

Observações sobre a contaminação de águas subterrâneas em Minas Gerais.

RESUMO - Apresenta-se neste trabalho os resultados de uma análise estatística preliminar sobre as condições de qualidade de água subterrânea em Minas Gerais, em particular sob o ponto de vista de contaminação dessas águas. Atribuiu-se a causa das incidências positivas à construção insatisfatória e/ou locação imprópria dos poços.

ABSTRACT - The report presents the results of a preliminary statistical analysis about the quality of groundwater in Minas Gerais, particularly related to biological occurrences. The cause of incidences was attributed to inadequate construction or bad location of the wells.

INTRODUÇÃO

Uma análise de numerosos casos de doenças em Minas Gerais, indicou que águas subterrâneas contaminadas foram responsáveis por grande parte deles e que resultaram do consumo desta água sem tratamento. Os casos específicos incluíram salmonelose, shigelose, hepatite infecciosa, gastroenterite, disenteria amebiana, etc., o que demonstra uma necessidade crítica de se estabelecer diretrizes sanitárias para assegurar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos durante a escolha do local, perfuração, construção, acabamento, uso e eventual melhoria ou abandono do poço.

As amostras foram analisadas como um todo e abrangeram locais situados aleatoriamente em todo o Estado, inclusive em regiões de clima semi-árido, correspondentes a partes do Vale do Rio Jequitinhonha e Vale Médio do Rio São Francisco.

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Um alto grau de correlação entre a presença de coliformes e a ocorrência de organismos patogênicos tem sido aceito, de um modo geral, na avaliação do potencial patogênico das águas subterrâneas. Estudos preliminares, entretanto, sugeriram que o número pequeno de co-

liformes em águas subterrâneas, devido parte às interferências microbiológicas e parte às limitações dos meios de cultura dos testes, não excluem uma provável ocorrência de organismos patogênicos (BORING, MACFETERS).

A tabela 1 ilustra de modo sucinto alguns problemas bacteriológicos encontrados através de estudos completos de águas subterrâneas em diversos sistemas em Minas Gerais. Nas investigações ilustradas, 46,3 a 97,2 por cento das amostras examinadas continham coliformes, e basicamente nas mesmas proporções, estas águas deram resultado positivo para coliformes fecais e/ou estreptococos fecais. A título de comparação a tabela 2 mostra uma análise semelhante nos EUA, na Argentina e no Estado de São Paulo.

Para maior conhecimento da distribuição de ocorrências elaborou-se as tabelas 3 a 6, que resumem a qualidade bacteriológica nos poços mineiros, tanto rasos como profundos.

Admitindo-se que a contaminação considerada perigosa esteja ocorrendo com mais de 50 organismos por 100 ml, verifica-se que a contaminação nos poços profundos ocorre em 18,0 a 39,1% dos casos, sendo que este limite superior se refere aos sistemas rurais.

Já os poços rasos apresentaram contaminação da ordem de 81,3% dos casos, o que mostra a extrema vulnerabilidade deste tipo de aproveitamento.

COLÔNIAS DE BACTÉRIAS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Em Minas Gerais, na Grande AMBH, em cerca de 31% das amostras de águas subterrâneas de poços profundos e de 84,9% das amostras de poços rasos foram encontradas densidades bacteriológicas maiores do que 500 organismos por ml (ver as tabelas 5 e 6).

Embora estas densidades bacteriológicas não estejam relacionadas a um potencial patogênico específico, elevadas densidades microbiológicas podem estar associadas com a presença de um patógeno humano secundário, por exemplo, *Pseudomonas aeruginosa*; esta bactéria, frequentemente, é a causa de infecções urinárias (WHITBY).

NEMEDI e LANYI observaram que acima de 50% de 227 amostras de água potável de várias origens que continham *Ps. aeruginosa* não tinham coliformes, aparentemente, e seriam consideradas satisfatórias para consumo na base do critério de coliformes.

Segundo REITLER, foram pesquisadas e analisadas 1000 amostras de água de sistemas de abastecimentos no Norte de Israel; e se concluiu que a variação das populações de *Ps. aeruginosa* pode interferir com a detecção de bactérias coliformes.

