

# Qualidade da Água da Fonte da Bica de Itaparica, Bahia, NE do Brasil

**MOEMA SOBRINHO DE CARVALHO**

Curso de Pós-graduação em Geologia (UFBA).

**MANOEL JERÔNIMO MOREIRA CRUZ**

Professor Associado II. Dr. UFBA.

jeronimo@ufba.br



## Resumo

As águas minerais de Itaparica são classificadas como cloretadas sódicas, apresenta pH ácido, sabor levemente picante e presença de  $\text{CO}_2$ . São incolores, apresentam baixa turbidez, temperatura em torno de  $28^\circ\text{C}$  e baixa concentração de íons, altos teores de  $\text{NO}_3$  e de coliformes. As águas dos poços próximos são cloretadas sódicas, mistas e bicarbonatadas, apresentado pH neutro. As temperaturas calculadas pelas concentrações de  $\text{SiO}_2$  e Na/K não estão em equilíbrio com as temperaturas medidas. Os dados isotópicos indicam que não existe grande tempo de recarga e armazenamento do aquífero. A qualidade atual não permite incluí-la nos critérios das águas minerais.

## Palavras-chave

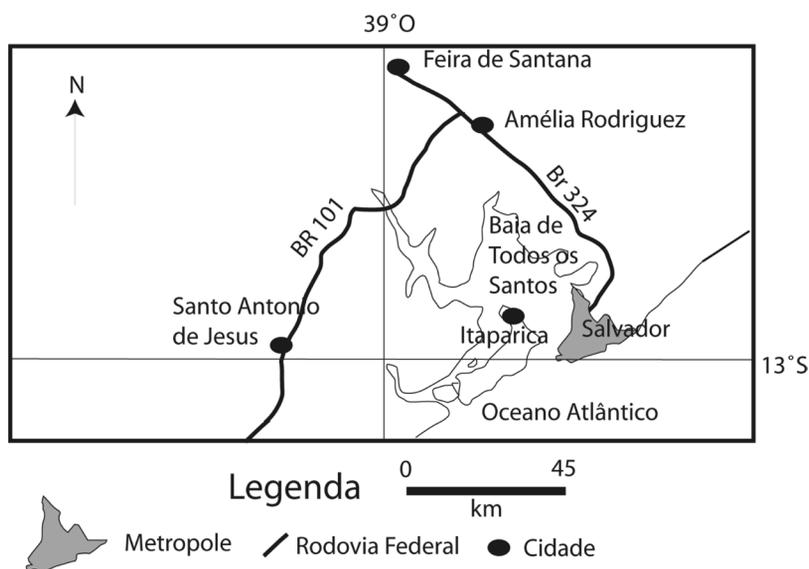
Itaparica. Fonte da Bica. Água mineral. Qualidade da água.

## Introdução

O Projeto Estudos Qualitativos e Isotópicos da Jazida de Água Mineral de Itaparica, Bahia, financiado pelo CNPq (Projeto N° 472088/2006-8), visou determinar a qualidade atual da água mineral de Itaparica, quanto aos aspectos qualitativos, determinar as propriedades físico-químicas, biológicas e radiogênicas daquelas águas, compará-las com os dados históricos existentes e tecer aproximações quanto ao seu tempo de residência no aquífero. Este artigo tem como objetivos apresentar ao grande público os resultados alcançados dos estudos efetuados em amostras das águas da Fonte da Bica e das captações construídas em suas proximidades.

A Ilha de Itaparica está localizada na região Nordeste do Brasil, na costa do estado da Bahia, com as seguintes coordenadas: latitude  $12^\circ52'45''\text{S}$  e longitude  $38^\circ41'09''\text{W}$ . Está situada a sudoeste da Baía de Todos os Santos e tem em sua extensão 35 km de comprimento por 21 km de largura (Figura 1).

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.



**Figura 1** – Localização da Ilha de Itaparica

Ao longo do séc. XVI, os solos férteis de Itaparica eram destinados para a cultura da cana-de-açúcar e a criação do gado. Na região atualmente conhecida como Mar Grande, a agricultura era voltada para plantações de trigo.

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. Vale afirmar que Itaparica era a única estância hidromineral do Brasil localizada à beira-mar. Em 30 de junho de 1962, a Ilha de Itaparica passou a ser constituída por dois municípios: Itaparica e Vera Cruz.

## 1 Situação geológica

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.

A BSR teve sua origem relacionada ao processo de estiramento crustal que resultou na fragmentação do Gondwana. É uma bacia do tipo rifte 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 as Ilhas. Constitui-se de arenitos finos, avermelhados e amarelados, mal consolidados, sílticos-argilosos. Aparecem como morros residuais constituindo a parte superior das elevações.

## 2 Aspectos climatológicos

A temperatura na Ilha de Itaparica oscila entre 20 a 34°C com média de 27°C. A precipitação nessa região varia entre 1.900 a 2.000 mm/ano (BAHIA, 2003).

Os cálculos do balanço hídrico na sequência dos últimos cinco anos (2003 a 2008), baseados nos dados disponíveis no *website* do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)

do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC, 2008), demonstram que as variações da precipitação e evapotranspiração registraram picos alternados, tendo a sua maior incidência nos meses de maio, oscilando entre abril e junho. A evapotranspiração manteve-se inferior a precipitação, fazendo uma ressalva nos meses de outubro e novembro de 2007, outubro (2003); março e setembro (2004); setembro (2005) e dezembro (2006), quando ocorreu uma inversão no quadro.

Existe um excesso no balanço hídrico normal mensal e que os valores das médias da evapotranspiração potencial estão na maioria dos episódios sempre inferiores a precipitação das chuvas, resultando, portanto, uma abundância de água infiltrada e armazenada no aquífero poroso local.

### 3 Amostragem

Realizaram-se seis campanhas, nos períodos de estiagem e chuvosos, para a coleta de amostras de água da Nascente, da Fonte da Bica e das fontes próximas, na cidade de Itaparica. As campanhas de amostragens foram realizadas em abril, maio e novembro de 2007. As coletas de amostras medidas dos parâmetros físico-químicos e químicos procuraram observar as possíveis influências da sazonalidade. Os pontos de coleta foram localizados e mapeados com o uso do GPS, e de fotografias aéreas para a descrição das características do local. Foram descritos e amostrados os seguintes pontos:

**Ponto 1** - A Fonte da Bica é o local de armazenamento e distribuição da água de Itaparica. Foi construída em 1937 e por diversas vezes reformada. Trata-se de um reservatório em cimento armado e blocos de argila, revestido por argamassa.

