



SOBRE A POLUIÇÃO BACTERIOLÓGICA E CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS

por

MÁRIO ALBERTO ALVES DE OLIVEIRA SALGUEIRO

Geólogo

SUMÁRIO

Este trabalho de índole didáctica versa sobre poluição de águas por microrganismos. Inicia-se por generalidades sobre bacteriologia das águas, suas fontes poluentes, progressão de microrganismos na água e nos solos e condicionamento a factores naturais. O tema prossegue sobre poluição por bactérias e virus fecais, salientando-se os grupos dos coliformes, dos estreptococos e dos clostrídios, e termina com algumas referências a exames bacteriológicos e padrões de potabilidade de águas.

ABSTRACT

This paper is a didactic note about water pollution by microorganisms. With an introduction over generalities in bacteriology of pollution sources and progression of microorganisms in water and soils, and its dependence on natural factors, the theme proceeds on the pollution by faecal bacteria and virus, pointing out some of their groups. At last, bacterial observations and patterns of water potability are presented.

ASPECTOS GENÉRICOS DA BACTERIOLOGIA DA ÁGUA

Através dos tempos a água foi sempre o líquido natural utilizado como bebida pelos seres humanos. Actualmente, o conhecimento científico da transmissão de doenças infecciosas por via hídrica veio desenvolver a prática de exames físicos, químicos, microscópicos e bacteriológicos para controle sanitário da água. Destes exames, o bacteriológico reveste-se de especial importância por ser o de maior valor imediato para concluir se uma água está ou não livre de poluição de bactérias ou de vírus patogénicos, nomeadamente os fecais.

A água atmosférica, inicialmente estéril, pode durante a queda arrastar bactérias suspensas no ar. Trata-se no geral de bactérias não patogénicas de número muito reduzido, por vezes inferior a 1b/ml. No aproveitamento destas águas, a contaminação surge eventualmente na colecta e armazenamento.

As águas superficiais, de grande variabilidade, são as mais utilizadas pelo homem. Cursos de montanha podem conter 10 b/ml, e pequenos cursos de água de zonas desabitadas podem conter 10 a 20 b/ml. Rios não poluídos apresentam teores bacteriológicos da ordem de 100 a 500 b/ml, e rios originariamente poluídos pelo solo apresentam índices bacteriológicos mais elevados nas épocas de chuvas.

Em grandes centros urbanos a água de um rio, no ponto em que recebe esgotos domiciliários, pode ultrapassar índices da ordem de 3×10^6 b/ml. De notar que a autopurificação diminuirá progressivamente a concentração de bactérias, por vezes de modo significativo, unicamente após 10 ou 20 km de distância.

As águas de profundidade que perculam nas camadas geológicas mostram, em poços ou fontes, graus de pureza que

são função da filtragem sofrida no solo. O solo arenoso poderá filtrar em 4 metros, mais de 30 % das bactérias, resultando água quase estéril. O solo calcário que apresenta fendas de extensão variável, torna-se o menos filtrante.

A água de fonte ou de poço muito raso, se o lençol for muito superficial, pode apresentar número muito variado de bactérias com carga máxima após as primeiras chuvas.

Na zona não saturada do solo as bactérias e vírus têm deslocamento descendente e lateral e movem-se no sentido do fluxo do aquífero.

O esquema gráfico que se segue ao texto, posiciona a zona de segurança provável para instalação de poços de captação de água, para uso particular, em função da distância da fonte de poluição bacteriana e da granulometria das partículas do solo.

O melhor diâmetro de grãos minerais, para depuração de bactérias, tem o valor de 0,17 mm.

A experiência clássica de Ditthorh, em 1909, descreve a injeção de bactérias num poço de 59 metros de profundidade e o seu aparecimento num poço de observação a 20 metros de distância, após o decorrer de 20 dias.

Stilles e Crohurst, em 1928, observaram, por processo idêntico, períodos de progressão da ordem de 7 semanas na extensão de 20 metros de aquífero, para bacilos fecais do tipo *Streptococos*.

