

# INVESTIGAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DAS FONTES NATURAIS DA CIDADE DE SALVADOR

## INVESTIGATION OF THE NATURAL SPRINGS WATER QUALITY OF THE MUNICIPALITY OF SALVADOR

Aucimaia de Oliveira Tourinho<sup>1</sup>, Magda Beretta<sup>2</sup>

**RESUMO** Este trabalho teve como objetivo caracterizar a situação atual das fontes de águas subterrâneas da cidade do Salvador, em relação a parâmetros físico-químicos, bacteriológico, compostos orgânicos voláteis e metais pesados, além da identificação dos usos atuais. As campanhas foram realizadas nos meses de julho de 2005 e abril de 2007. Do total de 52 fontes catalogadas, foi possível realizar coleta de água em 22 fontes, as quais foram georreferenciadas, além da caracterização do conjunto arquitetônico das mesmas. Foram realizadas entrevistas junto à comunidade para identificação dos usos da água de cada fonte. Dentre os 40 parâmetros analisados, preocupam os elevados teores de nitrato e os coliformes termotolerantes quantificados em várias fontes, que estavam em concentração acima da permitida para fins de potabilidade em 54,5% e 90,9% respectivamente. Como o nitrato está associado a efeitos adversos à saúde, é preciso um alerta em relação aos possíveis problemas aos quais os usuários se expõem. Quanto às estruturas arquitetônicas construídas para proteção destas fontes públicas, embora tenham elevado valor histórico, a maioria está sofrendo um processo de abandono e degradação física.

Palavras-chaves: qualidade água, fontes, Salvador

**ABSTRACT** This study aimed to characterize the current status of groundwater sources in the city of Salvador, in relation to the following parameters: physicochemical, bacteriological, volatile organic compounds and heavy metals; besides identifying the ground water current uses. The campaigns were conducted in July 2005 and April 2007. From the total 52 sources cataloged, it was possible to collect water in 22 sources only, which were georeferenced, and had its architectural structure characterized. Interviews were conducted with the community to identify the water uses for each source. Among the 40 parameters analyzed, the high levels of nitrate and fecal coliforms quantified in various sources are of concern, because the concentrations were above allowable values for drinking purposes in 54.5% and 90.9%, respectively. Once nitrate is associated with adverse health effects, it is necessary to alert the users about the potential problems they are exposed. As for the architectural structures built to protect these public sources, although they have high historical value, most are undergoing a process of abandonment and physical degradation.

Keywords: water quality, springs, Salvador

### INTRODUÇÃO

Salvador é a cidade das fontes d'água. Bochicchio (2003) afirma que Thomé de Souza não pensou duas vezes quando achou o porto ideal para fundação da cidade, pois na escolha do local, o problema da água teria forçosamente que ser considerado. Azevedo (1969) e Falcão, (1949) relatam que o rei recomendou a Tomé de Souza circunstâncias de ressalva para instalação da cidade de Salvador: "... espero que este seja e deve ser em sítio sadio e de bons ares, e que tenha abastança de águas, e porto em que bem possam amarrar os navios e vararem-se quando cumprir, porque todas estas qualidades ou as mais delas puderem ser, cumpre que tenha dita fortaleza e povoação".

Os mananciais existentes ao longo das praias e nas encostas de Salvador foram responsáveis pelo abastecimento de toda a população no período da instalação da cidade (1549), e de acordo com Carneiro (1993), havia aproximadamente 150 fontes e 16 chafarizes.

Dos tempos de Tomé de Souza aos dias atuais, a valorização das fontes foi minimizada e o recurso natural vem se degradando ao longo do tempo sem que ação

de prevenção e/ou recuperação venha sendo praticada.

Gerenciar os recursos naturais disponíveis no ambiente constitui-se num grande desafio para as sociedades organizadas, e no caso da água a tarefa torna-se mais complexa, levando-se em consideração que é um recurso escasso e cada dia mais fragilizado na relação com a sociedade.

As características físico-químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenadas e com os produtos das atividades humanas, seja em áreas urbanas, industrializadas ou rurais. Esta relação é, em particular, marcante onde predominam os aquíferos do tipo fissural, passíveis de serem facilmente influenciados pelas atividades humanas (Drever,1997).

A poluição das águas subterrâneas é geralmente difícil de detectar e de monitoramento dispendioso e prolongado. Na maioria das vezes, a contaminação só é descoberta no momento em que substâncias nocivas aparecem nos reservatórios de água potável e quando a poluição já se espalhou em uma grande área. A despoluição da água subterrânea é particularmente demorada e

<sup>1</sup> UFBA - Universidade Federal da Bahia (aucimaia@ufba.br)

<sup>2</sup> UFBA - Universidade Federal da Bahia (mberetta@ufba.br)

cara, e necessita de sofisticadas tecnologias (DRM, 2001).

Abordar este tema para Salvador não é uma tarefa fácil, pois a cidade não tem conhecimento oficial e regular das condições físico-químicas e bacteriológicas de suas águas subterrâneas, e além disso, vem registrando, nas últimas décadas, um significativo crescimento populacional, que tem atingido diretamente os recursos naturais, como os rios, lagos, fontes e conseqüentemente, as águas subterrâneas. Pouco se tem escrito sobre a existência das fontes em Salvador, o que se desenvolveu foram algumas lendas a respeito delas devido à escassez de registro histórico e bibliográfico. Sabe-se, porém, que conservar as fontes resgata o passado, transmite idéias, valores e representa-se um período.

