



Ciência & Saúde Coletiva

ISSN: 1413-8123

cecilia@claves.fiocruz.br

Associação Brasileira de Pós-Graduação
em Saúde Coletiva
Brasil

de Cássia Assis da Silva, Rita; de Araújo, Tânia Maria
Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana
(BA)

Ciência & Saúde Coletiva, vol. 8, núm. 4, 2003, pp. 1019-1028
Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
Rio de Janeiro, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63042998023>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)

Groundwater quality in urban areas of Feira de Santana, State of Bahia

Rita de Cássia Assis da Silva ¹

Tânia Maria de Araújo ²

Abstract *A cross-sectional study evaluated the bacteriological and physical-chemical qualities of groundwater for human consumption in two urban areas from Feira de Santana City, State of Bahia, Brazil. A stratified sample, proportional to area and number of dwellings was taken. The results of 120 water samples analyses were evaluated according to standards set by federal legislation for drinking water in Brazil. Total coliforms were observed in 90.8% of the samples, fecal coliforms in 65.8% and more than 500 UFC/ml heterotrophic organisms, in 74.1% of the samples. Physical-chemical parameters not met by the samples were: pH (82.8% of the samples), turbidity (23.4%), chloride (12.5%) and color (7.5%). Nitrate concentration was above drinking water standards in 88.2% of the samples and ammonia in 32.7% of the cases. The high percentage of samples that did not met drinking water standards represent an important risk to the health of people who use groundwater in Feira de Santana.*

Key words *Groundwater, Drinking water standards, Potability standards, Health risks*

Resumo *Um estudo de corte transversal avaliou a qualidade bacteriológica e físico-química da água subterrânea utilizada para consumo humano em duas áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Selecionou-se uma amostra estratificada proporcional por área e número de unidades prediais nas áreas de estudo. Os resultados das análises das 120 amostras de água coletadas foram comparados aos valores máximos permissíveis para consumo humano nas legislações federais vigentes no Brasil. Foram encontrados coliformes totais em 90,8% das amostras, coliformes fecais em 65,8% e mais de 500 unidades formadoras de colônias de organismos heterotróficos/ml (UFC/ml) em 74,1% das amostras analisadas. Os seguintes parâmetros físico-químicos analisados não atenderam ao recomendado legalmente: pH (correspondendo a 82,8% das amostras), turbidez (23,4%), cloreto (12,5%) e cor (7,5%). A concentração de nitrato estava acima do recomendado em 88,2% das amostras analisadas e a de amônia, em 32,7% das amostras. O elevado percentual de amostras fora dos padrões de potabilidade representa risco à saúde dos consumidores de água deste manancial subterrâneo.*

Palavras-chave *Água subterrânea, Consumo humano, Padrões de potabilidade, Risco à saúde*

¹ Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA). Rua São Mamede 96, Village Ouro Preto, casa 4, Santa Mônica, 44050-400, Feira de Santana BA. bioritassis@superig.com.br

² Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Introdução

A garantia de consumo humano de água segundo padrões de potabilidade adequados é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, aprovada na portaria nº 1.469 de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde, define os valores máximos permissíveis (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável (Brasil, 2000). De acordo com o art. 4º dessa portaria, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça risco à saúde.

A água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, é um recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesianos, que se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, embora mais vulnerável à contaminação, é mais frequentemente utilizada no Brasil (Foster, 1993; Assis da Silva, 1999).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas.

Segundo a OPS (2000), em torno de 20% da população dos países em desenvolvimento dispõem de fossas sépticas ou outro tratamento *in situ* como medida de proteção da salubridade do seu domicílio. Essas técnicas, porém, podem permitir a liberação de patógenos, que se infiltram e podem alcançar as águas subterrâneas, colocando em perigo a saúde dos vizinhos que consomem água desse manancial.

Em várias cidades brasileiras, pode-se observar que hospitais, clínicas médicas e odontológicas, escolas, restaurantes, bares, lanchonetes, creches, indústrias de produtos alimentí-

cios (nos quais a água é utilizada como matéria-prima), e residências particulares utilizam água desse manancial, geralmente captada em poços rasos, *in natura* ou tratada inadequadamente (Assis da Silva, 1999).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000).