Preferencialmente, em climas quentes onde a vida das bactérias num aquífero pode chegar a 5 anos, a taxa de progressão, distância - tempo, é função do diâmetro dos grãos da rocha reservatório podendo observar-se, para valores entre 0,21 a 0,71 mm, bactérias percorrendo 30 metros em 33 horas.

FACTORES NATURAIS CONDICIONANTES DA BACTERIOLOGIA

A existência de factores diversos na água condiciona as espécies bacterianas presentes, a frequência de cada uma e o número total de bactérias.

De entre eles, a chuva, por exemplo, pode provocar enxurradas que arrastam bactérias originárias do solo. Quando este é cultivado pode conter cerca de 50×10^9 b/g, das quais várias espécies desenvolvem grande capacidade de sobrevivência e reprodução na água.

A presença de nutrientes vinculados a águas ricas em matérias orgânicas pode desenvolver um bom meio de nutrição bacteriana.

A temperatura condiciona o desenvolvimento preferencial de certas espécies, como nas bactérias saprófitas, para valores entre 20° e 25° C.

O oxigénio dissolvido é agente responsável pela quantidade de bactérias aeróbias, que são a maioria.

Por sua vez a presença de protozoários na água é factor a salientar, pois estes alimentam-se de bactérias.

De considerar ainda a radiação U.V., o pH e a salinidade.

FLORA BACTERIANA AUTÓCTONE DE ÁGUAS DE SUPERFÍCIE

Trata-se de flora específica, nomeadamente de espécies bacterianas originárias do solo.

Citam-se bactérias do ferro que depositam Fe a partir de compostos de Fe livres e se multiplicam rapidamente. Conferem cor avermelhada e mau gosto e odor à água, como sejam os géneros *Sphaerotillus*, *Leptothrix*, *Crenothrix* e *Clono-*

SOBRE A POLUIÇÃO BACTERIOLÓGICA E CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

trix. Podem utilizar Fe no metabolismo, os gêneros *Caulobacter*, *Gallionella*, *Sideronema*, *Ferribacterium*, *Siderococcus* e *Siderobacter*, ocasionando a *Gallionella*, eventualmente, depósitos e incrustações de Fe em canalizações.

Bactérias que fazem síntese do enxofre, podem ocasionar deteriorização de estruturas de betão como os *Thiobacillus*. As *Baggiatoa alba* e *Thiothrix nivea* podem ainda obstruir canalizações.

Ocasionalmente, bactérias do Fe e do S podem crescer abundantemente e conferir mau gosto e odor à água, devido à sua decomposição, por outras bactérias, quando morrem.

BACTÉRIAS DO SOLO E OUTRAS

Águas com poluição bacteriológica originária apenas do solo não oferecem perigo algum pois geralmente transportam bactérias não patogénicas, fixadoras do azoto, que tomam parte no ciclo natural da decomposição da matéria orgânica, como as nitrosomonas e nitrobactérias, e algumas bactérias saprófitas.

Pequeno número de bactérias do solo, no geral anaeróbias, são no entanto patogénicas. São esporuladas, como o género *Clostridium*, agente do tétano e do botulismo e o *Bacillus anthracis*, agente do carbúnculo intestinal.

Bactérias derivadas de cadáveres em decomposição não oferecem perigo. São não esporuladas e morrem rapidamente no solo.

Bactérias e virus, estes de menor tamanho (da ordem de 0,08-0,7 μ .), podem ter grande sobrevivência no solo chegando a atingir alguns anos. Devido a enxurradas, os solos são lavados e estes organismos contaminarão os aquíferos, percorrendo os virus maiores distâncias que as bactérias devido às suas dimensões.

Os seres humanos poderão ser vítimas de doenças, provocadas por microorganismos transportados pela água, tais como:

cólera, febre tifóide, febre para-tifóide, disenteria bacilar, etc., provocadas por bactérias; hepatite infecciosa e poliomielite provocadas por vírus; esquistossomiase provocada por vermes; e muitas outras, como infecções de ouvidos, olhos, nariz e garganta, perturbações gastro-intestinais, cáries dentárias, bócio, fluorose, etc., etc.