Esta pesquisa caracterizou a qualidade química da água subterrânea, por meio da análise das águas de fontes urbanas, avaliando 40 parâmetros, sendo 23 compostos orgânicos, 11 físicos-químicos e bacteriológicos e 6 metais. Outros trabalhos realizados ficaram restritos aos seguintes parâmetros: Azevedo (1991) ao pH, Lima (2005) ao pH e OD, e Guerra e Nascimento (1999) aos parâmetros pH, OD, Cl, Fe, turbidez e coliformes.

#### **ASPECTOS FÍSICOS NATURAIS**

A cidade inicialmente se instalou sobre um planalto, protegida de um lado por vales profundos e do outro por uma escarpa. A história geológica antiga, que provavelmente começou no arqueano/paleoproterozóico e foi até meados do cenozóico, marca profundamente o sítio de Salvador.

A caracterização físico-química das águas subterrâneas no seu estado natural, sem a interferência de fatores antrópicos, está diretamente subordinada às condições geológicas, litológicas e climáticas reinantes em cada região (Nascimento, 2002).

De modo geral, a cidade de Salvador é caracterizada por rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino parcialmente recobertas pelos sedimentos cretáceos, da Formação Barreiras, que repousa discordantemente sobre rochas cristalinas (Santos, 2003).

O substrato rochoso é formado por rochas metamórficas e ígneas recobertas por sedimentos recentes de siltes e argila. Essas rochas se alteram profundamente formando a enorme massa de material que encobre as encostas.

Na cidade de Salvador os aquíferos em grande parte são rasos e de elevada vulnerabilidade, e são, em sua grande maioria, provenientes das águas que drenam as terras do município (Guerra e Nascimento, 1999). De acordo com Azevedo (1991) as fontes surgem da água contida na porosidade das rochas.

Os aspectos físicos naturais são propiciadores da qualidade da água e determinantes no surgimento das fontes na cidade de Salvador, principalmente no que diz respeito à geologia e hidrogeologia.

#### **METODOLOGIA**

O procedimento metodológico constituiu de duas etapas: (i) levantamento documental e bibliográfico, em fontes secundárias: livros antigos, jornais, monografias e dissertações. (ii) trabalho de campo realizado em três campanhas. O Quadro 1 apresenta informações relativas aos parâmetros analisados e laboratórios responsáveis pelas determinações.

No levantamento da primeira etapa, foram catalogadas 52 fontes; 33 foram visitadas e 22 selecionadas para as coletas de água para análise (Quadro 2). A Figura 1 apresenta a localização das fontes catalogadas.

No levantamento inicial foi observado que algumas já não existiam e outras estavam entupidas ou danificadas, priorizaram-se assim as fontes com vazão de água ao longo do ano ou com algum tipo de uso. As amostragens foram realizadas no período de 07/07/2005 a 19/04/2007, seguindo as recomendações das normas que disciplinam a matéria - APHA (Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater, 2005).

Durante as campanhas foram realizadas entrevistas com a população local, aplicado questionário, determinadas as coordenadas geográficas com GPS e observados "in loco" as condições e os usos atuais. Por meio das respostas foi possível verificar os usos da água, tempo e frequência de utilização da fonte, comportamento da vazão durante o ano e se foi notado período de escassez.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### **Análises físico-químicas**

Tradicionalmente, a qualidade da água tem sido avaliada e monitorada através da análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Considerando a preocupação com a qualidade da água utilizada, e em destaque a qualidade da água das fontes naturais deste trabalho, é recomendável que sejam obrigatoriamente monitorizados parâmetros relacionados com fontes de poluição. Os coliformes termotolerantes, independente das condições do local a ser amostrado, devem ser monitorizados, uma vez que estão diretamente relacionados ao uso prioritário da água, que é o abastecimento humano, situação da maioria das fontes analisadas.

Em campo foi verificado que as fontes apresentavam grande diferença nas vazões, umas utilizavam uma bica, algumas até seis bicas, enquanto outras apenas gotejavam. Os usos identificados em ordem decrescente de frequência são: lavagem de carro e roupas, consumo humano e banhos.

Nesta pesquisa, em função dos usos identificados, os valores encontrados foram comparados com o padrão exigido pela Resolução Conama 274 (Brasil, 2000), Conama 357 (Brasil, 2005), Conama 396 (Brasil, 2008), e pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004).

Os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos estão apresentados na Tabela 1, e a Tabela 2 mostra os resultados de Azevedo

Quadro 1. Parâmetros e número de fontes em cada campanha. Entre parênteses estão os Limites de Quantificação.

