

ASPECTOS HIGIÊNICO-SANITÁRIOS DA ÁGUA DE POÇOS CAVADOS EM DIFERENTES ÁREAS SÓCIO-ECONÔMICAS DE SÃO PAULO*

Nilva Aparecida R. PEDRO**
Tereza Atsuko KUSSUMI**
Dilma Scala GELLI**
Mitie KAWANO**
Aldo de SOUZA**

RIALA6/639

PEDRO, N.A.R.; KUSSUMI, T.A.; GELLI, D.S.; KAWANO, M. & SOUZA, A. — Aspectos higiênico-sanitários da água de poços cavados em diferentes áreas sócio-econômicas de São Paulo. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 48(1/2):21-27, 1988.

RESUMO: Foram analisadas 248 amostras de água de poços cavados durante o período de um ano, coletadas de 12 pontos de cada uma das duas regiões sócio-econômicas distintas: *a*, com redes de abastecimento de água tratada e serviço de esgoto recém-instaladas e *b*, sem estes serviços de saneamento. As amostras de cada ponto foram obtidas mensalmente. Os dados das determinações químicas mostraram que na região *a*, os níveis de nitrogênio obtidos pela análise química foram baixos e que, na região *b*, estes níveis foram significativos. Pela análise microbiológica, verificou-se que a presença de bactérias do grupo coliforme e dos indicadores de contaminação de origem fecal foram relativamente constantes; diferindo a distribuição de bacteriófagos anti-*Escherichia coli* e *Shigella sonnei* nas duas regiões, assim como a incidência de coliforme de origem fecal nos meses de inverno, em especial na região *b*.

DESCRITORES: águas de poço, determinações químicas e microbiológicas; águas de poço, ciclo de nitrogênio, poluição microbiana em.

INTRODUÇÃO

A análise química e microbiológica da água tem por objetivo a qualificação da mesma, em termos geológicos e higiênico-sanitários. As determinações laboratoriais consideram ambos os aspectos.

Os compostos nitrogenados têm interesse especial. Ocorrem naturalmente no ambiente, em concentrações baixas. Quando estes níveis estão elevados, podem proceder do uso de fertilizantes na agricultura, de detritos animais e vegetais decompostos e de resíduos industriais. Estas contaminações podem penetrar através da superfície ou infiltrar-se no solo, de forma a alcançar o aquífero subterrâneo e, portanto, as águas de poços.

Estes compostos podem ser encontrados nos diversos estágios de decomposição a partir das matérias orgânicas nitrogenadas: amoniacal, albuminóide, nitrito e nitrato. O consumo de nitrato pode ser prejudicial à saúde, provocando o aparecimento de metahemoglobinemia^{1,5,7,10} e, possivelmente, também a formação de nitrosaminas consideradas carcinogênicas^{5,8,9,16}. Já foram registradas intoxicações graves, às vezes fatais, em crianças de até 3 meses de idade, pelo consumo da água contendo acima de 10 mg de nitrato $\text{NO}_3\text{-N}/\text{l}^5$.

No que diz respeito à análise microbiológica, pela legislação brasileira¹², é considerada não potável a água que apresentar bactérias do grupo coliforme em 100 ml da amostra¹². Entretanto, os coliformes

* Trabalho realizado na Seção de Águas e Seção de Microbiologia Alimentar do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP.

** Do Instituto Adolfo Lutz.

de origem fecal, em especial, a *Escherichia coli*, são os indicadores mais comuns da presença de microorganismos que possam afetar a saúde do consumidor e para caracterização de poluição originária de dejetos fecais de animais de sangue quente^{3,6}. A *E. coli* normalmente não se multiplica e não se mantém viável na água ambiental, tanto por razões de baixas concentrações de nutrientes, como da temperatura adversa².

Os bacteriófagos fecais são formas virais que podem lisar e destruir formas bacterianas. A origem é também de matéria fecal. Como a *E. coli*, não se multiplica no ambiente, porém se mantém por períodos mais longos de tempo. São mais resistentes que a *E. coli* e os estreptococos de origem fecal tanto aos agentes químicos como aos físicos de desinfecção¹⁴. Apesar de ainda não estar bem esclarecido o seu papel de indicador, está intimamente relacionado com a presença de outros vírus entéricos. De qualquer forma, seriam parâmetros considerados mais rígidos na avaliação rotineira da qualidade da água. Pode indicar ainda, as características da flora intestinal da população que originou a contaminação fecal às águas, de acordo com a especificidade de ação sobre espécies bacterianas.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a presença de contaminantes de origem fecal de água de poços cavados em duas regiões periféricas da cidade de São Paulo: Cotia, com rede de água tratada e de esgoto recém-instaladas, e Guarulhos, sem estes serviços básicos de saneamento. As coletas de amostras foram semanais, durante o período de um ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas 248 amostras de águas, procedentes de 24 pontos de coleta, sendo 12 da região de Cotia e 12 da região de Guarulhos (Bonsucesso). A amostra de cada ponto foi obtida todo mês.