RISCO DE SAÚDE POR BACTÉRIAS E VÍRUS FECAIS NA ÁGUA

Todo o risco de infecção por ingestão de água, pode afirmar-se ser devido a microorganismos patogénicos com origem em dejectos fecais e de urina, humanos ou animais, de indivíduos doentes ou portadores de germes. São bactérias e vírus que originam nos seres humanos a maioria das doenças já referidas. A transmissão de doenças infecciosas intestinais por ingestão de água é dominante.

Em princípio, conclui-se que uma água não é potável quando se sabe que houve poluição fecal, procurando-se então as bactérias fecais por processos bacteriológicos.

As fezes têm grande número de bactérias aeróbias e maior número ainda de bactérias anaeróbias. Fezes humanas e de animais de sangue quente são riquíssimas em bactérias tais como :

1) *Coliformes*

Os coliformes são na generalidade bacilos gram-negativos, não formadores de esporos, aero ou anaeróbios e fermentadores de lactose com formação ou não de gás. São ainda um dos

grupos que confere os maiores índices de poluição fecal à água, existindo em elevado número nas fezes e sendo facilmente isolados da água e identificados por técnicas bacteriológicas rápidas e económicas, nos exames de rotina de controle sanitário.

A mais importante das bactérias coliformes que se apresenta nas fezes é a *Escherichia coli*. Citam-se ainda citrobactérias, a *Enterobacter cloacae*, e a *Klebsiella pneumoniae*, entre outras.

Cerca de 95 % dos coliformes presentes em fezes humanas ou animais são de *E. coli*. Alguns tipos destes parasitas intestinais são patogénicos para o homem provocando gastro-enterites ou outras infecções. Os demais coliformes são, mais frequentemente, originários do solo ou de certos vegetais.

Os coliformes constituem bons índices de poluição de águas porque diminuem o seu número em sintonia com a redução do número de bactérias patogénicas intestinais. Assim, por exemplo, o coeficiente de mortalidade de *E. coli* na água é igual ao das bactérias patogénicas intestinais, nomeadamente a *Salmonella typhi*.

Na grande maioria dos países, embora métodos actuais diagnostiquem com muita segurança se uma água é ou não portadora de *E. coli*, dá-se no entanto preferência à pesquisa de coliformes totais, e sempre que uma água tenha coliformes considera-se suspeita. A detecção de qualquer coliforme é índice de probabilidade de existência de microorganismos intestinais patogénicos na água, quer se trate de *Salmonella*, de *Shigella*, de vírus, ou de *E. coli* patogénico.

Doenças como febre-tifóide, febre para-tifóide, disenterias bacilares, hepatite A, e, sob reserva, poliomielite, que a água tem transmitido sob forma epidémica, são no geral exclusivamente humanas.

As salmoneloses gastro-enterítico-diarreicas provocadas por *Salmonellas* de origem animal, provêm quase sempre da ingestão de alimentos contaminados que as possuem em grande número, aumentando o perigo em crianças de pouca idade.

Registam-se porém casos de surtos de gastro-enterites, mesmo atingindo populações adultas, provocados por Salmonellas de origem animal disseminadas por via híbrida.

O maior risco para a saúde humana advém da presença na água de fezes humanas e não de animais. Não há processo bacteriológico que distinga a origem humana ou animal de um coliforme, e o conhecimento da origem predominantemente humana ou animal da poluição fecal da água faz-se por determinação simultânea do número de coliformes e do número de estreptococos fecais, presentes.

Na realidade, outras bactérias há, não coliformes, que têm as fezes como habitat, nomeadamente os entero e estreptococos fecais, que se encontram sempre em menor número.

A avaliação do número de coliformes nas fezes é, no geral, feita pela técnica de cálculo da média geométrica. Salientam-se para os seres humanos valores da ordem de $1,0 \times 10^7/g$ para coliformes, e de $1,0 \times 10^6/g$ para enterococos, e para bovinos valores da ordem de $1,0 \times 10^6/g$ para coliformes, e de $1,0 \times 10^5/g$ para enterococos.