Entre os constituintes inorgânicos nocivos à saúde que podem ser encontrados na água, o nitrato é aquele que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade nos sistemas aeróbios de águas subterrâneas (Foster, 1993). Nitrato em concentração superior a 10mg N₀₃-N/L causa a metahemoglobinemia, podendo trazer graves consequências para a saúde, inclusive morte, principalmente em lactentes (OPS, 2000).

Apesar do aumento de evidências acerca dos efeitos nocivos à saúde provenientes do uso de água fora dos padrões adequados de potabilidade, os danos à saúde decorrentes do consumo de água contaminada são difíceis de serem avaliados e mensurados adequadamente. Os aspectos envolvidos nessa relação são múltiplos e nem sempre se baseiam em associações diretas. Fatores como estado nutricional, acesso aos serviços de saúde e à informação podem interferir nessa associação. Além disso, fatores individuais também podem estabelecer diferentes respostas ao contato com água contaminada.

A garantia do consumo humano de água potável, livre de microorganismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde, constitui-se em ação eficaz de prevenção das doenças causadas pela água.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade bacteriológica e físico-química da água do manancial subterrâneo, utilizada para consumo humano, captada através de poços localizados em duas áreas da zona urbana de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Metodologia

1) Tipo de estudo – Estudo epidemiológico do tipo corte transversal.

2) Amostragem – Foram estudadas amostras de água coletadas em poços domiciliares localizados em duas áreas da zona urbana de Feira de Santana, situadas a noroeste (área 1) e a nordeste da cidade (área 2).

Um estudo epidemiológico de corte transversal identificou todas as unidades prediais das duas áreas estudadas (área 1 e área 2). O estudo foi desenvolvido em duas etapas, durante o ano de 2000. Na primeira etapa, foi conduzido um inquérito para avaliar a frequência de domicílios que utilizavam água subterrânea. Após levantamento dos logradouros em cada área, as ruas a serem estudadas foram sorteadas por procedimento aleatório (lista de números randômicos do Epi-Info, versão 6.0). Todas as unidades prediais das ruas incluídas no estudo, nas duas áreas, foram visitadas. Foram investigadas 1.646 unidades prediais, das quais, 1.579 eram domicílios. O consumo humano da água subterrânea foi observado em 368 domicílios. Na segunda etapa, foi feita a seleção de 120 domicílios para coleta e análise da água do manancial subterrâneo. O tamanho da amostra ($n=120$) foi estabelecido em função do custo das análises. Calculou-se amostras proporcionais por área estudada, de acordo com o percentual de poços encontrados em cada área. Na área 1, na qual foi encontrada 82% dos poços domiciliares, foram avaliadas amostras de 98 poços, e na área 2, na qual se registrou 18% do total dos poços, estudou-se 22 domicílios. A seleção dos locais para coleta das amostras de água foi feita por procedimento aleatório (listagem de números aleatórios, gerada pelo Programa Epi-Info, versão 6.0), a partir dos números atribuídos a cada domicílio no qual foi encontrado poço para captação da água subterrânea na primeira etapa.

3) Instrumentos de coleta de dados – Características dos poços e domicílios foram obtidas durante o inquérito domiciliar, a partir de formulário estruturado contendo informações sobre condições socioeconômicas, indicadores sanitários, infra-estrutura do domicílio e saneamento básico.

A qualidade bacteriológica e físico-química das amostras de água subterrânea foi avaliada pelos seguintes parâmetros e métodos: (a) coliformes totais e fecais, análise do número mais provável (NMP) de coliformes, técnica da fer-

mentação em tubos múltiplos; (b) determinação de organismos heterotróficos, técnica *pour plate*; (c) amônia, método do fenato; (d) cloretos, método de Mohr; (e) cor, método colorimétrico; (f) dureza, método volumétrico com EDTA; (g) nitrato, método da redução de cádmio; (h) nitrito, método do N-naftil; (i) pH, método potenciométrico e (j) turbidez, método por espectrofotometria. As análises foram realizadas nos laboratórios de Controle da Qualidade Bacteriológica e Físico-química da Água da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa). As análises de nitrato, nitrito e amônia foram realizadas, em Salvador, no Laboratório Central OPTQ, que possui a certificação ISO 9002, e os demais parâmetros físico-químicos e bacteriológicos nos laboratórios da Unidade de Negócios de Feira de Santana (UNF).