As amostras foram acondicionadas e transportadas em frascos de vidro neutro. Para as determinações químicas, foram coletadas cerca de 2 l de amostra e, para a microbiológica, cerca de 500 ml, em frascos de respectivamente, 2,5 l e de 125 ml, de vidro neutro, com tampa esmerilhada e esterilizados. As amostras foram transportadas sob refrigeração (4 a 8°C). As análises foram iniciadas imediatamente após o recebimento da amostra pelo laboratório.

Os métodos utilizados para as determinações químicas estão descritos na "Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz"¹². A precisão dos métodos utilizados é de: nitrogênio amoniacal $\pm 0,01$ mg $\text{NH}_3\text{-N/l}$, nitrogênio nitroso $\pm 0,01$ mg

$\text{NO}_2\text{-N/l}$, nitrato $\pm 0,01$ mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$, cloretos $\pm 0,1$ mg Cl^-/l .

O transporte e as determinações bacterianas foram feitas de acordo com os métodos descritos no "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater"¹¹, técnica de tubos múltiplos, usando-se caldo sulfato de lauril para os coliformes e complementação em caldo E.C. (*Escherichia coli*) para a pesquisa dos coliformes de origem fecal. A confirmação dos tubos positivos de caldo de E.C. foi feita em ágar EMB-Levine, e a caracterização das colônias suspeitas foi obtida no meio de Rugai e em caldo lactosado⁴. A pesquisa de bacteriófagos foi realizada conforme descrito por Serres e col.¹⁵, tendo sido usado cepa de *E. coli* 5530 e de *Shigella sonnei* 6310 da Coleção de Culturas do Instituto Pasteur de Paris.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e a incidência de amostras de acordo e em desacordo com a legislação, quanto aos resultados de análise química, encontram-se relacionados nas tabelas 1, 2 e 3. Considerou-se como período de inverno os meses de maio a agosto e como de verão os demais meses do ano. As amostras foram obtidas no período de outubro de 1985 a outubro de 1986.

A tabela 4 mostra os resultados de análise microbiológica e apresenta a incidência de amostras positivas/total analisadas (e percentagem) para as bactérias do grupo coliforme de origem fecal e de bacteriófagos fecais-colifagos e Shigelafagos; por região e época sazonal. Presença em 100 ml.

O saneamento básico na região de Guarulhos é deficiente, e com frequência são encontrados poços cavados a pouca distância de fossas negras. O nível de contaminação mais acentuado foi de nitrogênio nítrico, tendo sido encontrados teores de até 26,0 mg por litro. O teor máximo tolerado pela legislação brasileira é de 10,0 mg por litro¹³. Constatou-se que 33% dos poços continham teores acima do tolerado, nos meses de verão; nos meses de inverno essa incidência se reduzia a 17%. Quanto ao nitrogênio nitroso, 11% dos poços apresentaram teores acima do tolerado no verão, sendo que, nos meses de inverno, todos apresentaram valores tolerados. Excepcionalmente, verificou-se que 20% dos poços apresentaram teores acima do tolerado, tanto no verão quanto no inverno, para o nitrogênio amoniacal¹³.

Em Cotia, onde parte da população ainda faz uso de água de poço, até completa adequação à rede de distribuição de água recém-instalada, os níveis de contaminação foram baixos, inclusive no verão,