2) *Enterococos*

Tal como os coliformes, são bons indicadores de poluição fecal sendo revelados por técnicas recentes muito simples e económicas. Os enterococos aero ou anaeróbios são do grupo sorológico com antigénio D — polissacarídeo — e designam-se indistintamente por estreptococos fecais e por estreptococos do grupo D.

Nos métodos padrões a expressão «membros do grupo Enteroco» foi substituída por «grupo estreptocócico fecal» e adoptou-se o termo «estreptococos fecais» no lugar de «enterococos».

Incluem as espécies: *S. faecalis*, *S. faecalis* var. *liquefaciens* e var. *zymogenes*, *S. durans*, *S. bovis*, *S. equinus*, *S. avium*, etc.

Os estreptococos fecais raramente se multiplicam na água, e várias espécies têm muito menor sobrevivência na água que os coliformes, pelo que indicam na generalidade poluição fecal muito recente.

A presença na água de *S. bovis* ou *S. equinus* indica poluição fecal por animais de sangue quente.

O *S. faecalis* var. *liquefaciens* não tem significado sanitário dada a sua ubiquidade, e ocorre mais frequentemente em vegetais.

O cálculo da razão da densidade dos coliformes fecais (d), pela dos estreptococos fecais (d'), indica o predomínio de poluição fecal humana ou animal. Em fezes humanas e esgotos domiciliares: $d/d' > 4$. Em fezes animais, efluentes de matadouros, de propriedades de gado ou mesmo avícolas: $d/d' < 0,7$. Idêntico parâmetro regista-se em esgotos de galerias pluviais, por poluição fecal de cães, gatos, roedores, etc.

3) *Clostridium welchii* (*perfringens*)

É organismo esporulado, originário do solo, onde os esporos têm longa sobrevivência. Todas as pessoas têm *Clostridium* nas fezes pelo que, à priori, é indicador potencial de poluição fecal da água.

A sua presença indica na maioria das vezes poluição originária do solo, que pode ser remota. A não ser em solos ricos em matéria orgânica, nomeadamente fecal, a quantidade encontrada é sempre pequena. Esta espécie é frequente nas fezes de animais, nomeadamente no cavalo, devido à ingestão de ervas e partículas do solo.

A probabilidade de evidência de *Clostridium* na água aumenta sempre que esta tenha grau de poluição pequena, ou ainda poluição intermitente.

Os coliformes totais ou fecais, os estreptococos fecais e o *Clostridium* são os melhores índices de poluição fecal, e, a sua presença torna a água classificável de não potável e de potencialmente perigosa do ponto de vista infeccioso.

As técnicas bacteriológicas não são suficientemente sensíveis para evidenciar estas bactérias quando elas existem em quantidade ínfima na água.

O índice de coliformes totais, índice de poluição fecal, ou, por analogia, índice de contaminação, tem carácter somente potencial, isto é, a presença de coliformes torna a água unicamente suspeita. Além da poluição fecal, haverá de ter em conta a contaminação da água por microorganismos patogénicos.

APLICAÇÃO DE EXAMES BACTERIOLÓGICOS DA ÁGUA

Estes exames podem empregar-se em circunstâncias variadas, aplicados a finalidades específicas como sejam :

- 1) Verificação de potabilidade da água consumida como bebida. Entre eles, o exame bacteriológico das águas de abastecimento público processa-se com vista à determinação do número de bactérias presentes, de acordo com as normas do método estabelecido, e à enumeração ou estimativa do número de coliformes totais.
- 2) Controlo de águas de viveiros de peixes e ostras.
- 3) Controlo de águas de irrigação hortícola e de árvores de fruto.
- 4) Controlo de águas para indústrias de alimentos e de cosméticos.
- 5) Controlo do grau de poluição de águas para fins de recreio.

SOBRE A POLUIÇÃO BACTERIOLÓGICA E CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

6) Determinação do grau de poluição de águas para fins hidroterapêuticos.

7) Controlo de processos de tratamento de esgotos.

8) Efeito do lançamento de produtos orgânicos e outros sobre a flora bacteriana.

9) Investigação de fontes poluentes, nomeadamente em estudos epidemiológicos.