Deste reservatório partem diversos dutos plásticos de PVC, que drenam as águas acumuladas no reservatório para três torneiras principais, em forma de um imponente chafariz azulejado, e dez pontos de coleta subsidiários.

Existe um sistema de dreno, para quando o nível de água atinge o ponto máximo do tanque. Este dreno lança, então, a água diretamente nas valas de esgoto.

**Ponto 2** - A Nascente: trata-se do local de exudação da água de Itaparica. Está localizada no sopé do morro do Santo Antônio e é circundado por um pequeno parque de resquícios de mata Atlântica, bastante alterada pela ação antrópica. O acesso é feito por uma abertura construída em blocos e cimento queimado, revestido por argamassa e fechado por um alçapão em forma

de tampão de ferro fundido. O ponto de exudação de água fica localizado ao nível do chão, em constante borbulhamento.

**Ponto 3** - Fontes próximas. Com esta denominação foram coletadas amostras de água e medidos os seus parâmetros físicos em três diferentes locais:

- i) cacimba do Condomínio Costa Oeste é uma captação de água escavada com cerca de 5 m de profundidade, com paredes em tijolinho de barro, tampão recoberto em laje e tampa removível. Nesta cacimba existe um sistema de bombeamento de água, a qual é utilizada pelo condomínio;
- ii) cacimba da casa vizinha ao Condomínio, é revestida de tijolos com tampa de cobertura;
- iii) cisterna cimentada com sistema de captação próxima da Prefeitura Municipal.

#### **4 Medidas dos parâmetros físicos-químicos e das análises químicas, isotópicas, biológicas**

Os parâmetros físico-químicos pH, Eh, OD e condutividade foram medidos *in situ* (Tabela 1). Cada amostra foi armazenada em um recipiente plástico com volume de 1 litro, devidamente descontaminado. Foram feitas duas replicatas em cada ponto amostrado. As amostras foram enviadas na sua forma bruta, sem filtração, devidamente acondicionadas em sistema de refrigeração e encaminhadas para o laboratório, sendo em seguida analisadas.

A água da Nascente e da Fonte da Bica são incolores e as águas da Fonte Próximas variam de incolores a levemente amarelada.

O sabor da Nascente e da Fonte da Bica é ligeiramente salgado e levemente picante. As amostras do Condomínio possuem sabor mais salgado.

A turbidez mensurada através do FTU (Formazin Turbidity Unit) apresenta valores baixos, inferiores a 5 FTU.

Os valores médios mensurados do pH, Eh, STD, Sal, Condutividade, OD e % de O dos pontos amostrados estão apresentados na Tabela 1. As análises físico-químicas e químicas da Nascente, Fonte da Bica e fontes próximas foram realizadas pelo laboratório Geosol e pela Caraíba Metais.

**Tabela 1** – Parâmetros físicos-químicos medidos das águas dos pontos de amostragem

Parâmetros	Ponto 2 Nascente	Ponto 1 Fonte da Bica	Ponto 3 Condomínio Costa Oeste	Ponto 3 Próximo ao Condomínio	Ponto 3 Próximo a Prefeitura
<b>pH</b>	4,47	4,40	6,82	6,67	5,56
<b>Eh</b>	+138	+146	+5	+19	+79
<b>STD</b>	457 mg/L	501 mg/L	1.098 mg/L	1.564 mg/L	419 mg/L
<b>Sal</b>	0,0	0,0	0,3	0,6	0,0
<b>Condutividade</b>	0,50 ms/cm	0,50 ms/cm	1,10 ms/cm	1,56 ms/cm	0,42 ms/cm
<b>Oxigênio dissolvido</b>	3,3 mg/L	3,92 mg/L	4,4 mg/L	1,5 mg/L	2,1 mg/L
<b>% de Oxigênio</b>	44%	49%	56%	26%	25%

Os metais foram analisados por absorção atômica ou ICP pelo método de Varian-MPX, chapa elétrica tecnal, balão volumétrico 50 mL, pipetas volumétricas, tubos de ensaios e bomba a vácuo. Tendo o modelo do aparelho de referência analítica o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup> Ed. (2005). 3030,3120-B.

Em relação aos íons, carbonato, cloreto, fluoreto, sulfato, a metodologia utilizada, o limite de detecção e aparelhagem foram:

- Alc.CO<sub>3</sub> mg CaCO<sub>3</sub>/L; Referência Analítica: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup> Ed. (2005). 2320-B LD - 2.0 mg CaCO<sub>3</sub>/L Bureta 25 mL, pipeta volumétrica 100 mL, agitador magnético, balança de sensibilidade 0.0001 g, deionizador e estufa.
- Cloreto mg Cl<sup>-</sup>/L; Referência Analítica: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup> Ed. (2005). 4500Cl-B LD - 2.0 mg Cl<sup>-</sup>/L Bureta 25 mL,

pipeta volumétrica 100 mL, agitador magnético, bequer de 100 mL, erlenmeyer de 100 mL, balança de sensibilidade 0.0001 g, balões volumétricos 500 mL e 1.000 mL, deionizador, phmetro e estufa.

- Fluoreto mg F<sup>-</sup>/L; Referência Analítica: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup> Ed. (2005). 4500F-C LD - 0.10 mg F<sup>-</sup>/L, pipeta volumétrica 25 mL, agitador magnético, bequer de 50 ml, balança de sensibilidade 0.0001 g, balões volumétricos 100, 250, 500 e 1.000 mL, deionizador, phmetro, estufa e cronômetro.
- Sulfato mg SO<sub>4</sub>/L; Referência Analítica: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>th</sup> Ed. (2005). 4500SO4-E LD -1.0 mg SO<sub>4</sub>/L. Pipeta volumétrica 25 e 100 mL, agitador magnético, béquer de 50 mL, balança de sensibilidade 0.0001 g, balões volumétricos 100, 250, 500 e 1.000 mL, deionizador, turbidímetro, estufa e cronômetro.

O conteúdo biológico da amostragem foi efetuado em campanha individualizada, acondicionada em vasilhame especial, devidamente descontaminado, fornecido pelo laboratório de análises. As amostras foram enviadas, em tempo inferior a 5 horas após a coleta, ao Laboratório LABDEA, da Escola Politécnica da UFBA. Nas análises dos coliformes termotolerantes e totais foram empregados a decomposição e esterilização de meios e vidrarias a autoclave. Na esterilização a temperatura foi de 121°C durante 15 minutos e na descontaminação a temperatura foi de 121°C durante 30 minutos. Para serem realizados os estudos de coliformes termotolerantes foram utilizados estufa de cultura (incubação), modelo que trabalha com a temperatura a 44,5 ± 0,2C° durante 24 horas.