No Estado de São Paulo, 7,4% das amostras analisadas referidas na tabela 3, deram resultado positivo para *Ps. aeruginosa*.

Na Argentina, investigou-se também a presença de leptospiras em 50 amostras de água de poços profundos, fazendo-se as determinações destas bactérias aeróbias e de organismos coliformes. A tabela 7 apresenta os resultados. Verifica-se que não houve coincidência total entre a presença de leptospiras e de bactérias coliformes (ARGENTINA).

CRITÉRIOS BACTERIOLÓGICOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Presentemente, os critérios bacteriológicos para abastecimento d'água através de águas subterrâneas são os mesmos aplicados às águas potáveis tratadas de acordo com o U.S. Public Health Service Drinking Water Standards (1962). Estes padrões bacteriológicos limitam o número de coliformes totais para a água a ser distribuída em menos de um coliforme por 100 ml. Na falta de critérios adequados para águas subterrâneas brutas ou parcialmente tratadas dos sistemas privados, os mesmos padrões acima têm sido empregados para medir a potabilidade destas águas. Entretanto, vários pesquisadores vêm questionando o uso dos coliformes como index sanitário de qualidade, principalmente para águas brutas subterrâneas. Conforme visto, os resultados obtidos em diversas pesquisas indicam que os coliformes podem não ser detectados através dos métodos padrões de laboratório em águas contendo populações bacterianas em excesso. Nestas condições, as águas com um baixo nível de coliformes, resultante de interferências no teste de laboratório, podem ser perigosas para o consumo.

Modernamente, considera-se os coliformes fecais mais significativos do que os coliformes totais na avaliação da contaminação fecal nos sistemas de água, principalmente nos casos de contaminação recente.

Paralelamente, um outro grupo de organismos, que está sendo bastante usado ultimamente, é o dos estreptococos fecais. Eles são mais numerosos no trato dos animais do que no intestino humano. O melhor uso que se faz deles, atualmente, é a determinação da relação Coliformes Fecais/Estreptococos Fecais: CF/EF. Esta relação tem provado ser útil e efetiva na descrição da origem provável da poluição fecal, isto é, permite distinguir se a contaminação fecal é proveniente do homem ou de animal (MILIPORE).

Para que os resultados encontrados sejam estatisticamente válidos as seguintes condições devem ser observadas:

- A densidade populacional de estreptococos fecais deve ser maior que 25/100 ml.
- O pH da água deve estar entre 4,0 e 9,0. A sobrevivência bacteriana é afetada por um pH muito alto ou muito baixo.
- As amostras não devem ser analisadas mais de 24 horas após a coleta. Após 24 horas, problemas devido à morte em massa de bactérias obscurecem o significado da relação CF/EF.
- As amostras devem ser coletadas na mesma estação e ao mesmo tempo.

- Os valores da relação CF/EF devem ser interpretados como abaixo:
- . Quando a relação é maior ou igual a 4, indica uma poluição derivada de lixo humano;
 - . Quando essa relação é menor ou igual a 0,7, indica poluição derivada de aves e outros animais domésticos;
 - . Uma relação CF/EF entre 2 e 4 sugere uma predominância de lixo humano em uma poluição derivada de várias origens;
 - . Quando a relação CF/EF está entre 0,7 e 1,0 sugere uma predominância de lixo originado de aves e outros animais domésticos;
 - . Um resultado entre 1 e 2 representa uma área de interpretação incerta. As amostras devem ser coletadas próximo à fonte de poluição suspeita para melhor verificação.

Portanto, existindo uma suspeita aproximada da origem de poluição, a relação CF/EF é um valioso instrumento para uma determinação mais exata dessa origem, desde que se respeitem as limitações já expostas.

A tabela 8 mostra a distribuição percentual da relação CF/EF para os sistemas urbanos de abastecimento através de poços profundos em Minas Gerais. Verifica-se que quase 60% dos casos de contaminação têm como origem detritos de aves e animais domésticos.

Da maneira como os poços são construídos, com isolamento até 10m de profundidade, acredita-se que a contaminação ocorra, quando da construção do poço e causada por negligência na desinfecção do pré-filtro, do equipamento, etc.