Os vasilhames para a coleta das amostras foram fornecidos pelos laboratórios da Embasa. As amostras para análise de nitrato e amônia foram realizadas em vasilhames em vidro âmbar, com capacidade para um litro, preservado com 2ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Para a análise dos demais parâmetros físico-químicos foram coletadas amostras em vasilhames plásticos com capacidade de dois litros. A coleta das amostras para análises bacteriológicas foram realizadas em vasilhames de vidro (*snap-cap*), com capacidade de 125ml, esterilizados a 180°C por 1:30h. As coletas foram realizadas segundo os procedimentos de coleta de amostras de água contidos no Procedimento Operacional Padrão (POP) dos laboratórios onde foram realizadas as análises.

Nos domicílios nos quais a água era captada por bomba, as amostras foram coletadas num ponto onde a água provinha do poço antes de chegar em qualquer reservatório. Em domicílios onde a água era captada por balde puxado por corda, a coleta das amostras para análise de parâmetros físico-químicos foram realizadas em recipiente virgem (balde que nunca havia sido usado), puxado por corda também virgem (nunca usada) e transportadas para os vasilhames apropriados a cada análise. Na coleta da amostra para análise bacteriológica introduziu-se o frasco de coleta no poço utilizando-se uma cesta em *nylon*, confeccionada para esse fim. Todas as amostras foram preservadas em gelo. Todos os vasilhames de coleta foram identificados com os dados da amostra. Foram preenchidas fichas de coleta com os dados referentes à amostra coletada (endereço, hora, número da amostra, condição do tempo e tipo

de coleta – bomba ou balde), que foram encaminhadas aos laboratórios, acompanhando as amostras.

No momento da coleta mediu-se a profundidade existente entre o início do poço e a lâmina d'água. Todas as amostras foram coletadas por uma única pessoa, qualificada e com experiência nos procedimentos de coleta de água para análise.

4) Análise dos dados – A qualidade da água foi avaliada comparando-se os resultados obtidos nas análises bacteriológicas e físico-químicas com os valores máximos permissíveis (VMP) recomendados na portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000 – Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, do Ministério da Saúde; e resolução nº 20, de julho de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (Brasil, 1986; 2000). Em seguida, avaliou-se a associação entre as características dos poços (profundidade, tipo de captação, distância poço-fossa mais próxima e área estudada) e os parâmetros de qualidade da água pesquisados. Para avaliação da significância estatística das associações estudadas, calculou-se as razões de proporções e seus respectivos intervalos de confiança, com nível de confiança de 95%.

Resultados

Condições socioeconômicas da população estudada

As condições socioeconômicas relacionadas à população e à infra-estrutura domiciliar foram mais precárias na área 1. Nessa área, em 73% dos domicílios investigados a renda familiar foi de até 3 salários mínimos e não foi encontrado nenhum domicílio no qual a renda familiar fosse de mais de 20 salários mínimos; o nível de escolaridade observado também foi baixo, predominando chefes de família com grau de escolaridade até o primário completo. Em 11,6% dos domicílios os filhos contribuíam na renda familiar. Na área 1, a proporção de domicílios nos quais a água subterrânea era consumida foi de 34%.

Na área 2, a renda familiar de até 3 salários mínimos foi encontrada em 40,6% dos domicílios estudados e em 12,3% esta renda era maior que 20 salários mínimos. O nível de escolaridade dos chefes de família dos residentes

nessa área foi elevado, com predomínio daqueles que possuíam 2º grau ou nível superior. Em 3,6% dos domicílios, os filhos contribuíam na renda familiar. A proporção de domicílios nos quais a água subterrânea era consumida foi de 16,5%. Na área 2, o acesso a bens materiais e eletrodomésticos foi maior que na área 1.

Características dos poços usados para captação da água subterrânea

Observou-se maior percentual de poços rasos, escavados manualmente, com até 10 metros de profundidade, cuja captação da água era feita por bombeamento. Chamou a atenção o elevado percentual de domicílios nos quais os entrevistados não sabiam informar a distância entre o poço e a fossa mais próxima (Tabela 1). Quanto ao destino final do esgoto doméstico, 100% dos domicílios analisados, na área 2, destinavam em fossas. Na área 1, 63,3% utilizavam o serviço público de esgotamento doméstico, 35,7% destinavam em fossas e 1,0% não sabiam a destinação final do esgoto.