Foi utilizada uma estufa de cultura (incubação), nos estudos de coliformes totais, que trabalha com a temperatura a 35 ± 0,5°C durante vinte quatro horas. Após estes processos foi feito a contagem das colônias com lupa. Estas amostras foram armazenadas em geladeira com temperatura entre 4 e 10°C.

Para análises isotópicas foram utilizados frascos de vidro âmbar com batoques de plástico, com volume de 100 mL. As amostras foram analisadas no Laboratório de (LFNA) Física Nuclear Aplicada da Universidade Federal da Bahia. O método de coleta e estocagem para as amostras seguiu a partir das instruções da IAEA (IAEA Guidelines/Manual for Operation of Isotope Hydrology Laboratory).

Os resultados das análises químicas, biológicas e isotópicas estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

**Tabela 2** – Resultados analíticos dos pontos amostrados

(continua)

Amostra	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Cl <sup>-</sup> mg/L	SiO <sub>2</sub> mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Al mg/L	Sr mg/L	Ba mg/L	Ca <sup>2+</sup> mg/L
AMI 01 Nascente	11	44	13,4	0,05	0,17	0,49	0,08	0,097	13
AMI 01 Nascente	15	45	12,6	0,05	0,33	0,79	0,086	0,097	9,1
AMI 01 Nascente	3,73	47	11,51	0,01	0,28	0,77	0,13	0	13,6
AMI 01 Nascente	3,12	46	10,04	0,09	0,26	1,01	0,12	0	13
AMI 02 Fonte da Bica	4,3	49	13,6	0,05	0,19	0,39	0,073	0,104	12,8
AMI 02 Fonte da Bica	7,5	48	13,1	0,05	0,2	0,43	0,073	0,111	13,4
AMI 02 Fonte da Bica	6,4	49	13,2	0,05	0,2	0,43	0,085	0,109	13
AMI 02 Fonte da Bica	4,3	49	13,1	0,05	0,2	0,51	0,077	0,106	13,3
AMI 02 Fonte da Bica	13	49	13,1	0,05	0,19	0,41	0,07	0,093	12,8
AMI 02 Fonte da Bica	5,4	47	13	0,05	0,23	0,5	0,071	0,104	12,7
AMI 02 Fonte da Bica	5,4	47	12,4	0,05	0,22	0,55	0,078	0,094	12,3
AMI 02 Fonte da Bica	7,7	45	11,3	0,05	0,51	1,07	0,09	0,09	9,8
AMI 02 Fonte da Bica	1,51	47	10,34	0,01	0,29	0,76	0,12	0	13,5
AMI 02 Fonte da Bica	2,42	34	10,01	0,01	0,31	0,75	0,12	0	14,5
FCl 01 Cond.	48	40	25,9	0,05	0,23	0,13	0,079	0,1	10,4
FCl 02 Casa ao lado Cond.	415	68	40,2	0,05	0,23	0,05	1,98	0,06	96
FCl 02 Casa ao lado Cond.	75,15	34	11,93	0,01	0,06	0,14	0,29	0	29,6
FCl 03 Casa próx. Pref.	386	45	37,2	0,05	0,2	0,05	1,33	0,07	89,1
FCl 03 Casa próx. Pref.	56,02	40	11,86	0,02	0,16	0,02	0,12	0	13,1
Nossa Sra de Fátima Dias D'Ávila	0	17,6	0	0,01	0,005	0,024	0,006	0,005	0,6
Senhor do Bonfim Dias D'Ávila	0	7,2	0	0,01	0,005	0,01	0,002	0,006	0,16
Fonte Saúde Dias D'Ávila	0	8,94	0	0,01	0,005	0,027	0,04	0,006	0,45
Fonte Esmeralda Dias D'Ávila	0	8,78	0	0,01	0,005	0,044	0	0,006	0,15
Fonte Tropical II Dias D'Ávila	0	10	0	0,01	0,005	0,039	0	0,006	0
Fonte Amazon Dias D'Ávila	0	9,08	0	0,01	0,005	0,051	0	0,006	0
Fonte Safira Dias D'Ávila	0	6,8	0	0,01	0,005	0,015	0	0,006	0,17
Nossa Sra Aparecida Dias D'Ávila	0	7	0	0,01	0,005	0,001	0	0,006	0
Fonte Águas Claras Simões Filho	0	17	0	0,01	0,005	0,025	0	0,006	0,7

**Tabela 2** – Resultados analíticos dos pontos amostrados (conclusão)

Amostra	Mg <sup>2+</sup> mg/L	Na <sup>+</sup> mg/L	K <sup>+</sup> mg/L	F <sup>-</sup> mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L
AMI 01 Nascente	8,08	31,4	7,16	<0,10	24,5	0
AMI 01 Nascente	11,4	30,3	3,04	<0,10	20	138
AMI 01 Nascente	8,06	25,4	6,06	<0,10	35,48	80
AMI 01 Nascente	7,63	25,7	5,4	<0,10	21,9	80
AMI 02 Fonte da Bica	9,35	33,4	6,82	<0,10	23,2	0
AMI 02 Fonte da Bica	8,97	33,6	7,09	<0,10	22,9	0
AMI 02 Fonte da Bica	9,24	32,8	6,91	<0,10	23,3	0
AMI 02 Fonte da Bica	9,27	33,8	7,12	<0,10	23,1	0
AMI 02 Fonte da Bica	8,99	32,5	6,58	<0,10	23,3	0
AMI 02 Fonte da Bica	8,66	32,6	6,82	<0,10	23,4	0
AMI 02 Fonte da Bica	8,5	32	6,6	<0,10	23,1	0
AMI 02 Fonte da Bica	9,77	30,3	4,92	<0,10	20,5	81
AMI 02 Fonte da Bica	8,03	25,6	5,24	<0,10	31,25	83
AMI 02 Fonte da Bica	8,23	26,3	5,22	<0,10	20,47	77
FCI 01 Cond.	8,48	23,8	2,87	<0,10	27,3	8
FCI 02 Casa ao lado Cond.	18,3	43,8	2,65	0,12	34,3	8
FCI 02 Casa ao lado Cond.	5,59	18	3,09	3	24,64	15
FCI 03 Casa próx. Pref.	9,84	73,3	4,94	0,38	19,3	9
FCI 03 Casa próx. Pref.	9,41	19,9	3,7	2	20,71	0
Nossa Sra de Fátima Dias D'Ávila	0,95	10,2	0,25	0,1	4,16	0
Senhor do Bonfim Dias D'Ávila	0,43	4,32	0,68	0,1	1,6	0
Fonte Saúde Dias D'Ávila	0,54	5,75	0,22	0,1	1,96	0
Fonte Esmeralda Dias D'Ávila	0,69	5,01	0,67	0,1	0	0
Fonte Tropical II Dias D'Ávila	0	0	0	0,1	2,6	0
Fonte Amazon Dias D'Ávila	0	0	0	0,1	2,84	0
Fonte Safira Dias D'Ávila	0,36	3,71	0	0,1	1,9	0
Nossa Sra Aparecida Dias D'Ávila	0	0	0	0,1	2,2	0
Fonte Aguas Claras Simões Filho	1,95	8,64	1,7	0,1	6,4	0