TABELA 1

Média dos resultados químicos por ponto da região de Cotia

Local	Período da coleta	Nam (mg/l)	Nalb (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
1	V	0,02	0,02	0,00	0,06	2,8
1	I	0,00	0,00	0,00	0,13	2,4
2	V	0,04	0,07	0,00	0,01	2,6
2	I	0,03	0,03	0,00	0,11	2,7
3	V	0,01	0,02	0,00	1,47	3,9
3	I	0,00	0,00	0,00	0,79	6,0
4	V	0,15	0,13	0,00	0,08	2,5
4	I	0,00	0,00	0,00	0,12	3,5
5	V	0,03	0,03	0,00	0,07	3,4
5	I	0,00	0,00	0,00	0,13	3,5
6	V	0,01	0,01	0,00	0,21	3,4
6	I	0,00	0,00	0,00	0,17	3,1
7	V	0,06	0,07	0,01	0,99	4,8
7	I	0,00	0,00	0,00	0,76	4,0
8	V	0,00	0,01	0,00	0,69	2,9
8	I	0,00	0,00	0,00	0,63	3,3
9	V	0,10	0,11	0,01	7,64	14,4
9	I	0,00	0,00	0,00	5,88	17,5
10	V	0,00	0,02	0,00	0,77	2,3
10	I	0,00	0,00	0,00	0,51	2,6
11	V	0,00	0,01	0,00	0,11	2,0
11	I	0,00	0,00	0,00	0,13	1,6
12	V	0,01	0,01	0,00	0,15	2,1
12	I	0,00	0,00	0,00	0,12	2,5

Meses de inverno (I): maio a agosto.

Meses de verão (V) : demais meses durante o período anual.

tendo sido constatada apenas uma amostra com teor de nitrato acima do tolerado naquela estação do ano. Nenhum poço apresentou teor de nitrogênio nitroso acima do valor máximo tolerado pela legislação durante o período considerado. Nos meses de verão, 11,5% dos poços apresentaram nitrogênio amoniacal, e no inverno esta incidência se reduziu a 1%. Para o nitrogênio albuminóide, 6% dos pontos de coleta apresentaram valores acima do tolerado nos meses de verão, enquanto no inverno todos se enquadraram na legislação vigente, quanto a este parâmetro¹³. Nas tabelas 1 e 2 estão expressos os resultados das médias por ponto de coleta. Na tabela 3 está a percentagem de pontos aprovados ou não, considerando-se os níveis legais tolerados. Em ambas as regiões, o número de poços não aprovados foi maior no verão.

Para a obtenção dos dados da análise microbiológica, considerou-se as bactérias do grupo coliforme de origem fecal ou não^{1,4,11}, conforme descrito no item Materiais e Métodos. Os bacteriófagos causaram lise completa da cultura correspondente (*E. coli* e/ou *Shigella sonnei*)¹⁵. As lises incompletas foram confirmadas por microscopia eletrônica, quando se evidenciou as formas virais.

Os coliformes de origem fecal, na região de Guarulhos, mostraram queda moderada nos meses de inverno; o mesmo não ocorrendo na região de Cotia.

Em Guarulhos, onde as águas de poços estavam sendo efetivamente usadas, os resultados foram variáveis de acordo com a estação do ano, por proces-

TABELA 2

Média dos resultados químicos por ponto da região de Guarulhos

Local	Período da coleta	Nam (mg/l)	Nalb (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
1	V	0,01	0,01	0,00	8,03	13,3
1	I	0,00	0,01	0,00	4,16	14,4
2	V	0,00	0,01	0,01	7,77	21,4
2	I	0,00	0,00	0,00	4,15	14,1
3	V	0,02	0,02	0,00	1,52	3,3
3	I	0,02	0,01	0,00	1,13	7,0
4	V	0,10	0,06	0,00	10,38	19,7
4	I	0,02	0,02	0,00	5,00	13,3
5	V	0,06	0,05	0,00	3,33	6,6
5	I	0,08	0,03	0,00	2,05	5,0
6	V	0,06	0,01	0,00	8,51	10,1
6	I	0,02	0,02	0,00	4,80	13,5
7	V	1,59	0,15	0,00	0,11	17,7
7	I	1,43	0,13	0,00	0,12	11,5
8	V	0,51	0,13	0,01	25,12	32,3
8	I	0,34	0,22	0,00	0,22	5,0
9	V	25,21	0,29	1,25	25,81	64,4
9	I	11,63	0,24	0,02	10,00	38,5
10	V	0,04	0,04	0,00	23,25	119,3
10	I	0,09	0,05	0,00	13,95	156,8
11	V	0,00	0,05	0,00	1,14	5,4
11	I	0,09	0,05	0,00	0,60	4,0
12	V	0,00	0,01	0,00	3,82	9,9
12	I	0,09	0,05	0,00	2,34	6,9

Meses de inverno (I) : maio a agosto.

Meses de verão (V) : demais meses durante o período anual.