1ª. Campanha Junho 2005	2ª. Campanha Abril 2007	3ª. Campanha Abril 2007
<b>PARÂMETROS</b>		
Físico-químicos e Bacteriológicos	Compostos Orgânicos Voláteis	Metais pesados
LABDEA/ Escola Politécnica / UFBA	LAQUAM / Instituto de Química/ UFBA	Laboratório do SENAI/CETIND
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cor,</li> <li>• pH,</li> <li>• Cloreto,</li> <li>• DQO,</li> <li>• DBO,</li> <li>• N nitrato,</li> <li>• OD,</li> <li>• Turbidez,</li> <li>• Ferro Total</li> <li>• Fósforo Total</li> <li>• Coliformes termotolerantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,1 Dicloroetano (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Diclorometano (&lt; 5µg/L)</li> <li>• Dissulfeto de Carbono (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• 1,2 Dicloroetano (trans) (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• 1,1 Dicloroetano (&lt;0,1µg/L)</li> <li>• 1,2 Dicloroetano (Cis) (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Clorofórmio (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• 1,1,1 Tricloroetano (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• 1,2 Dicloroetano (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Benzeno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Tetracloroeto, de Carbono (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Tricloroetileno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Bromodiclorometano (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Tolueno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• 1,1,2 –Tricloroetano (&lt;0,1µg/L)</li> <li>• Dibromoclorometano (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Tetracloroetileno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Monoclorobenzeno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Etilbenzeno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• (m+p) – Xilenos (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Estireno (&lt;0,5µg/L)</li> <li>• O-Xileno (&lt;0,2µg/L)</li> <li>• Bromofórmio (&lt;0,2µg/L)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cádmio Total (0,0005mg/L)</li> <li>• Mercúrio Total (0,0002mg/L)</li> <li>• Chumbo Total (0,003mg/L)</li> <li>• Arsênio Total (0,002mg/L)</li> <li>• Níquel Total (0,007mg/L)</li> <li>• Cromo Total (0,00002mg/L)</li> </ul>
22 fontes	16 fontes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonte do Gueto</li> <li>• Fonte das Pedreiras</li> <li>• Fonte da Estica</li> <li>• Fonte da Bica</li> <li>• Fonte do Gravató</li> </ul>

Quadro 2. Pontos de amostragem e coordenadas em UTM

ID	Fonte	Coordenadas (UTM)	
4	Graça	551460.95	8563305.67
7	Conj Bahia	556181.11	8568236.50
10	Bica	557097.65	8570385.32
11	Nova	554116.93	8565359.46
13	Pedreiras	555506.11	8567050.65
16	Pedras	553939.02	8565401.04
17	Davi	555612.26	8564046.05
18	Biologia	553357.02	8562762.50
19	Sta Luzia	553362.33	8566368.49
22	Buraquinho	552827.07	8571276.91
24	Chega Nego	553810.53	8561651.09
26	Dique Tororó	553415.54	8564608.85
28	Gueto	556319.02	8563360.95
33	Queimado	554524.25	8567727.11
37	Perdões	554086.41	8566860.79
39	Estica	555113.64	8568839.32
42	Gravató	553255.31	8565371.41
44	Preguiça	552369.52	8565130.69
46	Sto A. Cabula	557954.11	8567464.01