**Tabela 3** – Resultados biológicos. Ensaios de Coliformes Termotolerantes e Totais dos pontos amostrados

<b>Ponto 2</b>	<b>Coleta</b>	<b>Ensaios</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidade</b>	<b>Método</b>
<b>Nascente</b>					
Abr./07	1º	Colif. Termotolerantes	24	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	1º	Colif. Totais	40	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	2º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	2º	Colif. Totais	700	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	1º	Colif. Totais	180	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	2º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	2º	Colif. Totais	3	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Totais	200	UFC/100 mL	SM 9222 D
<b>Ponto 1</b>					
<b>Fonte da Bica</b>					
Abr./07	1º	Colif. Termotolerantes	120	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	1º	Colif. Totais	190	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	2º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	2º	Colif. Totais	180	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	1º	Colif. Totais	2	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	2º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Maió/07	2º	Colif. Totais	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Totais	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	2º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	2º	Colif. Totais	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
<b>Ponto 3</b>					
<b>Condomínio</b>					
Abr./07	1º	Colif. Termotolerantes	40	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	1º	Colif. Totais	110	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Termotolerantes	55	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Totais	1870	UFC/100 mL	SM 9222 D
<b>Ponto 3</b>					
<b>Resid.</b>					
Abr./07	1º	Colif. Termotolerantes	90	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	1º	Colif. Totais	400	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Termotolerantes	1560	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Totais	1950	UFC/100 mL	SM 9222 D
<b>Ponto 3</b>					
<b>Prefeitura</b>					
Abr./07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Abr./07	1º	Colif. Totais	20	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Termotolerantes	<01	UFC/100 mL	SM 9222 D
Nov./07	1º	Colif. Totais	1430	UFC/100 mL	SM 9222 D

Notas: Colif. = Coliformes; UFC = Unidade formadora de colônia; SM = Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21<sup>th</sup> Edition, 2005; LDM = Limite de Detecção do Método.

**Tabela 4 – Resultados isotópicos**

		<b>2006</b>	<b>2007</b>
<b>Amostras</b>	<b>Ponto</b>	<b><math>\delta D</math></b>	<b><math>\delta D</math></b>
AMI 01 Nascente	2	-2,2	-0,2
AMI 01 Nascente	2	0,0	0,1
AMI 01 Nascente	2	-0,3	-1,3
AMI 01 Nascente	2	0,0	-0,6
AMI 02 Fonte da Bica	1	-0,2	-1,8
AMI 02 Fonte da Bica	1	-1,0	-1,2
AMI 02 Fonte da Bica	1	-1,4	-1,1
AMI 02 Fonte da Bica	1	-1,3	0,0
AMI 02 Fonte da Bica	1	0,0	-0,4
AMI 02 Fonte da Bica	1	2,7	-0,2
AMI 02 Fonte da Bica	1	0,1	0,4
AMI 02 Fonte da Bica	1	-1,3	-0,7
AMI 02 Fonte da Bica	1	-0,7	-0,5
AMI 02 Fonte da Bica	1	0,8	-1,7
AMI 02 Fonte da Bica	1	-1,8	-1,9
FCI 01 Cond.	3	-	-2
FCI 02 Casa ao lado Cond.	3	-	0,4
FCI 03 Casa próx. Pref.	3	-	-2,8

## 5 Características químicas e classificação das águas

Os resultados das análises de metais apresentados na Tabela 2 foram acrescentados, a título de comparação, análises de água das regiões de água minerais de Dias D'Ávila e Simões Filho (ARAUJO, 2003), em situação hidrogeológica similar do Estado da Bahia.

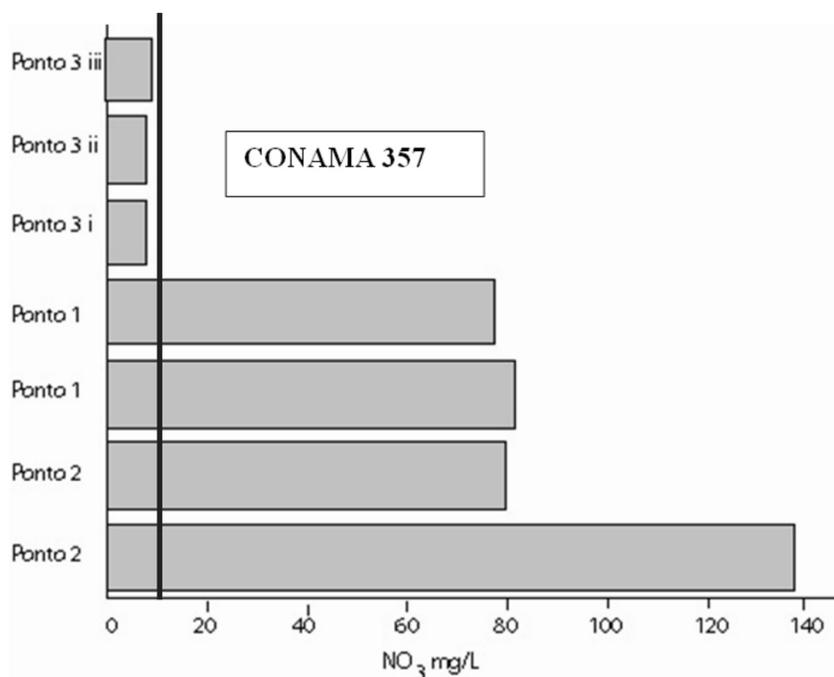
Verifica-se que as águas da Nascente e da Fonte da Bica e das Fontes Próximas possuem teores de cloretos em torno de 46,4 mg/L, sulfatos 23,45 mg/L,  $Ca^{+2}$  12,81 mg/L, Na 31,29 mg/L e Mg 8,9 mg/L,  $HCO_3$  1,51 a 11 mg/L,  $SiO_2$  10,0 a 13,6 mg/L, Fe 0,1 a 0,9 mg/L, Mn em torno de 0,2 mg/L, Al 0,1 a 1,0 mg/L, Sr 0,1 a 0,8 mg/L, Ba ausente a 0,08 mg/L e K 3,0 a 7,1 mg/L.