10) Estudos sobre densidade e efeito de certos grupos bacteriológicos, nomeadamente do Fe e do S, visando, por métodos padronizados, a enumeração, cultivo e evidenciação de bactérias do Fe e do S, e outras.

11) Estudos de interferência bacteriana em processos industriais.

ALGUNS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE E DE QUALIDADE

Estes padrões constituem normas que estabelecem parâmetros ou valores, que atribuídos a qualquer água a classificam de acordo com a finalidade da sua utilização.

Estas normas são aplicáveis, por exemplo, a águas de consumo público, que são captadas por quaisquer processos e são tratadas ou não, bem como a águas de consumo particular, de fontes naturais aflorantes ou de poços.

Quanto a características bacteriológicas, para águas de abastecimento público e de poços para consumo privado, exige-se ausência de germes coliformes em teste de 5 amostras de água de 10 ml cada, e para águas de fonte, de consumo privado, exige-se ausência de germes coliformes em 100 ml de amostra examinada.

Os parâmetros de qualidade aplicáveis a águas com poluição biológica, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, indicam, para águas canalizadas, ausência de *E. Coli* e de coliformes em 100 ml de água clorada, e ausência de *E. coli*, e coliformes em número menor ou igual a 3, em 100 ml de água não clorada. Para água potável de poços particulares, o número de coliformes deve ser menor ou igual a 10 em 100 ml.

As águas de consumo particular com valores diferentes das normas comuns fixadas podem, após tratamento adequado, deixar de ser consideradas impróprias para consumo. O mesmo se aplica a águas de fontes, embora neste caso não possam ser comercializadas.

Para as águas minerais e águas naturais de fonte, as características bacteriológicas que condicionam o estabelecimento de padrões de identidade e qualidade, exigem ausência de *E. coli* em 100 ml de água, quer no local de emergência, quer na água envasilhada. Para o controlo microbiológico as amostras serão colhidas no próprio local, no mínimo trimestralmente, e deverão ser analisadas até 4 horas após a colecta, ou, no máximo até 12 horas, quando mantidas a temperaturas não superiores a 4° C.

Os padrões bacteriológicos de qualidade de água para fins tecnológicos alimentares são mais exigentes que os de potabilidade, estabelecendo limites mais drásticos para o «número total» de bactérias ou de microorganismos em geral, e impondo restrições quanto à presença de certos grupos de bactérias e/ou de fungos. Assim, por exemplo, o padrão de 1974, em Portugal, estabelece que a água deve apresentar-se sem *E. coli* ou qualquer coliforme em amostras de volume de 100 ml, sem S. do grupo D em amostras de volume de 10 ml, sem clostrídios sulfito-redutores em amostras de 100 ml a 44° C, e com nível máximo de tolerância até 100 microorganismos mesófilos por cada 10 ml de amostra.

Padrões bacteriológicos de qualidade aplicáveis a águas interiores ou marinhas destinadas a recreação de contacto

SOBRE A POLUIÇÃO BACTERIOLÓGICA E CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS

primário, respeitam a valores atribuídos a pelo menos 80 % de amostras de 100 ml no mesmo «site», e permitem classificá-las em :

- | | | | |
|---------------|---|---|-----------------------|
| excelentes | : | máx 250 col. fecais; | máx 1.250 col. totais |
| boas | : | máx 500 » ; | máx 2.500 » |
| satisfatórias | : | máx 1.000 » ; | máx 5.500 » |
| suspeitas | : | máx 4.000 » ; | máx 20.500 » |
| más | : | 1) ultrapassam os índices bacteriológicos anteriores. | |
| | | 2) ocorrência regional de doenças transmissíveis por via hídrica. | |
| | | 3) recebimento de esgotos por meio de valas, cursos de água ou canalizações. | |
| | | 4) presença de resíduos ou despejos prejudiciais à saúde. | |
| | | 5) transparência < 1,0 m e pH (6,5 ou pH) 8,3. | |
| | | 6) presença de parasitas patogénicos ou seus hospedeiros intermediários infectados. | |
| | | 7) presença nas águas interiores de risco sanitário de esquistossomose. | |
| | | 8) Presença doutros factores que as contraindiquem. | |

Uma água para prática de natação, nomeadamente em piscinas, deve apresentar número total de bactérias < 200/100 ml, valor de cloro residual de 0,4 a 1,0 mg/l e pH = 7,0.