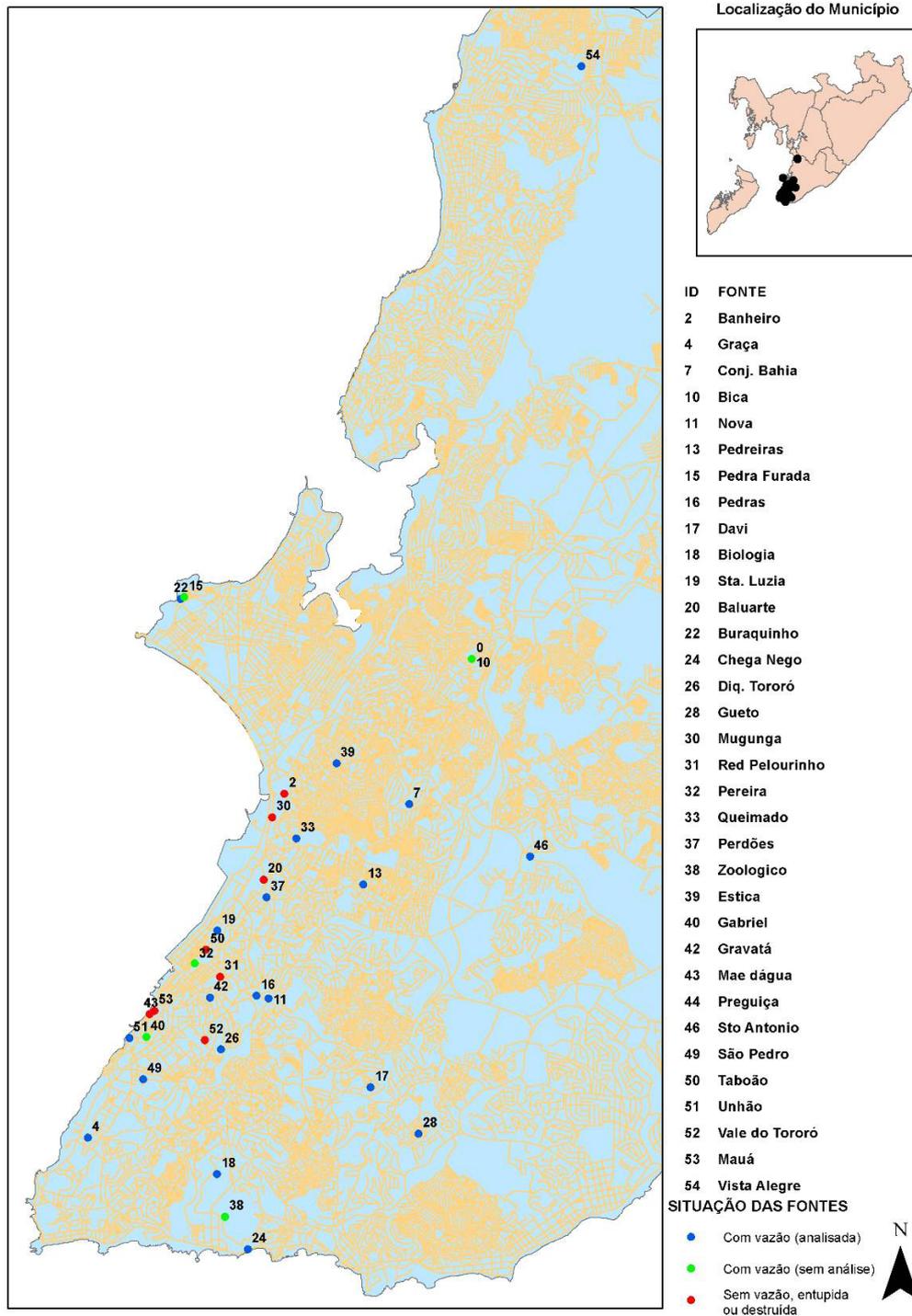


Figura 1. Distribuição espacial dos pontos de amostragem. Tourinho, 2008, adaptado de CONDER, 2003.

(1991), Guerra e Nascimento (1999), Nascimento (2002) e Lima *et al.* (2003) destacando os valores fora dos padrões conforme Resolução Conama 357/05 (Brasil, 2005) e Portaria 518/04 (Brasil, 2004). A pesquisa de Guerra e Nascimento (1999) contemplou as fontes do Conjunto Bahia, Pedreiras, Queimado e Santo Antonio do Cabula e a do trabalho de Nascimento (2002) contemplou as fontes do Gueto, Dique do Tororó e Biologia.

A Tabela 1 mostra que os valores de pH de oito das 22 fontes analisadas estão abaixo do limite inferior definido na Resolução Conama 357/05 (Brasil, 2005) para água doce classe 1, segundo a qual o pH deverá estar entre 6,0 a 9,0; a presença de matéria orgânica pode ser a responsável para valores de pH baixos.

Tabela 1. Parâmetros físicoquímicos e bacteriológicos em amostras de fontes em Salvador.

Fontes	Cloreto mg/L	Cor UH	DBO mg/L	DQO mg/L	Ferro T. mg/L	Fósforo T. mg/L	N. Nitrato mg/L	OD mg/L	pH	Turbidez UNT	Coliformes Termo UFC/100mL
Bica	87,40	<5	<2	32,0	<0,01	-	19,0	1,5	5,64	1,01	08
Vista Alegre de Baixo	42,20	<5	1,12	15,2	<0,01	<0,01	8,20	10,3	5,97	1,79	<01
Biologia	41,70	30	5,60	19,0	3,64	0,08	0,04	0,95	7,31	44,20	500
Buraquinho	91,40	<5	1,00	19,0	<0,01	<0,01	5,20	7,30	5,84	1,24	<01
Catarina ou Graça	141,00	10	2	18,0	0,53	<0,01	8,55	1,99	6,49	7,11	930
Chega Nego	234,00	<5	2,75	22,9	1,62	<0,01	4,14	16,6	7,14	120,0	10
Conjunto Bahia	64,60	<5	<2	28,0	<0,01	--	14,2	3,59	5,12	0,96	<01
Davi	71,50	<5	<2	16,0	<0,01		13,5	4,26	6,20	1,23	46
Dique Tororó ou do Barril	61,50	<5	<2	11,0	0,10	<0,01	16,6	2,69	5,72	1,67	120
Estica	76,50	<5	1,00	15,2	<0,01	<0,01	19,5	6,95	5,90	1,18	03
Gravatá	64,60	<5	<2	<10	<0,01	<0,01	13,8	5,55	6,78	1,03	280
Gueto	56,60	<5	<2	32,0	<0,01	-	14,2	1,79	5,61	1,99	14.500,00
Nova	55,60	<5	<2	<10	<0,01	<0,01	5,96	7,54	7,19	0,85	02
Pedras	53,70	<5	<2	<10	<0,01	14,6	3,61	3,61	6,08	1,60	49
Pedreira ou Preguiça	68,60	<5	<2	<10	<0,01	<0,01	14,2	6,84	6,35	0,83	48
Pedreiras	64,10	<5	<2	24,0	<0,01		16,0	1,51	5,17	1,00	<01
Perdões ou Sto Antonio	55,40	<5	2,5	28,8	0,25	<0,01	13,7	4,86	6,72	3,40	7400
Queimado	49,50	<5	2	28,8	0,01	0,04	13,5	3,72	6,16	0,30	30
São Pedro	46,70	<5	<2	<10	<0,01	<0,01	4,2	6,09	6,28	1,53	40
Santa Luzia	158,00	<5	<2	15,0	<0,01	0,06	9,6	6,46	7,45	1,08	5
Santo Antonio do Cabula	38,70	<5	<2	12,0	<0,01	-	6,40	3,23	5,20	2,45	05
Unhão	52,70	<5	<2	<10	<0,01	<0,01	14,5	7,60	7,40	0,87	1400
Limite											
Conama 396/08	<250	-	-	-	<0,3	-	<10	-	-	-	Ausência
Conama 274/00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<250
Portaria MS518/04	<250	15	-	-	0,3	-	<10	-	-	5 UT	Ausência
Conama 357/05	<250	<15	<3	-	<0,3	<0,02	<10	>6	6 - 9	40UNT	-

Valores em desconformidade com o permitido

Na pesquisa de Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002), as sete fontes analisadas também apresentaram níveis de pH abaixo do limite aceitável. Nos dados de Azevedo (1991) o pH das fontes Nova, Chega Nego e São Pedro estava mais baixo do que os encontrados neste estudo. Já os resultados encontrados por Lima *et al* (2003) foram semelhantes aos deste trabalho (Tabela 2).