As Fontes Próximas possuem valores médios de cloretos de 45,1 mg/L, sulfatos 25,25 mg/L,  $Ca^{+2}$  39,1 mg/L, Na 35,79 mg/L e Mg 10,3 mg/L,  $HCO_3$  48 a 415 mg/L,  $SiO_2$  11,0 a 40,8

mg/L, Fe 0,1 a 1,6 mg/L, Mn em torno de 0,02 mg/L, Al 0,1 a 0,14 mg/L, Sr 0,2 a 1,9 mg/L, Ba ausente a 0,08 mg/L e K 3,7 a 4,9 mg/L.

Tendo em vista a importância dos nitratos nas qualidades das águas, este elemento é aqui analisado separadamente.

Os valores analisados de nitratos (Figura 2) estão sumarizados no histograma dos teores analisados. Como parâmetro de comparação lançou-se a linha limite da Resolução Conama 357 para os nitratos. Observa-se que as águas coletadas próximas a Fonte da Bica apresentam teores normais, inferiores ao limite do padrão Conama 357 (10 mg/L), as águas da Nascente e da Fonte da Bica apresentam valores em  $\text{NO}_3$  superiores atingindo teores da ordem de 140 mg/L.



**Figura 2** – Concentração de  $\text{NO}_3$  nas águas dos pontos amostrados

Para a classificação das águas em apreço, utilizou-se o diagrama triangular de Piper (PIPER, 1944). A Figura 3 representa os lançamentos das amostras de águas coletadas no ano de 2006 e 2007, respectivamente. As águas da Fonte da Bica e da Nascente são classificadas como Cloretadas Sódicas e as das Fontes Próximas como Águas Cálcidas, Águas Mistas e Bicarbonatadas.

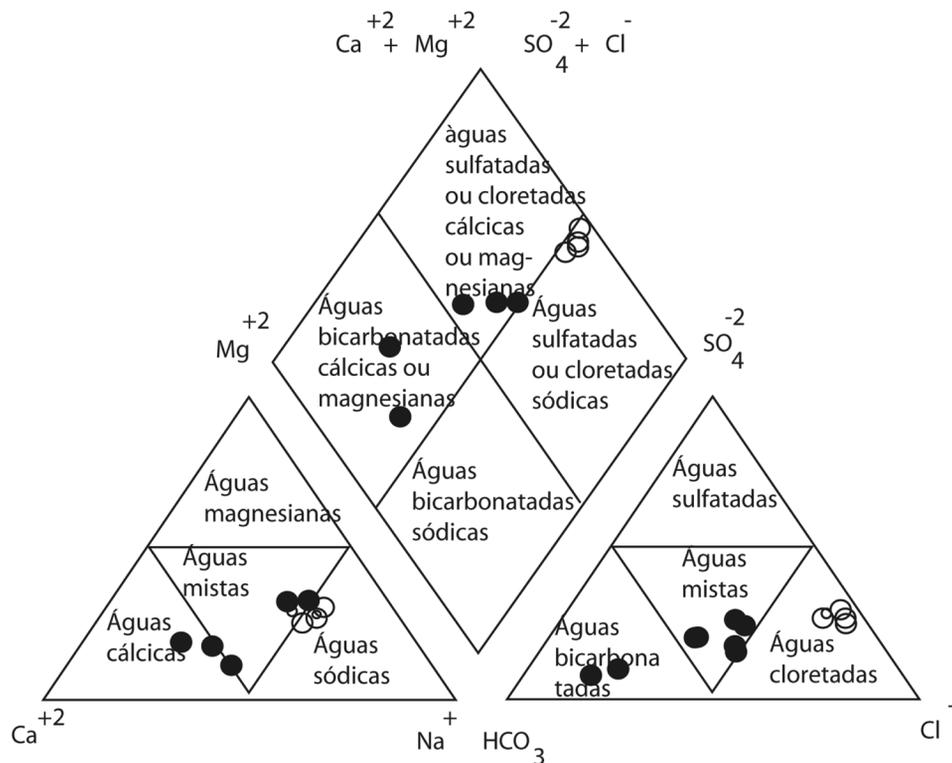


Figura 3 – Diagrama de Piper das amostras coletadas

## 6 Temperaturas medidas e calculadas

A temperatura medida varia em torno de 20 a 29°C, para as amostras de água da Nascente, de 20 a 31°C para a Fonte da Bica e em torno de 27 a 29°C na Fonte Próxima.

Foram utilizados os geotermômetros baseados nas concentrações de SiO<sub>2</sub> e da razão Na/K (ARNORSSON, 1983), utilizando os teores destes componentes medidos em ppm. A temperatura é calculada a partir de equações onde os teores de SiO<sub>2</sub> estão relacionados com base na solubilidade da calcedônia, e os valores de Na/K estão associados aos dados termodinâmicos da solução de equilíbrio da albita/microclina (ARNORSSON, 1983). Os resultados obtidos estão expressos nas Tabelas 5 e 6, com aproximações a partir da concentração de SiO<sub>2</sub> e da relação Na/K, respectivamente.

**Tabela 5** – Aplicação do geotermômetro, cálculo da temperatura a partir da concentração de SiO<sub>2</sub> dos pontos de amostragem, k<sub>1</sub> – valor numerador, k<sub>2</sub> – valor do denominador da função empírica de ARNORSSON, 1983, K° fator de transformação de K para C°

SiO <sub>2</sub> (ppm)	ARNORSSON, 1983		LogSiO <sub>2</sub>		T (C°)
	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>		K°	
12,6	1112	4,91	1,1004	273,1	4,78
15,8	1112	4,91	1,1987	273,1	4,79
11,3	1112	4,91	1,0531	273,1	4,77
12	1112	4,91	1,0792	273,1	4,78
25,9	1112	4,91	1,4133	273,1	4,81
30,6	1112	4,91	1,4857	273,1	4,82
40,2	1112	4,91	1,6042	273,1	4,83
40,4	1112	4,91	1,6064	273,1	4,83
37,2	1112	4,91	1,5705	273,1	4,82
32,3	1112	4,91	1,5092	273,1	4,82
4,4	1112	4,91	0,6444	273,1	4,73

**Tabela 6** – Aplicação do geotermômetro para o cálculo da temperatura a partir da relação dos pontos de amostragem, k<sub>3</sub> – valor numerador, k<sub>4</sub> – valor do denominador da função empírica de ARNORSSON, 1983, K° fator de transformação de K para C°