Águas oceânicas com número total de bactérias > 3.000/100 ml são impróprias para banho e são susceptíveis de contaminar ostrídeos, mariscos e peixes, nomeadamente com enterovírus ou vírus de hepatite.

A autodepuração bacteriológica em águas marinhas costeiras, é feita principalmente por radiações U.V. e ainda por antibióticos segregados por diatomáceas.

Os emissários de esgotos submarinos, devem ter os terminais nas áreas das baías onde haja a certeza prévia de fluxo contínuo para o mar. Por eles saem poluentes urbanos, e de centros industriais que fluem diluídos ou dispersos.

Em águas costeiras contaminadas, junto a grandes cidades do litoral, é usual definir-se o parâmetro de eliminação de coliformes fecais: T%. O valor T%, por exemplo, nas águas costeiras da cidade de Santos, Brasil, era, em 1979, de T₉₀ = 80 minutos, tempo de eliminação de 90 % de coliformes fecais.

SOBRE EXAMES BACTERIOLÓGICOS NA ILHA DAS FLORES

A título de exemplo e para dar relevo ao problema sanitário respeitante à bacteriologia de águas de consumo público, indicam-se, em síntese, resultados de análises bacteriológicas de águas, de amostras colhidas recentemente nas várias freguesias da Ilha das Flores.

O trabalho técnico foi realizado em Maio de 1979, pelo Laboratório de Sanidade Animal, do Departamento de Ciências Agrárias do Instituto Universitário dos Açores.

Amostras de águas de residências, de posto de leite e fábrica de lacticínios, do Hospital, dum Café, etc., foram tratadas em simultâneo pelos métodos analíticos dos tubos múltiplos e das membranas filtrantes.

SOBRE A POLUIÇÃO BACTERIOLÓGICA E CONTAMINAÇÃO DAS AGUAS

Foi o seguinte o quadro dos resultados :

<i>Local</i>	<i>Mesófilos N.º/100 ml</i>	<i>Coliformes NMP/100ml</i>	<i>E. coli</i>	<i>Classificação</i>
Ponta Delgada	0	50	-	Imprópria
Ponta Ruiva	0	13	-	Imprópria
Cedros	100	35	-	Imprópria
Fazenda de Santa Cruz	0	5	-	Suspeita
Fajã Grande	730	180	+	Imprópria
Fajanzinha	260	180	+	Imprópria
Fonte do Rossio	200	20	+	Imprópria
Mosteiro	700	35	+	Imprópria
Lajedo	720	160	+	Imprópria
Fazenda das Lajes	590	180	+	Imprópria
Lajes	0	1	-	Potável sob vigi- lância
Lomba	Incontável	180	+	Imprópria
Caveira	Incontável	0	-	Imprópria
SANTA CRUZ:				
Cooperativa do Monte	0	3	-	Suspeita
Hospital	100	3	-	Suspeita
Método das Membranas				
Filtrantes:				
Hospital	0	4		Suspeita
Boavista	0	4		Suspeita
Boavista	0	6		Suspeita
Roque Moura	80	460		Imprópria
Messe Francesa	328	174		Imprópria

A classificação das águas baseou-se nos critérios de avaliação de qualidade bacteriológica, do Instituto Nacional de Saúde, para águas sem tratamento para abastecimento, segundo o quadro :