Observando os resultados encontrados para OD (Tabela 1) vê-se que a maioria está acima do limite da Resolução Conama 357/05 para classe 1 (6 mgL<sup>-1</sup>). Somente 18%, ou seja, 8 fontes têm valores de OD atendendo esta resolução.

Os valores baixos de OD nas fontes de Biologia, Graça, Dique do Tororó, Pedras, Perdões ou Sto Antonio, e Unhão podem ser devido ao tipo de coleta, que foi realizada em águas estagnadas. Outro fator que pode ter influenciado valores baixos de OD pode ter sido que algumas amostragens foram realizadas em horário de incidência solar forte, o que deve ter provocado uma diminuição da solubilidade do oxigênio.

Todos os resultados encontrados por Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002) estão abaixo do limite aceitável (Portaria 518/04), resultados semelhantes ao desta pesquisa para a fonte de Biologia. Quanto aos dados de Lima *et al.* (2003) 91% estavam abaixo deste limite.

Os valores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) não tem limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05 e nem pela Portaria 518/04. Os resultados encontrados mostraram que em 6 pontos os níveis estavam abaixo do limite de detecção do método utilizado, e que nos demais 16 pontos, os valores estavam no intervalo de 15,0 mgL<sup>-1</sup>a 25 mgL<sup>-1</sup>, sendo os maiores valores encontrados nas fontes do Gueto e da Bica com 32,0 mgL<sup>-1</sup>em cada uma delas.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) que é uma medida empírica da qualidade de oxigênio consumido por microorganismos na decomposição da matéria orgânica presente na água, em sistemas aquáticos não poluídos têm valores de até 2,0 mgL<sup>-1</sup>, enquanto aqueles sujeitos a grandes cargas de matéria orgânica podem apresentar valores superiores a 10 mgL<sup>-1</sup> (Hermes e Silva, 2004).

A Resolução Conama 357/05 recomenda que, para classe 1, deverá ser menor ou igual 3 mg/L. Em 22 fontes pesquisadas, 64%, não tiveram DBO detectado pelo método utilizado e dos oito pontos detectados, apenas um (Biologia) estava acima do limite. Nesta fonte o valor era muito superior ao estabelecido, e assim junto com outros parâmetros, confirma-se o estado de degradação das águas.

A turbidez tem importância *sanitária*, afetando a filtrabilidade e dificultando a desinfecção, e *ecológica*, reduzindo a zona eufótica e aumentando a tensão superficial. (Piveli, 2006). Sua origem natural provém de partículas de rocha, argila e silte ou algas e outros microorganismos. Além da ocorrência de origem natural a turbidez pode também ser causada por lançamento de esgotos domésticos e industriais. A Resolução Conama 357/05 recomenda que, para a classe

1, a água deverá ter até 40 Unidades Nefelométrica de Turbidez (UNT), e a Portaria 518/04 indica, mais restritivamente, que deverá ter até 5 Unidade de Turbidez (UNT). Observa-se que a maioria dos resultados (Tabela 1) está de acordo com os valores exigidos pelas duas legislações, situação que é confirmada em campo pelas transparências das águas. Duas fontes, Biologia (44,2 UNT) e Chega Nego (120,0 UNT), estão fora dos padrões da Resolução Conama 357/2005 (Brasil, 2005) e três fontes da Portaria 518/04 (Brasil,2004).

Os resultados encontrados por Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002), mostram todos os valores de acordo para a classe 1 da Resolução Conama 357/05 (Brasil,2005), mas 3 estão em desconformidade com a Portaria 518/04 (Brasil,2004). O valor mais elevado foi da fonte da Biologia, contudo não atinge o limite estabelecido pela Resolução Conama 357/05, mas ultrapassa ao da Portaria 518 do Ministério da Saúde.

A Resolução Conama 357/05 não determina limite máximo de cor para a Classe 1, indica somente que o corpo de água deverá ter cor natural. De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permissível para potabilidade é de 15 mg Pt-Co/L. Em vinte pontos, as concentrações encontradas foram menores que o limite de detecção do método - 5 pt-Co/L. Somente a Fonte da Biologia apresentou valor deste parâmetro, 30 pt-Co/L, em desconformidade com a Portaria 518/04, lembrando que a amostra foi coletada em sua bacia de recolhimento, o que favoreceu o valor elevado. Mesmo estando no limite aceitável, a fonte da Graça apresentou valor considerado alto, 10,0 pt-Co/L. O estudo de Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002) encontrou 912,5 pt-Co/L para a fonte de Biologia.