K (ppm)	Na (ppm)	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	Log Na/K	K°	T (C°)
30,3	3,04	933	0,933	-0,999	273,15	7,26
29,7	5,29	933	0,933	-0,749	273,15	7,26
30,3	4,92	933	0,933	-0,789	273,15	7,26
29	5,18	933	0,933	-0,748	273,15	7,26
23,8	2,87	933	0,933	-0,919	273,15	7,26
23,9	3,6	933	0,933	-0,822	273,15	7,26
43,8	2,65	933	0,933	-1,218	273,15	7,26
42,9	2,72	933	0,933	-1,198	273,15	7,26
73,3	4,94	933	0,933	-1,171	273,15	7,26
70,2	5,57	933	0,933	-1,1	273,15	7,26
7,0	36,0	933	0,933	0,7111	273,15	7,28

## 7 Resultados biológicos e isotópicos

Na Tabela 3 encontram-se os resultados biológicos analisados. Observa-se que, em relação aos coliformes, a água da Nascente mineral apresenta os termotolerantes da ordem de <0,1 a 24 UFC/100 mL e entre 40 a 700 UFC/100 mL de coliformes totais; os da Fonte da Bica contêm coliformes termotolerantes da ordem de <0,1 a 120 UFC/100 mL e entre <0,1 a 190 UFC/100 mL de coliformes totais. Para as cisternas/poços o conteúdo de coliformes termotolerantes é da ordem de <0,1 a 1.560 UFC/100 mL e entre 20 a 1.950 UFC/100 mL de coliformes totais.

A partir dos resultados obtidos, expressos na Tabela 4, das aproximações através dos valores calculados pela equação de (GRAIG, 1961) e dos valores analíticos de  $\text{Cl}^-$ , expressos na Tabela 1, foram construídos os diagramas  $\delta\text{D}$  versus  $\text{Cl}^-$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  versus  $\text{Cl}^-$  (Figuras 5 e 6), respectivamente.

As águas de Itaparica são águas caracterizadas como doces, ou seja, forma solução diluída cujo total do soluto não ultrapassa a 100 ppm. Tendo em vista que a Fonte da Bica de Itaparica está localizada em uma ilha e a nascente situada à cerca de 500 m da linha da praia, é necessário fazer comparações quanto a contaminação da pluma de água doce pela água salgada.

A relação dos teores de  $\text{Cl}^-$  e dos isótopos de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta\text{D}$  (Figura 4), 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. A Figura 5, diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\delta^{18}\text{O}$ , demonstra que o fenômeno principal das águas de Itaparica é a evaporação e que a interação com as rochas na sua variação vertical é bastante reduzida.

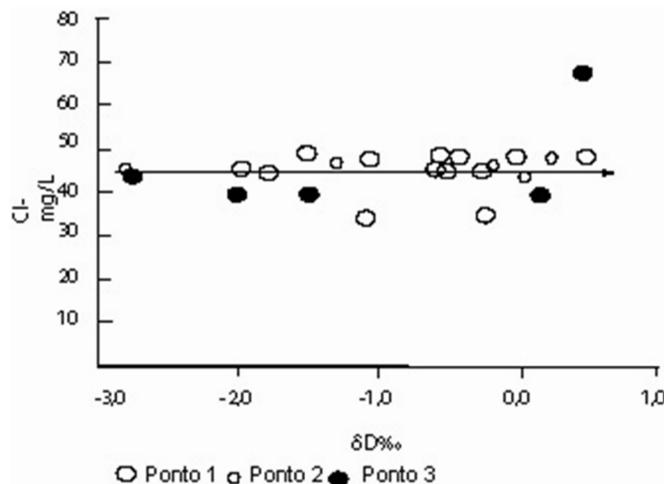
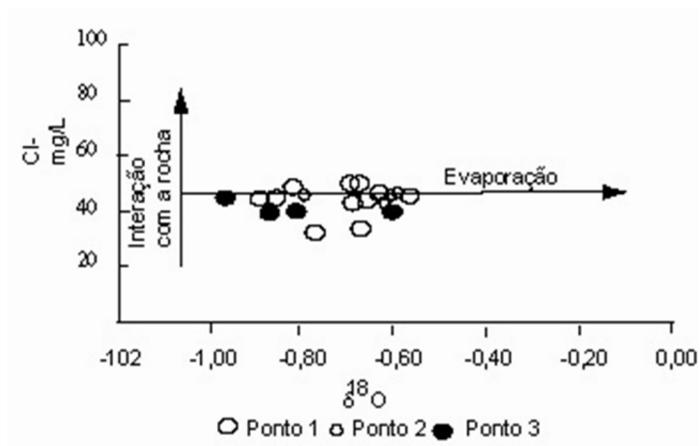
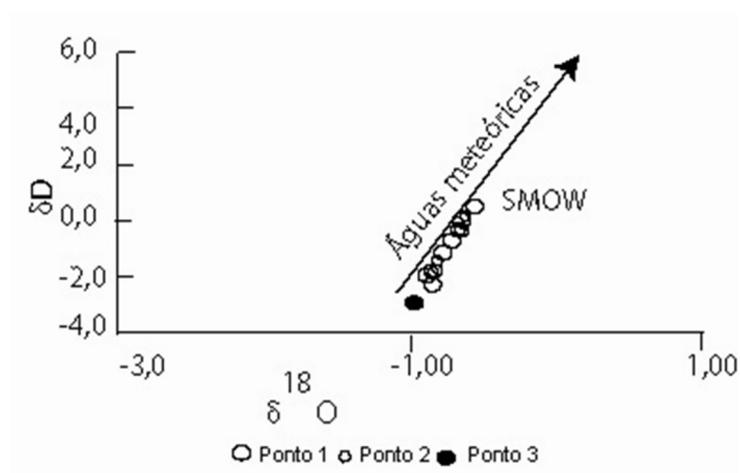


Figura 4 – Diagrama  $\text{Cl}^-$  versus  $\delta\text{D}$  dos pontos amostrados



**Figura 5** – Diagrama  $Cl^-$  versus  $\delta^{18}O$  dos pontos amostrados

O diagrama que relaciona os isótopos de  $\delta^{18}O$  e  $\delta D$  está representado na Figura 6. Observa-se que os valores obtidos das águas de Itaparica estão alinhados sobre a reta das águas meteóricas, pontilhadas próximos ao sítio do SMOW.