Análises laboratoriais da qualidade da água subterrânea consumida

Foi expressivo o percentual de amostras com coliformes totais (90,8%) e fecais (65,8%), variando de 2 a mais de 1.600/100ml (Tabela 2). Amostras com coliformes totais foram mais frequentes entre as coletadas na área 2 (95,5%) do que na área 1 (89,8%). Elevados percentuais de amostras com coliformes fecais foram encontrados nas duas áreas (área 1: 66,3% e área 2: 63,6%).

A portaria nº 1.469/00 estabelece que em água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença de coliformes fecais ou termotolerantes em 100ml da água (art. 11). Em relação a coliformes totais, o art. 11 §8º determina que em amostras procedentes de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo ser investigada a origem da ocorrência e tomadas providências imediatas de caráter corretivo, preventivo e realizada nova análise. Segundo a resolução nº 20/86 do Conama, (art. 3º), *para uso de abastecimento sem prévia desinfecção, os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra*. Portanto, mais de 90% das amostras indicavam água imprópria para consumo humano.

Tabela 1

Características dos poços onde foram coletadas amostras de água para análises laboratoriais por áreas. Feira de Santana (BA – Brasil), 2000.

Características	Área 1		Área 2		Total	
	n	%	n	%	n	%
Tipo de perfuração do poço						
Escavação manual	77	78,6	10	45,4	87	72,5
Perfuração com broca	18	18,4	8	36,4	26	21,7
Ignorado	3	3,0	4	18,2	7	5,8
Profundidade do poço						
Até 5 metros	35	35,7	4	18,2	39	32,5
> 5 a 10 metros	26	26,5	5	22,7	31	25,8
> 10 a 20 metros	32	32,7	12	54,6	44	36,7
> 20 metros	1	1,0	–	–	1	0,8
Ignorado	4	4,1	1	4,5	5	4,2
Tipo de captação da água						
Bombeamento	53	54,0	19	86,4	72	60,0
Manual com balde	45	46,0	3	13,6	48	40,0
Distância entre o poço e a fossa mais próxima						
Até 5 metros	1	1,0	–	–	1	0,9
> 5 a 10 metros	9	9,2	1	4,5	10	8,3
> 10 a 20 metros	28	28,6	4	18,2	32	26,7
> 20 metros	13	13,3	12	54,6	25	20,8
Ignorado	47	47,9	5	22,7	52	43,3
Total	98	100,0	22	100,0	120	100,0

A frequência de amostras com mais de 500 unidades formadoras de colônias heterotróficas (UFC)/ml também foi expressiva (71,4%) em ambas as áreas (Tabela 2).

A tabela 3 mostra que em 7,5% das amostras foi encontrado cor maior que 15 Pt-Co/L (unidade Hazen-uH), VMP estabelecido na portaria nº 1.469/00. Nas amostras analisadas, a cor variou entre 5 e 137,5 uH.

Para água subterrânea tratada pelo processo de desinfecção, a portaria nº 1.469/00 estabelece que em até 95% das amostras analisadas o VMP para turbidez da água deve ser de 1,0 unidade de turbidez (unidade Jackson ou nefelométrica). Nos 5% restantes permite-se até 5,0 uT. Quando se considerou turbidez acima de 1,0 uT encontrou-se elevado percentual de amostras fora do recomendado (74,2%). Turbidez acima de 5,0 uT foi encontrada em 23,4% das amostras. A turbidez da água dos poços analisados variou de 0,16 a 132 uT. Foi encontrado maior percentual de amostras com turbidez acima do recomendado na área 1 (75,5%) do que na área 2 (68,2%) (Tabela 3).

Encontrou-se 82,8% de amostras com pH ácido, abaixo de 6,0, não atendendo ao recomendado legalmente. Em 12,5% das amostras analisadas foi encontrado cloreto acima do estabelecido na portaria do Ministério da Saúde (250mg/L Cl). Esses percentuais foram semelhantes para as amostras coletadas nas duas áreas (Tabela 3).

Em 88,2% das amostras analisadas encontrou-se nitrato acima do recomendado na legislação (10mg NO₃-N/L). Os valores máximos de nitrato encontrados variaram de 92mg NO₃-N/L na área 1 a 34 mg NO₃-N/L na área 2. Na área 1, a frequência de amostras com nitrato acima do recomendado (94,9%) foi maior do que a encontrada na área 2 (59,1%) (Tabela 3).