Os teores de cloreto encontrados nas fontes investigadas estão dentro dos limites das Resoluções Conama 396/08 e 357/05 que é de 250 mg L<sup>-1</sup>. A fonte do Chega Nego apresentou o maior teor (234 mg L<sup>-1</sup>) e 86% dos pontos de amostragem tinham entre 40 mgL<sup>-1</sup> e 100 mgL<sup>-1</sup>, configurando boas condições com relação a este parâmetro.

Os resultados encontrados por Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002) estão muito abaixo de 250 mgL<sup>-1</sup>; que é limite definido na Resolução Conama 357/05 para Classe 1 e pela Portaria 518/04.

Segundo Resende (2002) do ponto de vista de saúde, o enriquecimento da água em fósforo não traz maiores problemas, já que se trata de um elemento requerido, em geral, em elevadas quantidades pelos animais em geral. Entretanto, este enriquecimento pode trazer sérios problemas em termos de desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos, devido ao processo de eutrofização, que consiste na proliferação exagerada de algas e plantas aquáticas.

Os teores de fósforo encontrados nesta pesquisa, em 4 pontos de amostragem (Fontes da Biologia, Pedras, Queimado e Santa Luzia) estavam acima do limite estabelecido na Resolução Conama 357/05 que é de

0,02 mgL<sup>-1</sup>, sendo que nos demais os valores estavam abaixo do limite de detecção pelo método (<0,01 mgL<sup>-1</sup>).

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas, sendo o último estágio da oxidação da matéria orgânica. Concentrações superiores a 5 mgL<sup>-1</sup> demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a fonte principal de nitrato, em regiões sem influência agrícola é despejos humanos e dejetos animais. Conforme Resende (2002) da mesma forma que ocorre para o fósforo, o enriquecimento excessivo de águas superficiais em nitrato leva à eutrofização dos mananciais. O nitrito e o nitrato estão associados a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas de potencial carcinogênico (Alaburda e Nishihara, 1998).

Das 22 fontes pesquisadas, 55% apresentaram valores para nitrato acima do limite estabelecido pela Resolução Conama 396/08, Resolução Conama 357/05 para classe 1, pela Portaria 518/04, e pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), que para consumo humano não deve exceder 10 mg de N-NO<sub>3</sub>/L. Valores mais críticos foram encontrados nas fontes: Estica (19,5 mgL<sup>-1</sup>), Bica (19,0

mgL<sup>-1</sup>), Dique do Tororó (16,6 mgL<sup>-1</sup>) e Pedreiras (16,0 mgL<sup>-1</sup>). Na análise realizada por Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002) (Tabela 2) das três fontes analisadas em 2002 duas excederam o limite, a fonte do Gueto e a do Tororó.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2009), o ferro, apesar de não ser tóxico, traz problemas para o abastecimento público de água; confere cor e sabor à água, provoca manchas em roupas e utensílios sanitários e se deposita em canalizações. O desenvolvimento de ferro-bactéria provoca contaminação biológica da água na rede de distribuição. Por isso, o ferro tem padrão de potabilidade estabelecido com máximo permitido de 0,3 mgL<sup>-1</sup> pela Portaria 518/04, Resolução Conama 396/08 e Resolução Conama 357/05.

A maioria dos valores encontrados está abaixo do destas legislações; em 16 amostras o Fe não foi detectado, das 5 amostras com valor quantificável 3 estavam acima do limite legislado: Biologia (3,64 mgL<sup>-1</sup>), Chega Nego (1,62 mgL<sup>-1</sup>)L e Graça (0,53 mgL<sup>-1</sup>). Nascimento (2002) encontrou o maior valor na fonte da Biologia 1,7 mgL<sup>-1</sup> (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas de pH, OD e turbidez dos trabalhos de Azevedo (1991), Guerra e Nascimento (1999 e 2002), Lima *et al* (2003) apud Lima (2005) e desta pesquisa.

Parâmetros Autores	pH				OD (mg/L)			Turbidez (mg/L)	
	1	2	3	4	2	3	4	2	4
Ano da coleta	1991	1999 2002	2003	2006 2007	1999 2002	2003	2006 2007	1999 2002	2006 2007
Limite	6 - 9				> 6			< 40	
Fontes									
Biologia	-	5,8	-	7,3	0,6	-	0,9	9,3	44,20
Catarina ou Graça	6,0	-	6,0	6,5	-	1,8	2,0		
Chega Nego	5,9	-	6,4	7,1	-	4,4	16,6		
Conjunto Bahia	-	4,6	4,9	5,1	3,6	3,0	3,6	0,2	0,96
Dique do Tororó	-	5,4	-	5,7	3,1	-	2,7	0,3	1,67
Estica	5,3	-	-	5,9	-	-	-		
Gravatá	6,3	-	-	6,8	-	-	-		
Gueto	-	5,6	5,3	5,6	1,7	1,5	1,8	0,2	1,99
Nova	5,9	-	5,8	7,2	-	2,5	7,5		
Pedreiras	-	5,3	5,4	5,2	-	2,5	1,5	0,2	1,00
Pedreira /Preguiça	-	-	6,3	6,3	-	4,3	6,8		
Perdões	-	-	6,5	6,7	-	1,5	4,9		
Queimado	6,0	5,7	-	6,2	2,0	-	3,7	1,3	0,30
Santa Luzia	8,1	-	7,8	7,4	-	18	6,5		
Sto Antonio Cabula	-	4,8	5,0	5,2	4,2	4,0	3,2	1,1	2,45
São Pedro	5,8	-	5,9	6,3	-	2,7	6,1		

1 - Azevedo, (1991).