CONCLUSÕES

Como se pode observar ao longo deste trabalho, diversos estudos mostram que:

- a) coliformes e coliformes fecais estão presentes em uma porcentagem significantes em poços impropriamente locados ou inadequadamente protegidos, construídos e/ou operados;
- b) a aparente ausência de coliformes devida à insensibilidade dos métodos bacteriológicos correntes não excluem as ocorrências patogênicas;
- c) um excesso de população bacteriana, normalmente não encontrado em águas tratadas, pode interferir na detecção de coliformes. Por esta razão, é necessário que os métodos de detecção de bactérias e os critérios de qualidade de água subterrânea sejam bem investigados e aprimorados;
- d) é recomendado nos exames bacteriológicos a determinação de coliformes fecais e estrapectococos fecais, com o fito de se determinar a relação CF/EF, a qual pode ser útil e efetiva na descrição da origem provável da contaminação fecal.

A título de curiosidade, as tabelas 9 e 10 apresentam os coeficientes de mortalidade geral e mortalidade infantil em cidades de Minas Gerais, que se utilizavam de águas subterrâneas para consumo humano.

A tabela 9 se refere a cidades que possuíam sistema subterrâneo de captação e a tabela 10 a cidades que não possuíam sistema público de abastecimento, obtendo água de poços rasos, a nível individual (data de referência 1974).

Admitindo-se que as doenças de veiculação hídrica foram as responsáveis por grande porcentagem dos óbitos, pode-se supor que provavelmente, a causa reside na contaminação por fossas, no caso de poços rasos, e má construção, locação e operação inadequada, no caso de poços profundos.

Acrescente-se naturalmente, o uso indevido de águas suspeitas de outras procedências e a falta de higiene. Uma campanha educativa de saúde pública e um programa de desinfecção sistemática poderiam ter melhorado os índices de saúde dessas populações.

Como curiosidade ainda, verifica-se que o coeficiente de mortalidade infantil em ambas as tabelas é, aproximadamente, doze vezes superior ao da mortalidade geral.

Em termos médios, os valores observados são todos da mesma ordem de grandeza; assim, ter ou não ter sistema público de abastecimento parece não fazer muita diferença, se a essa água não forem assegurados proteção e tratamento adequados, além de condições de distribuição e reservação compatíveis com os padrões de saúde pública.

Importante é também lembrar que dever-se-ia assegurar a toda a população o acesso à água de boa qualidade, o que nem sempre acontece.

BIBLIOGRAFIA

- ARGENTINA - Revista de Obras Sanitarias de La Nación - (1952)
Septiembre - Octubre - nº 147, p. 90.
- BOBING, J.R.; MARTIN, M.T. and ELLIOT, L.M. - (1971) - Isolation of *Salmonella Typhimurium* fer municipal water, Riverside, California. *Amer. J. Epidemiol.* v.93, pp.49-54
- BRASIL - CITESS - (1977) - Poluição de Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - Estudo Preliminar.
- NACFETERS, G. A.; BISSONNETTE, G. K.; JEZESKI, J. J.; THOMPSON, C. A. and STUART, D. G. - (1974) - Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. *App. Microbiol.* v. 27, pp.823-829.
- MELIPORÉ - (1972) - Biological Analysis of Water and Wastewater Application Manual AM 30/2.
- SEMEDÍ, L. and LANYI, E. - (1971) - Incidence and hygienic importance of *Pseudomonas aeruginosa* in water. *Acta Microbiol. Acad. Sci. Hung.* v.18, pp.319-326.
- REITLER, R. and SELIGMANN, R. - (1957) - *Pseudomonas aeruginosa* in drinking water. *J. app. Bacteriol.* v.20, nº 2, pp.145-150.
- WHITBY, J. L. and RANPLING, A. - (1972) - *Pseudomonas aeruginosa* contamination in domestic and hospital environments. *Lancet.* v.1, pp.15-17.