TABELA 3

Incidência das amostras de acordo, em desacordo, segundo a legislação

Período	Cotia			Guarulhos		
	Amostras			Amostras		
	Total nº	Desacordo nº (%)	Acordo nº (%)	Total nº	Desacordo nº (%)	Acordo nº (%)
Verão	80	14 (17,5)	66 (82,5)	53	34 (64,2)	19 (35,8)
Inverno	43	1 (2,3)	42 (97,7)	40	16 (40,0)	24 (60,0)

TABELA 4

Incidência de amostras positivas/total analisadas (e percentagem)

Bactérias e fagos	Cotia			Guarulhos		
	nº e (%) de amostras			nº e (%) de amostras		
	Total	Verão*	Inverno*	Total	Verão*	Inverno*
C	74/86 (86,05)	56/65 (86,15)	18/21 (85,71)	54/73 (73,97)	42/56 (75,00)	12/17 (75,59)
CF	34/86 (39,53)	26/65 (40,00)	8/21 (38,09)	33/73 (45,20)	27/56 (48,21)	6/17 (35,29)
BEC	12/81 (14,00)	9/60 (15,00)	3/21 (14,28)	1/50 (2,00)	1/31 (3,22)	0/19 (0,00)
BS	7/81 (0,86)	7/60 (11,00)	0/21 (0,00)	6/50 (12,00)	1/31 (3,22)	5/19 (26,31)

* Inverno: meses de maio, junho, julho e agosto.

* Verão: meses de janeiro a abril e de setembro a dezembro.

C: Bactérias do grupo coliforme

CF: Bactérias do grupo coliforme de origem fecal

BEC: Colifago

BS: Shigelafago

so de esgotamento e substituição de água e de contaminantes. Os resultados de coliformes de origem fecal e de presença de bacteriófagos fecais nos meses de inverno e de verão são indicativos desta ocorrência e da presença de bacteriófagos fecais nos meses de origem fecal, há aumento significativo de bacteriófagos fecais anti-*Shigella*.

Na região de Cotia, onde a utilização da água deveria ser em menor quantidade, os contaminantes se mantiveram em níveis próximos nos meses de inverno e verão. Este fato sugere a presença de fonte de contaminação contínua, talvez por esgoto ainda não depurado. Esta região apresentou incidência maior de colifagos do que a região de Guarulhos. Este dado permite considerações a respeito da flora bacteriana intestinal da população local — a *E. coli* predominante, portanto flora normal, com conseqüente incidência maior de fagos para esta bactéria. Os dados sugerem alteração da flora intestinal, com introdução da *Shigella* sp, nos meses de verão.

Os resultados de incidência de bacteriófagos, portanto, permite discussão sobre os aspectos da flora intestinal das populações de classe a e b. Nesta última, a incidência de colifagos é menor que a de

fagos anti-*Shigella sonnei*, sugerindo tratar-se de população carente, com flora intestinal alterada e condições de higiene precárias, onde a *Shigella*, patógeno exclusivamente humano, está presente. Os fagos estão associados às bactérias que as lisam, uma vez que só se multiplicam no interior das mesmas. A menor incidência de colifagos se associa naturalmente a quantidade menores de *E. coli* no material fecal e vice-versa.

Quando aos coliformes totais, verificou-se sua presença, com pequena variação nos meses de inverno/verão em ambas as localidades.

O processo de decomposição de material orgânico é acelerado em temperaturas mais elevadas. O aparecimento de maiores concentrações de espécies nitrogenadas no nitrato, nos meses de verão, é bastante evidente nos resultados obtidos. Entretanto, houve evidência química de intermitência de poluição das águas, pela presença em níveis equivalentes, de nitrogênio amoniacal em ambas as épocas estudadas — temperatura ambiental quente e/ou de inverno — e aumento de nitrogênio albuminóide nos meses de inverno, no que se refere à região b, que estava efetivamente utilizando a água de poços.

CONCLUSÃO

1. As determinações químicas permitem concluir a maior influência de valores ambientais nos níveis de contaminação.
2. Em nosso meio, no que se refere aos anos em estudo (1985/1986), a poluição das águas por agentes microbianos não mostrou diferença significativa nos meses de inverno/verão. Este fato está provavelmente associado à constância de poluição, o que também indica a presença de nitrogênio amoniacal e nitrogênio albuminóide.
3. É necessária infra-estrutura de saneamento nas localidades carentes, da região *b*, pela evidência

de introdução e instalação de agentes entéricos responsáveis por patologias na comunidade.

4. É importante efetuar levantamentos de maior abrangência — período e área — para o correto dimensionamento do problema, inclusive com associação da incidência de patologias entéricas nas comunidades das regiões *a* e *b*.

Agradecimentos

Agradecemos à Seção de Meios de Cultura pelo preparo dos meios utilizados e pela desinfecção, lavagem e esterilização da vidraria; aos Técnicos de Laboratório: José A. Marchi, Denis F. da Silva e Roberto Cotrim pela coleta das amostras de água e à Seção de Microscopia Eletrônica.

