroso é bastante e a circulação está relacionada diretamente ao sistema de forte recarga e evapotranspiração local.

REFERÊNCIAS

ASMUS, H.E.; PONTE, F. C. The Brazilian marginal basins. In: NAIRN, A.E.M.; STEHLI, F.G. (Eds.) **The ocean basins and margins: the South Atlantic**. v. 1, New York: Plenum Press, p. 87-133, 1973.

ASMUS, H.E. Geologia da margem continental brasileira. In: SCHOBENHAUS, C., CAMPOS, D.A., DERZE, G.R., ASMUS, H.E. (Eds.). **Geologia do Brasil**. Brasília: MME/DPNPM, p. 443-472, 1984.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Trad. Antônio B. Neiva Figueiredo. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1989.

CARVALHO, I. G. **Fundamentos da geoquímica dos processos exógenos**. Salvador: Bureau, 1995.

CARVALHO, M. S. de. **Qualidade da água da fonte da bica de Itaparica, Bahia, nordeste do Brasil**. 2008. 180 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

DANGAARD, W. Stable isotopes in precipitation, **Tellus**, v. 16, n. 4, p. 436-468, 1964.

EPSTEIN, S.; MAYEDA, T. Variations of ^{18}O content of waters from natural sources. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 4, p. 213-221, 1953.

GRAIG, H. Isotope variations in meteoric waters. **Science**, v. 133, p. 1702, 1961.

OSÓRIO, U. **A Ilha de Itaparica: história e tradição**. 4. ed. Salvador: Fundação Cultural do Estado da Bahia, 1979.

MAZOR, E. **Applied chemical and isotopic groundwater hydrology**. New York: Halsted Press, 1991.

PEREIRA, E.R.S. **Caracterização hidrogeoquímica da Ilha de Itaparica, Bahia**. 2009. 129 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

PIPER, A. M., A. Graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. **Transactions American Geophysical Union**, n. 25, p. 914-923. 1944.