O percentual de amostras com amônia acima de 1,5mg/L NH₃, padrão estabelecido legalmente, foi elevado. Encontrou-se amostras com até 106mg/L NH₃ na área 2 e 22,8mg/L NH₃ na área 1. Na área 2, amostras com amônia acima do recomendado foi 2,9 vezes maior do que a encontrada na área 1 (68,2% na área 2 e 23,7%

Tabela 2

Análises bacteriológicas das amostras de água dos poços estudados. Feira de Santana (BA – Brasil), 2000.

Análises	Coliforme total						Coliforme fecal					
	Área 1		Área 2		Total		Área 1		Área 2		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Número mais provável (NMP) de coliformes/100ml												
< 2*	10	10,2	1	4,5	11	9,2	33	33,7	8	36,4	41	34,2
2 a 100	34	34,7	10	45,5	44	36,6	45	45,9	6	27,3	51	42,4
> 100 a 1.600	43	43,9	9	40,9	52	43,4	20	20,4	8	36,3	28	23,4
> 1.600	11	11,2	2	9,1	13	10,8	–	–	–	–	–	–
Total	98	100,0	22	100,0	120	100,0	98	100,0	22	100,0	120	100,0
Amostras que não atenderam aos padrões de potabilidade para coliformes**												
Coliforme total	88	89,8	21	95,5	109	90,8						
Coliforme fecal	65	66,3	14	63,6	79	65,8						
Determinação de organismos heterotróficos/(UFC/ml)***												
< 500	31	32,0	3	13,6	34	28,6						
> 500	66	68,0	19	86,4	85	71,4						
Total	97	100,0	22	100,0	119	100,0						

* < 2 bactérias/100ml indica análises onde não há crescimento de bactérias coliformes, segundo a tabela do NMP para resultados quantitativos, com limite de confiança de 95% (POP.BA.003 – EMBASA, 2000).

** A portaria nº 1.469/00-MS, art. 11, §8º, determina que em amostras individuais de poços tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de coliformes termotolerantes.

*** A portaria nº 1.469/00-Ministério da Saúde estabelece o limite de 500UFC/ml. Excedendo esse limite, devem ser adotadas ações para correção de irregularidades constatadas.

na área 1) (Tabela 3). Em 100% das amostras, os parâmetros de dureza e nitrito atenderam ao recomendado pela legislação vigente.

Associação entre características dos poços e qualidade da água

Não foi encontrada associação, em níveis de significância estatística, entre a área onde foi coletada a amostra e crescimento de bactérias do tipo coliforme. O crescimento de coliforme fecal estava associado positivamente a poços com até 10 metros de profundidade e captação manual da água, através de balde (Tabela 4). Avaliando-se amostras coletadas em poços que distavam até 10 metros da fossa mais próxima (n=11), observou-se que em 100% destas amostras houve crescimento de coliformes totais; em 90,9% cresceram coliformes fecais e em 72,7% contou-se mais de 500UFC/ml.

A presença de mais de 500UFC/ml de organismos heterotróficos associou-se significativamente a amostras coletadas na área 2 (Tabela 4).

Turbidez maior que 1uT associou-se significativamente a poços com profundidade até 10 metros (Tabela 5).

Em relação ao pH, o percentual de amostras fora do padrão recomendado legalmente aumentava segundo a profundidade do poço: maior profundidade correspondeu a maior frequência de amostras fora do padrão. Das amostras que apresentaram pH menor que 6,0, 27,8% foram coletadas em poços com profundidade entre mais de 5 a 10 metros e 41,8% em poços com profundidade acima de 10 metros.

Quanto aos índices de cloretos, 93,3% das amostras que não atenderam ao recomendado na portaria nº 1.469/00 (250mg/L), foram coletadas em poços com até 10 metros de profundidade.

Foi encontrada associação positiva, a níveis estatisticamente significante, entre nitrato maior que 10mg NO₃-N/L e amostras coletadas na área 1 (Tabela 5). Não foi significativa a associação entre nitrato acima de 10mg NO₃-N/L, profundidade do poço e distância entre o poço e a fossa mais próxima.