RIALA6/639

PEDRO, N.A.R.; KUSSUMI, T.A.; GELLI, D.S.; KAWANO, M. & SOUZA, A. — Sanitarian aspects of well's water of different social-economical areas in São Paulo, Capital. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 48(1/2):21-27, 1988.

ABSTRACT: It was analysed 248 samples of well's water in two areas: one considered as a middle-high social community, with treated water supply and wastewater disposal recently provided, and the other considered as a middle-low social area, without those sanitarian services. This research was conducted during 12 months, with weekly collectings of 12 points in each area, seeking to observe the monthly data of each point. The analytical determinations were chemical and microbiological. Results indicated low, practically insignificant, chemical contamination by ammoniacal and albuminal nitrogen, nitrite and nitrate in well's water from the area classified as middle-high. Otherwise, these contaminants were found in significant levels in well's water from the other area. The microbiological study has shown the presence of group coliform bacteria, fecal origin coliforms and bacteriophages anti *Escherichia coli* and *Shigella sonnei* in both areas. The phage distribution was not similar in these areas. Coliphage's quote was higher in the middle-high social community, where *Shigella*-phage was only found in summer months. In the other area, *Shigella*-phage was more frequent in winter months, when it was observed a depression of fecal origin coliforms.

DESCRIPTORS: waters, well, chemical and microbiological determinations; waters, well, nitrogen cycle, microbial pollution.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION — *Standard methods of water and wastewater*. 16th ed. Washington, APHA, 1985. p.373-412; 870-82.
2. DEANER, D.G. & KERRI, K.D. — Regrowth of fecal coliforms. *J. amer. Water Works Assoc.*, 61:465, 1969.
3. GELDREICH, E.G. — Conventional bacteriological indicators of the water quality; In: SEMINARY ON MICROBIAL INDICATORS OF POLLUTION & HEALTH HAZARDS, São Paulo, 1978. [Mimigr.]
4. GELLI, D.S.; TACHIBANA, T. & SAKUMA, H. — Ocorrência de *Vibrio parahemolyticus*, *Escherichia coli* e de bactérias mesófilas em ostras. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 39:61-6, 1979.
5. HANDBOOK of public water systems. Edited by Robert B. Williams & Golda L. Culp. New York, Van Nostrand, 1986. p.25-6.
6. HENDRICKS, C.W. — Increased recovery rate of *Salmonellae* from stream bottom sediments versus surface waters. *Appl. Microbiol.*, 21:379-80, 1971.
7. HUNTER, H. & COMLY, Y.D. — Cyanosis in infant caused by nitrites in well water. *J. amer. med. Assoc.*, 129:111-6, 1945.

PEDRO, N.A.R.; KUSSUMI, T.A.; GELLI, D.S.; KAWANO, M. & SOUZA, A. — Aspectos higiênico-sanitários da água de poços cavados em diferentes áreas sócio-econômicas de São Paulo. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 48(1/2):21-27, 1988.

8. KOSAKA, H. & TYUMA, I. — Mechanism of auto-catalytic oxidation of oxyhemoglobin by nitrite. *Environ. Health Perspect.*, 73:147-51, 1987.
9. LIJINSKY, W. & EPSTEIN, S.G. — Nitrosamines as environmental carcinogens. *Nature (Lond.)*, 225:21-3, 1970.
10. NICHOLS, M.S. — Nitrate in the environment. *J. amer. Water Works Assoc.*, 57:1319-27, 1965.
11. RUGAI, E. & ARAUJO, A. — Meio de cultura para identificação presuntiva de bacilos intestinais gram-negativos. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 28:79-83, 1968.
12. SÃO PAULO. Instituto Adolfo Lutz — *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. v.1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 1985. p.302-30.
13. SÃO PAULO. Leis, decretos etc. — Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1978. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 1979. p.280-2. [NTA 60]
14. SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DE CONTAMINAÇÃO, São Paulo, 1978. *Conclusões e Recomendações*. São Paulo, CETESB, 1978. 37p.
15. SERRES, L.; AMARIGLIO, A. & PETRANSXIE-NE, D. — *Contrôle de qualité des produits laitiers*. Tome 2: *Analyse microbiologique et analyse sensorielle*. Issy-les-Moulineaux, Ministère de l'Agriculture (1973). [MICR-IV-A]
16. YOSHIDA, K. & KOSAMA, K. — Biotransformation of nitric oxide. *Environ. Health Perspect.*, 73:201-6, 1987.

Recebido para publicação em 13 de janeiro de 1988.