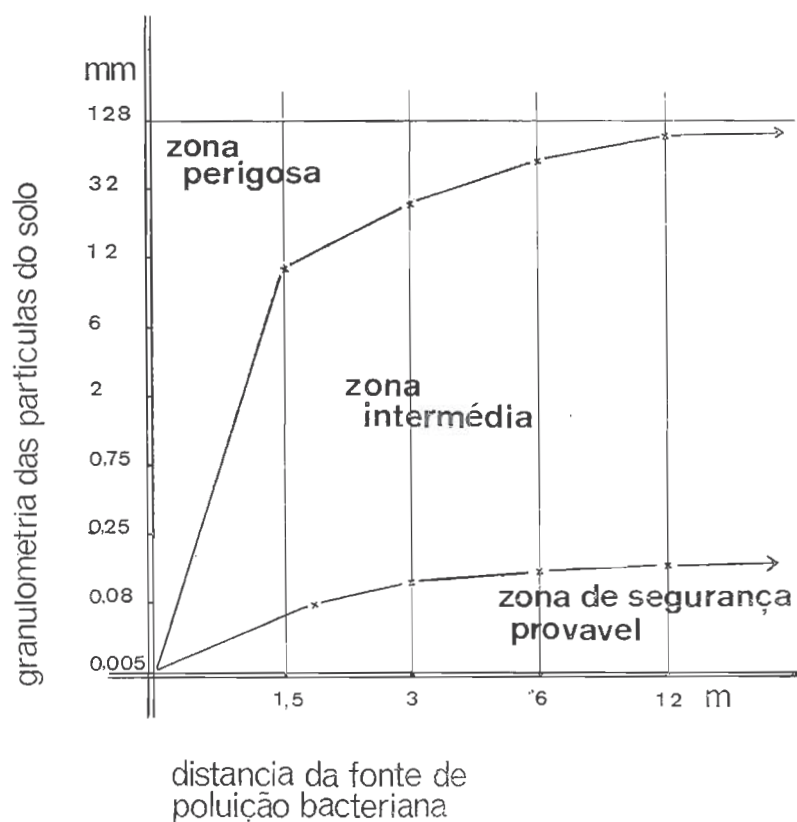
<i>Água potável</i>		<i>Água potável sob vigi- lância</i>	<i>Água suspeita</i>	<i>Água imprópria</i>
Mesófilos/100ml	10	200	200	500 (a)
Coliformes NMP/100ml	0	1 a 2	3 a 10	10 (a)
<i>E. coli</i>	0	0	0	1 (a)

(a) Qualquer destas situações torna, por si só a água imprópria para consumo humano.

Ficou patente a contaminação bacteriológica das águas, nomeadamente a fecal, com eminentes riscos para a saúde dos habitantes da Ilha das Flores.

A ausência de redes de esgotos nas várias freguesias e a poluição bacteriológica originária de palheiros de recolha de bovinos e de pocilgas para suínos, nas áreas domiciliarias, entre outros factores, conduzem à contaminação das águas com coliformes, *E. coli*, etc.

Foi sugerido o urgente tratamento das águas para consumo público, por cloragem permanente com controlo analítico dos níveis de cloro e dos índices bacteriológicos, em regime de rotina, para garantia da potabilidade da água.



Esquema gráfico referido na pág. 2, posicionando zona de segurança provável para instalação de poços de captação de água, para uso particular.

BIBLIOGRAFIA

- ALBINET, M., 1965 : La pollution des eaux souterraines — *Extrait de Chronique d'Hydrogeologie, n° 6.*
- BAILLET, Scott, 1964 : Diagnostic microbiology — *4th Ed. Mosby Comp.*
- BREMOND, R. et VUICHARD, R., 1973 : Paramètres de qualité des eaux — *Minist. de la protection de la nature et de l'environnement — Paris.*
- CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M. R., 1976 : Hidrologia Subterrânea — *Ediciones Omega S.A. — Barcelona.*
- LALLEMAND-BARRES, A., 1973 : Contribution à l'étude de la propagation des polluants dans la zone non saturée — *SGN-396 — AME, BRGM.*
- ROMERO, J. C., 1971 : Le mouvement des bacteries et de virus en milieux poreux — *SGN — 212 — HYD, BRGM.*
- SHOELLER, H., 1962 : Les eaux souterraines — *Masson et Cie Editeurs — Paris.*
- SHUVAL, H., 1972 : Readings in water quality and pollution control — *Jerusalém.*
- STANIER, R. Y., DOUDOROFF, M., ADELBERG, E. A., 1963 : The microbial world — *Englewood Cliffs, N. Y.*
- TODD, D. K., MCNULTY, D. O., 1976 : Polluted groundwater — *Huntington, New York.*