Tabela 3

Análises físico-químicas de amostras de água dos poços estudados. Feira de Santana (BA – Brasil), 2000.

Parâmetro	Área 1		Área 2		Total	
	n	%	n	%	n	%
Cor						
< 15 uH*	91	92,9	20	90,9	111	92,5
> 15 uH	7	7,1	2	9,1	9	7,5
pH						
< 6,0	73	83,0	9	81,8	82	82,8
> 6,0 a 8,5*	15	17,0	2	18,2	17	17,2
Turbidez						
< 1 uT*	24	24,5	7	31,8	31	25,8
> 1 a 5 uT	51	52,0	10	45,5	61	50,8
> 5 uT	23	23,5	5	22,7	28	23,4
Cloreto						
Até 250 mg/L Cl*	86	87,8	19	86,4	105	87,5
> 250 mg/L Cl	12	12,2	3	13,6	15	12,5
Nitrato						
Até 10mg NO ₃ -N/L*	5	5,1	9	40,9	14	11,7
> 10mg NO ₃ -N/L	93	94,9	13	59,1	106	88,3
Amônia						
Até 1,5mg/L NH ₃ *	71	76,3	7	31,8	78	67,8
> 1,5mg/L NH ₃	22	23,7	15	68,2	37	32,2

* Padrão de aceitação para consumo humano expresso na portaria nº 1.469/00 – MS.

Tabela 4

Avaliação de associações entre amostras de água que não atenderam a padrões bacteriológicos recomendados na Portaria nº 1.469/00 e características dos poços. Feira de Santana (BA – Brasil), 2000.

Variáveis	Proporções (%)	Razão de proporção	Intervalo de confiança (95%)
Coliforme fecal/Profundidade do poço			
Poço com até 10 metros de profundidade	76,0	1,37	1,02-1,83
Poço com >10 metros de profundidade*	55,6	1,00	–
Coliforme fecal/Tipo de captação da água			
Captação manual através de balde	77,1	1,32	1,03-1,69
Captação por bombeamento*	58,3	1,00	–
Mais de 500UFC/ml/Local da coleta			
Amostras coletadas – Área 2	86,4	1,27	1,02-1,57
Amostras coletadas – Área 1*	68,0	1,00	–

* Grupo de referência

Tabela 5

Avaliação de associações entre amostras de água que não atenderam a padrões físico-químico recomendados na portaria nº 1.469/00 e características dos poços. Feira de Santana (BA – Brasil), 2000.

Variáveis	Proporções (%)	Razão de proporção	Intervalo de confiança (95%)
Turbidez >1uT/Profundidade do poço			
Poço com até 10 metros de profundidade	87,1	1,57	1,19-2,07
Poço com >10 metros de profundidade*	55,5	1,00	–
Nitrato >10mg NO₃-N/L/Local da coleta			
Amostras coletadas – Área 1	93,8	1,59	1,12-2,26
Amostras coletadas – Área 2*	59,1	1,00	–
Amônia >1,5mg/L NH₃/Local da coleta			
Amostras coletadas – Área 2	68,2	2,88	1,81-4,58
Amostras coletadas – Área 1*	23,6	1,00	–

* Grupo de referência

Amônia acima do recomendado na Portaria nº 1.469/00 associou-se fortemente a amostras coletadas em poços localizados na área 2 (Tabela 5).

Discussão

Os poços estudados eram superficiais, do tipo raso, perfurados manualmente, localizados no aquífero livre, situados acima da camada rochosa relativamente impermeável que protege o lençol de infiltrações e contaminações.

Foi encontrado elevado percentual de amostras com presença de coliformes, indicando água imprópria para consumo humano. A presença de coliformes fecais indica a possibilidade de contaminação por fezes e, conseqüentemente, de microorganismos patogênicos existentes nas mesmas, que por serem mais raros e mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados. Coliformes totais são bactérias escassas em fezes e indicam contaminação pelo solo.

Ávila *et al.* (1989), comparando índices de coliforme na água para abastecimento e casos de gastroenterite, observaram que a incidência de gastroenterite aumentava à medida que diminuía o percentual de amostras aceitáveis (próprias para o consumo). A incidência de gastroenterite foi de 116/1.000hab. nas áreas nas quais nenhuma amostra foi considerada aceitável para coliformes totais e foi observado coliformes fecais em 42,9% das amostras; a incidência caiu para 49/1.000hab. nas áreas em

que foi encontrado 41,5% de amostras como aceitáveis para coliforme total e que tiveram 5,7% das amostras com presença de coliforme fecal.