\*Totais \*\* Termotolerantes.

2 - Guerra e Nascimento, (1999) e Nascimento (2002).

3 - Lima *et al*, (2003) apud Lima (2005).

4 - pesquisa atual.

Tabela 2. (continuação) Medidas de pH, OD e turbidez dos trabalhos de Azevedo (1991), Guerra e Nascimento (1999 e 2002), Lima *et al* (2003) apud Lima (2005) e desta pesquisa.

Parâmetros	Cloreto (mg/L)		Ferro(mg/L)		Coliformes Col/100ml	
	2	4	2	4	2	4
Autores	2	4	2	4	2	4
Ano da coleta	1999 2002	2006 2007	1999 2002	2006 2007	1999 2002	2006 2007
Limite	<250		<0,30		Ausência	
Fontes						
Biologia	49,1	41,7	1,7	3,64	20.000,0*	500,0**
Catarina ou Graça						
Chega Nego						
Conjunto Bahia	64,0	64,6	0,04	<0,01		
Dique do Tororó	60,4	61,5	0,04	0,1	2.000,0*	120,0**
Estica						
Gravatá						
Gueto	57,7	56,6	0,02	<0,01	20.000,0*	
Nova						
Pedreiras	54,0	64,1	0,35	<0,01		
Pedreira /Preguiça						
Perdões						
Queimado	55,0	49,5	0,09	0,01		
Santa Luzia						
Sto Antonio Cabula	50,0	38,7	0,04	<0,01		
São Pedro						

1 – Azevedo, (1991).

\*Totais \*\* Termotolerantes.

2 - Guerra e Nascimento, (1999) e Nascimento (2002).

3 - Lima *et al*, (2003) apud Lima (2005).

4 - pesquisa atual.

Os coliformes termotolerantes são bactérias que residem no intestino de animais de sangue quente e são eliminadas pelas fezes do homem e de animais, em média 50 milhões por grama. Esgoto doméstico bruto, geralmente contém mais de 3 milhões de coliformes por 100 mL. As bactérias e vírus patogênicos causadores de doenças ao homem se originam de descargas fecais de pessoas contaminadas, logo, a água contaminada por poluição fecal é identificada como sendo potencialmente perigosa pela presença de coliformes (Hammer *apud* Macêdo, 2000).

A Resolução Conama nº 274 (Brasil,2000), define no Art. 2º que as águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias imprópria e própria, e dentro desta última foi estabelecida a seguinte classificação: excelente, muito boa e satisfatória, conforme a presença de indicador biológico (coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, enterococos). A partir deste critério a maioria das fontes é apropriada para banho; (17) dezessete são excelente, uma é muito boa, uma é satisfatória e três fontes não são aptas para balneabilidade,: a do Gueto (14.500 UFC/100mL), a dos Perdões (7.400 UFC/100mL) e a da Unhão (1.400 UFC/100mL).

Para consumo humano, os valores foram comparados com os valores máximos da Portaria 518/04, e constatou-se que a qualidade da maioria não está adequada: das 22 analisadas 18 apresentaram bactérias. As fontes, que tinham menos de 01 UFC/100 mL, foram do Buraquinho, Nova, Pedreiras, Conj. Bahia e Vista Alegre de Baixo

Semelhantes resultados foram encontrados por Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002), também as fontes do Gueto e de Biologia apresentaram valores elevados, com 20.000 UFC/100mL de coliformes totais cada uma delas e Dique do Tororó com 2.000,00 UFC/100mL.

Alguns COVs são prejudiciais ao meio ambiente direta e indiretamente. As fontes destes compostos em águas subterrâneas são várias, cabendo destacar nas cidades as instalações de Postos de Gasolina, efluentes de oficinas mecânicas, e derrames de cargas perigosas. Não é esperado detectar estes compostos neste compartimento ambiental. Dos resultados encontrados para os 26 COVs analisados em 16 fontes, somente a amostra da Fonte do Gueto apresentou valor (5,0 µg/L<sup>-1</sup>) maior do que o limite de quantificação do método para o clorofórmio. **Portanto, 99,9% mostraram valores de acordo com a Resolução Conama 357/05 e a Portaria**

518/04. A concentração do clorofórmio na Fonte do Gueto, de  $5,0 \mu\text{gL}^{-1}$ , não a torna inadequada para consumo humano (Brasil, 2004), mas não se descarta a possibilidade de ter havido contaminação na amostragem ou no laboratório.

Os metais pesados apresentam efeitos adversos à saúde humana, e são encontrados nas águas naturais provenientes de diversas atividades antrópicas, tendo destaque os lançamentos de efluentes industriais. Os resultados para a análise de metais mostraram que, com exceção para mercúrio em duas fontes, todas as outras apresentaram valores abaixo do limite de detecção. As concentrações encontradas de mercúrio na Fonte da Estica e na Fonte da Bica, ambas com  $0,0002 \mu\text{gL}^{-1}$ , estão dentro do valor máximo permitido (Brasil, 2004, 2005, 2008).

Guerra e Nascimento (1999) e Nascimento (2002) também analisaram chumbo e mercúrio em sete fontes na cidade; e assim como nesta pesquisa, encontraram valores dentro dos limites da legislação.

#### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considerando os resultados das análises da qualidade das águas, detectou-se um problema de natureza social e de saúde pública, pois de acordo com as Resoluções

Conama 357/05, 274/00 e a Portaria nº 518/04, a maioria das fontes está inadequada para os usos a que se destinam.

Preocupam o nitrato e os coliformes termotolerantes, com elevados teores em várias fontes da cidade; como o nitrato está associado a efeitos adversos à saúde, é preciso um alerta em relação aos possíveis problemas aos quais os usuários se expõem.

Neste contexto, se destacam duas fontes, a de Biologia e a do Gueto, por apresentarem mais parâmetros fora da faixa potável. A fonte do Gueto ainda é usada para diversos fins, incluindo consumo humano e banho, mas a da Biologia está abandonada.

Das 22 fontes analisadas, 2 (duas) têm água considerada potável: a do Buraquinho, na Pedra Furada, e a da Vista Alegre de Baixo (no Subúrbio). Do total 17 têm padrão excelente de balneabilidade, tendo 9 (nove) fontes valor igual ou menor que 10 UFC/100mL para coliformes termotolerantes.

Recomenda-se, o desenvolvimento de novos estudos sobre qualidade da água das fontes, visando verificar mudanças dos valores encontrados e também que os dados desta e de futuras pesquisas embasem propostas de intervenção governamental na conservação da qualidade da água para a cidade e comunidades usuárias.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABURDA, J. e NISHIHARA, L. 1998. Presença de Compostos de nitrogênio em águas de poços. São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, vol. 32, nº 2, p. 160.
- APHA/WW/WEF. 2005. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington DC. American Public Health Association, 20 ed, 1268p.
- AZEVEDO, T. 1969. **Povoamento da cidade de Salvador**, Salvador. Itapuã, 428p.
- AZEVEDO, C T. 1991. **As fontes e suas águas na cidade de Salvador**. Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia. Monografia de Bacharelado. 27p.
- BOCHICCHIO, M. 2003. **As fontes da cidade do Salvador**. Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade da Bahia. Monografia de Bacharelado. 77p.
- Brasil. 2004. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Imprensa Nacional, 26 de março de 2004.
- Brasil. 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução n.º 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece as Condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Imprensa Nacional, 17 março de 2005.
- Brasil. 2008. Ministério do Meio Ambiente, Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução n.º 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Imprensa Nacional, 07 de abril de 2008.
- Brasil. 2000. Ministério do Meio Ambiente, Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução n.º 274, de 29 de novembro de 2000. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Imprensa Nacional, 8 de janeiro de 2001.
- CARNEIRO, M. 1993. **Fontes de Água**. Salvador, Tribuna da Bahia, 29 out..
- CETESB. (Companhia De Tecnologia De Saneamento Ambiental), 2009. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**, série Relatórios, Apêndice A.
- CONDER (Companhia de Desenvolvimento Urbano da Bahia). 2003. **Malha de Limites Municipais**. Meio Digital.
- DREVER, J.J. 1997, **The Geochemistry of natural waters: surfaces and groundwater environments**. Prentice-Hall, New Jersey, 436 pp
- DRM (Departamento de Recursos Minerais), 2001. **Poços Tubulares e outras Captações de Águas Subterrâneas - Orientação aos Usuários**. Rio de Janeiro, RJ.
- FALCÃO, E. C. 1949. **A fundação da cidade do Salvador em 1549**. Câmara Municipal da Cidade de Salvador, 102p.
- GUERRA, A. M. e NASCIMENTO, S. A. M. 1999. **Diagnóstico do grau de comprometimento das águas do aquífero freático de Salvador causado**

- por vazamentos em postos de gasolina. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Relatório Final, Convênio UFBA/ CADCT/Embasa.
- HERMES, C.H.; SILVA, A.S. 2004. **A avaliação da qualidade das águas: manual prático.** Brasília/DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2004, 55p.
- LIMA, R. F. G., BASTOS LEAL, L. R. e NASCIMENTO, S. A. de M.. 2003. **Geologia, hidrogeologia e aspectos ambientais das fontes de águas naturais da cidade de Salvador.** Fortaleza. XX Simpósio de Geologia do Nordeste.
- LIMA, R. F. G. 2005. **Caracterização hidrogeológica e ambiental das fontes de água naturais da cidade alta de Salvador.** Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Monografia de Bacharelado. 32p.
- MACÊDO, J. A. B. 2000. **Águas & águas.** Minas Gerais. Editora Ortofarma, 505 p.
- NASCIMENTO, S. A. de M. 2002. **Estudo da Qualidade da Água do Aquífero Freático nas Bacias dos Rios Lucaia e Baixo Camarujipe.** Salvador. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Relatório Final Convênio Ufba/Embasa/Fapex.
- PIVELI, R.P. & Kato, M.T. 2006. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos.** ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo.
- TOURINHO, A.O. **Estudo Histórico e Sócio Ambiental das Principais Fontes Públicas de Salvador.** Dissertação de Mestrado, MEAU, 2008.
- RESENDE, Á. V. 2002. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nutrientes.** Documento 57, 1ª edição, EMBRAPA.
- SANTOS, C.P.L. 2003. **Análise geofísica das características hidráulicas da Falha de Salvador na Região de Arembepe-Ba.** Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador. Dissertação de Mestrado. 93p.