**Figura 6** – Diagrama  $\delta D$  versus  $\delta^{18}O$  dos pontos amostrados

## 8 Discussões

Quanto à cor, odor e sabor das águas de Itaparica, tanto na Nascente, quanto na Fonte da Bica as águas são incolores. Apenas as águas das fontes próximas apresentam ligeiras tonalidades que podem ser atribuídas ao sistema de armazenamento em cacimbas, pois mesmo que hermeticamente lacradas, possuem a contaminação propiciada pelas paredes da construção do reservatório. Quanto ao sabor levemente amargo é atribuída a presença de  $\text{CO}_2$ , segundo (CARVALHO, 1995).

As temperaturas medidas das águas de Itaparica estão próximas a temperatura ambiente. Quanto aos valores calculados pelos geotermômetros de (ANORSSON et al., 1983), a partir do teor em sílica e da relação do Na/K valores médios de 4,9 e 7,2°C (TABELAS 5 e 6), respectivamente, sugerem que as temperaturas medidas não são função do conteúdo dos elementos químicos presente, mas sim provenientes das interações das águas nas áreas mais profundas do aquífero, a influência direta da temperatura ambiente, próxima a média anual da superfície, indicando um ciclo raso, inferior a 100m, como sugere (CUSTODIO; LLAMAS, 1983).

Os resultados dos valores de pH e do Eh mostram que as águas da Nascente e da Fonte da Bica são mais ácidas em comparação as águas próximas. De uma forma geral, o pH e o Eh são controlados pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes, o pH também é função do  $\text{CO}_2$  e da alcalinidade da água, (CARVALHO, 1995), a diferença entre o pH e o Eh da água de Itaparica e das fontes próximas pode ser atribuída a diferentes concentrações do  $\text{CO}_2$ , entre os locais de coleta. Por outro lado, como sugeriram (AGUIAR et al., 2006), o pH mais baixo também sugere uma contribuição mais rápida pelas chuvas na alimentação do aquífero. Estas observações são ratificadas pelas alcalinidades medidas.

A condutividade elétrica traduz os números do STD, as concentrações de íons e de argila nas águas da nascente e da Fonte da Bica são sempre inferiores a das águas próximas, caracterizando, de certa maneira, a tendência a superfiltração impostas a estas águas, durante a percolação no seio do aquífero portador.

As águas da Nascente e da Fonte da Bica são classificadas como cloretadas sódicas e as águas das fontes próximas são classificadas como bicarbonatadas sódicas e mistas, relacionadas diretamente com o pH mais básico medidos nas águas das fontes próximas além do teor de  $\text{CO}_2$ , que está presente nas águas da Nascente e da Fonte da Bica. Em sínteses a diferença da classificação das águas em cloretadas sódicas para as águas da Nascente e Fonte da Bica e bicarbonatadas para as águas periféricas é função direta com a maior basicidade do meio, como foi explicado por (NASCIMENTO; BARBOSA, 2005).

Os teores de F nas águas são baixos, inferiores ao limite de detecção do aparelho. Quanto à presença dos elementos Al, Na, Ca, K, Fe, Mn, Sr e Ba podem ser explicadas pela dissolução das argilas.

A Formação Barreiras é subdividida em quatro níveis: o nível inferior, nível intermediário “A”, nível intermediário “B” e nível superior, (PINHEIRO, 2000). O nível inferior é constituído de areia muito fina com grande quantidade de sedimentos argilosos, de coloração marrom clara e poucos vestígios de laterização evidentes na porção superior. Sobreposto a este, encontra-se o nível intermediário “A” constituído de areia muito fina, lamosa, apresentando aspecto mosqueado, e uma intensa laterização. Nesse nível a condutividade hidráulica é muito baixa, e devido ao alto teor de ferro tem comprometido a qualidade da água dos poços que entram em contato com o mesmo.

O nível intermediário B é composto de areia fina variegada de coloração cinza clara amarelada. O nível superior apresenta as mesmas características do nível intermediário B, mas intensamente laterizado, o que lhe confere uma cor avermelhada. Nessas camadas, a granulometria proporciona uma condutividade hidráulica mais favorável, porém, devido ao teor de ferro, pode causar o problema da “capa rosa”, uma fina lâmina avermelhada que flutua sobre a água do reservatório, explicando desta forma o conteúdo de Fe baixo e Mn alto nas águas estudadas.

O conteúdo de  $\text{Cl}^-$  pode ser explicada pelo alto movimento das águas no aquífero, a proximidade pelo mar e alimentação unicamente por águas meteóricas. Este ciclo intermitente causa o aumento gradativo dos teores destes elementos nas águas das zonas de alimentação para a zona de fluxo, como explica (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

Em relação ao  $\text{NO}_3^-$ , foi constatado valor elevado na Nascente e Fonte da Bica que, ao ser comparado a Resolução CONAMA 357, é definido como prejudicial à saúde humana.

Em comparação com a composição da água do mar, os teores de Mg mostram que existe um início de contaminação, sobretudo nos locais de amostragens do Condomínio Costa Oeste. Devido a proximidade deste poço com a linha de praia, o bombeamento intermitente das águas acumuladas, sem tempo suficiente para uma recarga normal e recomposição do cone de depressão do aquífero, começa a se perceber o aumento da concentração de certos elementos, como o Mg, e a relação  $r\text{Ca}/r\text{Mg}$  e  $r\text{Na}/r\text{Mg}$  se posicionarem nos limites da concentração das águas do mar (FAURE, 1998). Existe uma provável e preocupante invasão da pluma de água salgada sobre o aquífero de água doce.

Em comparação com as águas de Dias D’Ávila, os conteúdos dos elementos Na, Ca, Mn, Al, Si, Fe, Sr, Ba, Mg, K tem concentrações superiores nas águas de Itaparica, mais uma vez explicado pelo intenso e raso recarregamento do aquífero pelas águas superficiais.

Os isótopos de oxigênio e hidrogênio mostram que as águas de Itaparica se alinham seguindo o alinhamento das águas meteóricas, e apresentam concentrações iguais as águas superficiais SNOW.

Segundo o Código de Águas, uma água pode ser considerada mineral através de sua composição química, quando for encontrada predominante presença de um determinado elemento ou substância (§ 1º do artigo 35); e ao possuir comprovada ação medicamentosa (§ 2º do art. 1º).

Em relação aos coliformes totais, a água de Itaparica muda sua atual classificação, passando agora a ser relacionada às águas de Classe 2, por existência de coliformes termotolerantes e totais.

As continuidades dos estudos atualmente engendrados mostrarão se as águas de Itaparica ainda permanecerão na classificação de águas Minerais, devido exclusivamente as temperaturas medidas, que as classificam como água termal. No entanto as características aqui apresentadas e discutidas direcionam para outra interpretação. Quanto às águas dos poços e fontes adjacentes, deverão sofrer tratamento convencional para consumo humano.