Abramovich *et al.* (1998), estudando a associação entre consumo de água de origem subterrânea e transmissão de enteroparasitoses numa população composta por crianças de 4 meses a 12 anos, residentes em três cidades da Província de Santa Fé, Argentina, encontraram amostras positivas para oocistos de *Cryptosporidium spp.* em amostras de água proveniente de um dos poços investigados e submetida ao processo de desinfecção, com dosagem de cloro variando de 1 a 2mg/L. Entre a população que consumia esta água, observou-se que 47,1% das amostras de fezes analisadas estavam positivas para enteroparasitos, das quais 20,6% por oocistos de *Cryptosporidium spp.*

Segundo Bastos *et al.* (2001), vários estudos demonstram que o *Cryptosporidium* circula entre as rotas de transmissão hídrica no Brasil. Gamba *et al.* (2000) detectaram oocistos de *Cryptosporidium* em oito dentre dez poços rasos analisados em Itaquaquecetuba (SP). Os autores identificaram tanques sépticos como a mais provável fonte de contaminação.

No presente estudo, foi elevado o percentual de amostras com turbidez acima do estabelecido legalmente, registrando percentuais mais elevados na área 1. A turbidez, material em suspensão na água, pode se fixar aos patógenos existentes, protegendo-os e até dificultando a ação do cloro sobre os mesmos. Schwartz *et al.* (2000) encontraram associação entre índices de turbi-

dez e admissão hospitalar por doenças gastrointestinais, entre a população de idosos na Filadélfia, Estados Unidos, no período 1992-1993.

A presença de *Cryptosporidium* também está associada a turbidez da água. Para água tratada, em sistemas de filtração rápida, adequadamente operados, produzindo efluentes com turbidez $\leq 0,3$ UNT, pode-se obter remoção de 99% de oocistos de *Cryptosporidium* (Bastos *et al.*, 2001).

Foi também elevado o percentual de amostras com pH ácido, menor que 6,0. A acidez da água pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas, adicionando constituintes à água. As maiores alterações neste indicador são provocadas por despejos de origem industrial (Derisio, 1992). A disposição final de resíduos industriais em fossas ou tanque sépticos pode estar contribuindo para a acidificação da água subterrânea nas áreas investigadas.

O percentual de poços com níveis de cloreto acima do recomendado foi mais freqüente em amostras coletadas na área 2. Altas concentrações de cloreto confere sabor à água e efeitos laxativos em quem está acostumado a consumir água com baixas concentrações (Batalha & Parlato, 1993).

Um dos aspectos mais preocupantes nas amostras analisadas neste estudo foi o elevado percentual de amostras com nitrato acima de 10mg NO₃-N/L (VMP). O nitrato é o produto final da estabilização aeróbia do nitrogênio orgânico, indicando contaminação antiga. Os resultados encontrados na área 1 podem estar relacionados à presença de rede coletora de esgoto doméstico. Nesta área, em 63,3% dos domicílios pesquisados foi referido uso desse serviço.

Níveis elevados de nitratos indicam ainda contaminação por disposição inadequada de dejetos humanos, industriais ou de indústrias alimentícias, além do uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura. A contaminação por nitrato na água de beber pode trazer graves consequências à saúde. No organismo humano, o nitrato se converte em nitrito que, por sua vez, combina-se com a hemoglobina para formar metahemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio no sangue. Principalmente em crianças muito pequenas e idosos pode causar cianose intensa (metahemoglobinemia), e levar à morte.

Packham (1992) relata que mais de 2.000 casos de metahemoglobinemia, com casos fa-

tais em torno de 8%, foram descritos na literatura até 1970, e cita a existência de diversos estudos relacionando níveis elevados de nitrato em água de poços, com incidência de câncer gástrico. Segundo Bouchard *et al.* (1992), estudos realizados na Austrália e Canadá mostraram aumento significativo de malformação congênita associada a ingestão de alta concentração de nitrato.