TABELA 1

SUMÁRIO DE INVESTIGAÇÕES BACTERIOLÓGICAS EM ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS EM MINAS GERAIS

Sistema Investigado	Nº de Amostras	Porcentagem de amostras com colif. totais* (%)	Porcentagem de amostras com colif. fecais/ou estreptococos fecais * (%)
Sistemas Urbanos de Abastecimento - Poços Profundos sem desinfecção	54	79,6	77,8/77,8
Sistemas Rurais de Abastecimento - Poços Profundos sem desinfecção	118	83,1	-
Grande BH - Poços Profundos sem desinfecção	80	46,3	-
Grande BH - Poços Rasos sem desinfecção	145	97,2	-
Bairro São Paulo - BH - Poços Rasos sem desinfecção	70	90,0	-/64,3
Bairro Ana Lúcia - AMBH Poços Rasos sem desinfecção	57	71,9	-/66,7

*Mais de dois organismos por 100 ml.

TABELA 2

SUMÁRIO DE INVESTIGAÇÕES BACTERIOLÓGICAS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS EUA, NA ARGENTINA E NO ESTADO DE SÃO PAULO

E.U.A.			
Sistema Investigado	Nº de Amostras	Percentagem de Coliformes* (%)	Percentagem de Coli-fecais* (%)
Sistemas Urbanos de Abastecimento	621	9,0	2,0
Sistemas Rurais de Abastecimento no Tennessee - Georgia	1.257	51,4	27,0
Bebedouros de Auto-Estradas Interestaduais	241	15,4	2,9
Poços na Reserva Indígena de Umatilla	498	35,9	9,0
ARGENTINA			
Sistema Investigado	Nº de Amostras	Percentagem de Coliformes* (%)	Percentagem de Coli-fecais* (%)
Zona Urbana de Buenos Aires - Poços Profundos	100	5	-
Sistemas Diversos na Argentina - Poços Profundos	50	64	34
ESTADO DE SÃO PAULO			
Sistema Investigado	Nº de Amostras	Percentagem de Coliformes** (%)	Percentagem de Coli-fecais** (%)
Sistemas Diversos no Estado de São Paulo	350	44	8,6

* Um ou mais organismos por 100 ml

** Dois ou mais organismos por 100 ml

TABELA 3

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE SISTEMAS URBANOS DE ABASTECIMENTO - POÇOS PROFUNDOS SEM DESINFECÇÃO

Densidade*	Coliformes Totais (%)	Coliformes Fecais (%)	Estreptococos Fecais (%)
< 1	9,3	14,8	20,4
1 - 2	11,1	7,4	1,8
3 - 10	16,7	29,6	16,7
11 - 50	37,0	31,5	33,3
> 50	25,9	16,7	27,8

* Organismos por 100 ml

TABELA 4

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE SISTEMAS RURAIS DE ABASTECIMENTO - POÇOS PROFUNDOS SEM DESINFECÇÃO

Densidade*	Coliformes Totais
< 1	9,3
1 - 2	7,6
3 - 10	11,0
11 - 50	33,0
> 50	39,1

* Organismos por 100 ml

TABELA 5

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS PROFUNDOS
DA GRANDE BH

Coliformes		Contagem de Bactérias	
Densidade*	%	Densidade**	%
< 1	38,0	< 1	4,0
1 - 2	16,0	1 - 100	45,0
3 - 10	8,0	101- 500	20,0
11 - 50	20,0	501-1000	6,0
> 50	18,0	>1000	25,0

* Organismos por 100 ml

** Número de colônias por ml.

TABELA 6

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RASOS
DA GRANDE BH

Coliformes		Contagem de Bactérias	
Densidade*	%	Densidade**	%
< 1	0,7	< 1	0
1 - 2	2,8	1 - 100	4,8
3 - 10	2,1	101- 500	10,3
11 - 50	13,1	501-1000	13,8
> 50	81,3	>1000	71,1

* Organismos por 100 ml

** Número de colônias por ml

TABELA 7

LEPTOSPIRAS E BACTÉRIAS COLIFORMES EM 50 AMOSTRAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE POÇOS PROFUNDOS NA ARGENTINA