## 9 Conclusões

A Ilha de Itaparica possui a característica peculiar de ser praticamente desprovida de importantes cursos d'água, rios ou riachos, apesar do balanço hídrico ser anualmente positivo e a taxa de armazenamento de água subterrânea apresentar sempre números de armazenamento superiores ao de evapotranspiração.

O substrato rochoso é constituído por sedimentos areno-argilosos, que é encimado pela muito porosa Formação Barreiras, e esta, por sua vez, sobre os folhelhos finos, impermeáveis da Formação Ilhas, em discordância basal.

Esta peculiar situação geológica propicia a exudação de água infiltrada, formando diversas fontes perenes, dentre as quais a mais importante e conhecida é a denominada Fonte da Bica, objeto deste estudo.

Além das exudações naturais, a discordância geológica que propicia a maior concentração de água é atingida pela construção de poços e cacimbas cavados e construídos para captação de água subterrânea. Assim, a água da Fonte da Bica foi, no passado, a grande alavancadora do desenvolvimento da comunidade de Itaparica, sendo classificada como água mineral e a cidade classificada como Estância Hidromineral, tendo nas décadas de 1960 e 1970 um grande fluxo turístico e veranistas. As águas foram classificadas, pelos critérios do DNPM, como Água Mineral Termal, devido a temperatura medida variando de 27 a 28°C.

As águas da Fonte da Bica apresentam pH ácido, em torno de 4,2; e sabor levemente picante, o que caracteriza a presença de CO<sub>2</sub>. Estes dois aspectos particulares, acrescidos com suas propriedades físicas de ser incolor, baixa turbidez, temperatura em torno de 28°C e baixa

concentração de íons, serviram para que a água de Itaparica tivesse o atributo de água mineral de mesa e popularmente medicinal.

Os dados desta pesquisa mostram que as águas da Nascente e Fonte da Bica de Itaparica são classificadas como cloretada sódica e as dos poços vizinhos, que se encontram próximos da mesma, como cálcicas, mistas e bicarbonatadas.

A concentração de  $\text{SiO}_2$  e a razão das concentrações de Na/K não estão em equilíbrio com as temperaturas medidas, sendo estas muito próximas às temperaturas superficiais sazonais.

Os dados isotópicos do hidrogênio e oxigênio indicam que não existe um grande tempo de recarga e armazenamento da água no aquífero, apresentando grande circulação da água no aquífero em valores próximos às águas meteóricas superficiais.

Quanto às águas dos poços, via de regra apresentam maior grau de contaminação do que as águas de exudação natural, como a da Fonte da Bica. Dados preliminares indicam que existe contaminação do aquífero subterrâneo pela pluma salina da água do mar. Este fato é bem observado no poço do Condomínio, onde reflete na química das águas o processo de contaminação pela água do mar, devido ao intenso bombeamento sem estudos do plano de recuperação do poço.

### **Quality of the water of Fonte da Bica, Itaparica, Bahia, NE of Brazil**

#### **Abstract**

The Itaparica mineral waters are classified as sodium chloride, present pH acid, lightly spiced flavor and  $\text{CO}_2$  presence. They are colorless, show low turbidity, temperature around  $28^\circ\text{C}$ , low concentration of ions, high  $\text{NO}_3$  and coliforms. The waters of the neighbor wells are classified as sodium chloride, mixing anions and bicarbonate, presented pH neutral. The temperatures calculated by  $\text{SiO}_2$  and Na/K concentration are not in accord with the measured temperatures. Isotopic data indicate that it does not exist great time of recharge and storage of the water-bearing one. The current quality does not allow more to include it as criteria of mineral waters.

#### **Keywords**

Itaparica. Fonte da Bica. Mineral waters. Water quality.

#### **Referências**

AGUIAR, P. F.; GOMES, D. F.; NOGUEIRA, S. R. P.; FREIRE, G. S. S.; PEREIRA, L. L. Hidroquímica e qualidade ambiental das águas dos aquíferos costeiros do município de Beberibe, Ceará, Brasil. **Revista de Geologia da UFC**, v. 19, n. 2, p. 241-251, 2006.

ARAUJO, A. R. **Estudo da qualidade das águas minerais envasadas na região de Dias D'Ávila e adjacências**. Memorial de Especialização – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003. 110 p.



ARNÓRSSON, S.; GUNNLAUGSSON, E. The chemistry of geothermal waters in Iceland : III : geothermometry in geothermal investigations. **Geochim. Cosmochim. Acta**, v. 47, p. 567-577, 1983.

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

\_\_\_\_\_; PONTE, F. C. The Brazilian Marginal Basins. In: NAIRN, A.E.M.; Stehli, F. G. (Ed.). **The ocean basins and margins, The South Atlantic**. 1973. New York: Plenum Press, 1973. v. 1, p. 87-133.

BAHIA. Governo do Estado da Bahia. Secretaria de Infra-Estrutura. Superintendência de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-BA)**: relatório final. 2003. Salvador, 2003. 1 CD-ROM.

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

\_\_\_\_\_; CIDU, R.; FANFANI, L.; PITSCH, H.; BEAUCAIRE, C.; ZUDDAS, P. Environmental impact of uranium mining and ore processing in the Lagoa Real District, Bahia, Brazil. **Environ. Sci. Technol.**, v. 39, p. 8646-8652, 2005.

[CPTEC] CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Disponível em: <[www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)>. Acesso em: 5 maio 2008.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. 2. ed. Barcelona: Omega, 1983. v. 2.

FAURE, G. **Principles and applications of geochemistry**. New Jersey: Prentice Hall, 1998. ISBN 002336450-5.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. Fortaleza: REFO, 1997. 389 p.

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

NASCIMENTO, S. A. M.; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, bacia do rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, p. 543-550, 2005.

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

PINHEIRO, R. D. **Relatório de graduação**. Universidade Federal do Ceará, 2000. 106 p.

PIPER, A. M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. **Transactions American Geophysical Union**, v. 25, p. 914-923, 1944.

### **Agradecimento**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento do Projeto N° 472088/2006-8, cujos recursos permitiram a execução da dissertação de mestrado de Moema Carvalho e a elaboração deste artigo.

### **Correspondência**

**MOEMA SOBRINHO DE CARVALHO**  
**Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia**  
**Curso de Pós-graduação em Geologia**  
**Rua Barão de Jeremoabo, s/n - Ondina**  
**40170-115 - Salvador- BA**  
**Fone: (71) 3283-8579**

*Recebido em 24.04.2009*

*Aprovado em 01.02.2010*