O percentual de amônia fora do padrão foi substancialmente maior entre as amostras coletadas na área 2 (68,2%), quando comparado ao da área 1 (23,7%). A ocorrência de concentrações elevadas de amônia pode ser resultante de poluição próxima, bem como de redução de nitrato por bactérias ou por íons ferrosos presentes no solo. Como o nitrogênio amoniacal é um dos primeiros passos da decomposição da matéria orgânica, sua presença indica contaminação recente e pode estar relacionada a construção precária dos poços e falta de proteção do aquífero (Alaburda & Nishihara, 1998).

Os resultados encontrados para amônia em amostras coletadas na área 2 podem estar relacionados ao fato de 100% dos domicílios pesquisados destinar o esgoto doméstico em fossas, contaminando assim o manancial subterrâneo.

Conclusão

Em síntese, o estudo realizado, a partir de análises bacteriológicas e físico-químicas de amostras de água captada em poços nas duas áreas da zona urbana de Feira de Santana, aponta contaminação importante da água do manancial subterrâneo. A água não atende aos padrões de potabilidade recomendado na portaria nº 1.469/00. Portanto, o consumo humano dessa água pode representar risco e agravos à saúde.

Considerando que as áreas estudadas localizavam-se em pontos opostos, a uma distância considerável, alguns parâmetros analisados, como o nitrato, por exemplo, podem estar indicando contaminação de maior amplitude. Assim, faz-se necessário avaliar a qualidade do manancial subterrâneo em outras áreas de Feira de Santana, principalmente em função do elevado consumo humano da água subterrânea neste município.

As águas subterrâneas cumprem função importante e, em inúmeros casos, é vital para o

fornecimento de água potável. Por isso, recomenda-se a sua proteção, com eliminação das causas de possíveis contaminações, bem como o uso de filtração, antes da desinfecção, para reduzir, a um nível significativo, o risco de transmissão de parasitos pela água (Abramovich *et al.*, 1998).

O consumo humano de água potável constituiu-se em uma das ações de saúde pública de

maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade. Portanto, o consumo humano de água de manancial subterrâneo que não atenda aos padrões de potabilidade recomendados precisa ser evitado, principalmente através do acesso à informação e da promoção de políticas públicas que garantam o acesso generalizado à água adequada ao consumo humano.

Referências bibliográficas

- Abramovich B, Carrera E, Lurá MC & Haye MA 1998. *Cryptosporidium* y agua: estudio de una asociación riesgosa. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* 36:30-34.
- Alaburda JE & Nishihara L 1998. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública* 32(2):160-165.
- Assis da Silva RC 1999. *Abrindo mão do direito ao consumo da água tratada: Feira de Santana – BA*. Monografia apresentada ao curso de especialização em Direito Sanitário. Departamento de Saúde, Universidade Estadual de Feira de Santana.
- Avila HG, Winkler SB & Carmona HB 1989. Calidad del agua potable e incidencia de gastroenteritis en dos ciudades del Estado de Sonora, México. *Salud Pública de Mexico* 31(3):99-304.
- Bastos RKX, Bevilacqua PD, Heller L, Vieira MBCM & Brito LLA 2001. *Abordagem sanitário-epidemiológica do tratamento e da qualidade parasitológica da água: entre o desejável e o possível*. 21º Congresso Brasileiros de Engenharia Sanitária e Ambiental, CD Room. João Pessoa.
- Batalha BL & Parlature AC 1993. *Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. CETESB, São Paulo.
- Bouchard DC & William SMK 1992. Nitrate contamination of groundwater; sources and potential health effects. *Journal of the American Water Works Association* (9):85-90.
- Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de julho de 1986. Publicada no *Diário Oficial da União* de 30 de julho de 1986.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000. Anexo Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano.
- Derísio JC 1992. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- Foster S 1993. *Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes*. Instituto Geológico, São Paulo.
- Gamba RC *et al.* 2000. Detection of *Cryptosporidium* spp. Oocysts in ground water for human consumption in Itaquaquecetuba city, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 31:151-153.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) 2000. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. *Publicación Científica* n. 572. OPS, Washington, D.C.
- Packham RF 1992. Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogen compounds in drinking water. *Water Supply* 10(3):1-6.
- Schwartz J, Levin R & Goldstein R 2000. Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. *Journal of Epidemiology & Community Health* 54(1):45-51.

Artigo apresentado em 8/9/2003

Aprovado em 28/11/2003

Versão final apresentada em 1º/12/2003