Nº de Amostras	Leptospiras	NMP Coliformes por 100 ml
4	positivo	> 2,2
3	positivo	< 2
12	negativo	> 2,2
31	negativo	< 2

TABELA 8

RELAÇÃO CF/EF PARA SISTEMAS URBANOS DE ABASTECIMENTO ATRAVÉS DE POÇOS PROFUNDOS EM MINAS GERAIS

Relação	% Casos	Origem da Contaminação
< 0,7	55,6	Aves e animais domésticos
0,7 - 0,9	3,7	Predominância de aves e animais
1,0 - 1,9	16,7	Interpretação incerta
2,0 - 3,9	3,7	Predominância de fezes humanas
> 4,0	20,3	Fezes humanas

CF = Coliformes Fecais
EF = Estreptococos Fecais

TABELA 9

RELAÇÃO DE CIDADES MINEIRAS ABASTECIDAS POR ÁGUA
SUBTERRÂNEA E RESPECTIVOS COEFICIENTES DE
MORTALIDADE GERAL E INFANTIL (1974)

CIDADE	COEFICIENTE DE MORTALIDADE ‰	
	GERAL	INFANTIL
Abadia dos Dourados	5,1	120,0
Baldim	5,8	25,9
Campo do Meio	9,1	78,1
Claro dos Poções	1,8	25,0
Conceição das Alagoas	6,5	123,0
Conceição do Pará	3,5	25,0
Cordisburgo	3,1	71,4
Engenheiro Navarro	4,7	44,9
Esmeraldas	5,8	54,9
Estrela do Indaiá	5,7	81,1
Iguatama	8,7	50,8
Inimutaba	6,8	76,9
Ipiacu	4,5	210,5
Lagoa da Prata	10,5	105,2
Lagoa Dourada	5,0	23,2
Matozinhos	7,8	13,5
Monte Belo	9,5	74,7
Paineiras	2,0	11,8
Paracatu	7,1	100,9
Paraopeba	6,9	125,0
Perdões	7,6	55,9
Pimenta	7,5	67,3
Pompêu	6,3	42,3
Presidente Olegário	1,9	35,2
Prudente de Moraes	8,7	74,5
Resende Costa	5,9	51,3
Santana de Cataguazes	5,4	51,1
Santa Rosa da Serra	2,0	17,5
Santa Vitória	4,3	177,9
Várzea da Palma	7,3	98,9
Vespasiano	7,2	78,2
Média	5,94	70,71
Desvio Padrão	2,32	46,45
Coefficiente de Variação	0,39	0,66

TABELA 10

RELAÇÃO DE CIDADES MINEIRAS SEM SISTEMA PÚBLICO
DE ABASTECIMENTO E RESPECTIVOS COEFICIENTES
DE MORTALIDADE GERAL E INFANTIL (1974)

CIDADE	COEFICIENTE DE MORTALIDADE ‰	
	GERAL	INFANTIL
Águas Formosas	3,4	82,7
Ataléia	3,3	62,2
Augusto de Lima	3,8	22,7
Canápolis	4,5	120,0
Carrancas	5,1	40,3
Centralina	6,0	113,7
Coluna	5,4	63,0
Comendador Gomes	2,5	120,0
Divino das Laranjeiras	4,1	29,4
Engenheiro Caldas	6,9	40,2
Frei Inocência	6,1	72,3
Itabirinha de Mantena	5,4	22,4
Itambé do Mato Dentro	5,4	72,3
Itaobim	8,7	225,0
Iturama	3,0	91,6
Moeza	10,3	129,6
Monjolos	4,5	47,6
Novo Cruzeiro	3,1	68,5
Patrocínio de Muriaé	6,5	77,9
Paulistas	8,4	43,5
Planura	3,7	48,8
Poté	4,9	12,2
Quartel Geral	5,4	11,4
Romaria	11,7	150,0
São João do Oriente	2,9	29,2
São José do Divino	3,9	33,6
São José do Jacuri	5,6	26,0
Serra dos Aimorés	13,0	128,1
Virgolândia	1,5	32,3
Média	5,48	69,53
Desvio Padrão	2,72	49,20
Coefficiente de Variação	0,50	0,71