**INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NAS
CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS, FÍSICAS E
QUÍMICAS DA ÁGUA DE DIFERENTES MANAN-
CIAIS DE ABASTECIMENTO DA CIDADE
DE JABOTICABAL - SP**

Ruiz Augusto do Amaral

rac

Tese apresentada à Faculdade de Saúde
Pública da Universidade de São Paulo,
Departamento de Saúde Ambiental, como
parte dos requisitos para a obtenção
do título de Doutor em Saúde Pública.

Orientador: *Prof. Dr. Sebastião Timo Jaria*

SÃO PAULO
1992

À minha esposa Ednéia e aos meus filhos Leandro e Anelise, pela felicidade que me proporcionam por estarem junto a mim, dedico o presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Sebastião Timo Iaria, pela orientação no presente trabalho e por me ajudar a encontrar a verdadeira razão de minha existência, o meu profundo e eterno agradecimento.

Ao funcionário do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da FCAVJ/UNESP, Waldemar Dibelli Júnior, pelo apoio técnico na realização deste trabalho, meu profundo agradecimento.

À FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA UNESP
(FUNDUNESP) e à SECRETARIA DE CIÊNCIA E TEC-
NOLOGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, nosso agrade-
cimento pelo apoio financeiro, indispensável
para a realização do presente trabalho.

RESUMO

Foram analisadas, durante um período de 52 semanas, 572 amostras de água provenientes de 11 pontos de colheita localizados em três mananciais de abastecimento público da cidade de Jaboticabal, S.P, representados por um córrego, um dreno e um poço artesiano, com o objetivo de conhecer algumas características bacteriológicas, físicas e químicas e suas possíveis relações com a precipitação pluviométrica.

Para cada amostra de água foram realizadas as determinações do número mais provável (NMP/100 mL) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais, do número de microrganismos mesófilos (UFC/mL), pH, temperatura e turbidez, paralelamente foi observada a ocorrência de precipitação pluviométrica.

Para as amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, nos períodos em que ocorreram precipitações pluviométricas, os valores médios das determinações do NMP de coliformes totais e coliformes fecais foram de 1307,0, 41,0 e 4,4/100 mL e de 63,0, 4,5 e 1,7/100 mL, respectivamente. Por outro lado, nos períodos em que não ocorreram precipitações pluviométricas os valores médios das referidas determinações foram de 387,0, 20,0 e 3,5/100 mL e de 92,0, 3,0 e 1,8/100 mL, respectivamente.

Os NMP de estreptococos fecais e o número de microrganismos mesófilos revelaram-se, na presença de precipitações pluviométricas, com valores médios de 15,6, 4,3 e 1,5/100 mL e de 1318,0, 44,6 e 41,7 UFC/mL nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano. Na ausência de precipitações pluviométricas

esses valores médios foram de 15,0, 2,5 e 2,0/100 mL e de 481,0, 29,0 e 26,0 UFC/mL, respectivamente.

Os valores médios do pH, temperatura e turbidez nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, quando ocorreram precipitações pluviométricas, foram de 6,8, 5,3 e 7,1; 20,9, 23,8 e 29,8°C e de 18,2, 2,7 e 2,9 ntu. Quando as precipitações pluviométricas não ocorreram os valores médios das referidas determinações foram de 6,8, 5,2 e 7,0; 18,5, 22,2 e 29,5°C e de 10,2, 1,8 e 2,5 ntu, respectivamente.

As variações constatadas nos resultados obtidos nas análises bacteriológicas, físicas e químicas, nos períodos com e sem precipitações pluviométricas, revelaram-se mais acentuadas no manancial representado pelo córrego, sendo seguido pelo dreno e poço artesiano, respectivamente.

A turbidez das amostras de água dos três mananciais de abastecimento estudados foi o parâmetro físico que mais apresentou correlações positivas significativas com os números de microrganismos pesquisados.

As amostras de água dos três mananciais foram submetidas, ainda, à verificação da provável origem da poluição fecal, através da razão CF/EF, sendo possível determinar somente a origem da poluição fecal observada nas amostras obtidas no córrego, que foi definida como sendo humana.

Os resultados obtidos revelaram que as amostras de água colhidas no córrego, dreno e no poço artesiano apresentaram características bacteriológicas, físicas e químicas diferentes frente à ocorrência de precipitações pluviométricas, sendo que as amostras do córrego foram as que evidenciaram maior influência desse fator.

Novos estudos devem ser realizados sobre o comportamento de diferentes fontes de abastecimento público de águas superficiais e subterrâneas, frente às mesmas variações de condições climáticas, principalmente a ocorrência de precipitações pluviométricas, pois o conhecimento desse comportamento possibilita a tomada de medidas preventivas com a finalidade de promover e proteger a saúde da população consumidora.

SUMMARY

An analysis was carried out in 572 water samples, over a period of 52 weeks, in order to know some bacteriological, physical and chemical characteristics and their eventual relations with rainfall. Water samples were collected from 11 points of 3 sources of water public supply, a stream, a drain and an artesian well, in Jaboticabal-SP.

Each water sample was submitted to the most probable number (MPN/100 mL) determinations of total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococcus, determinations of mesophylic microorganisms (CFU/mL), pH, temperature and turbidity. At the same time, the occurrence of rainfall was recorded.

For all the water samples from the stream, the drain and the artesian well, collected during periods that rainfall occurred, the mean values of total and fecal coliforms MPN were 1307.0, 40.7 and 4.4/100 mL and 62.7, 4.5 and 1.7/100 mL, respectively. On the other hand, during the periods when rainfall was not observed the mean values of the above mentioned determinations were 387.0, 20.0 and 3.5/100 mL and 92.0, 3.0 and 1.8/100 mL, respectively.

The MPN of fecal streptococcus and the number of mesophylic microorganisms revealed, with the occurrence of rainfall, mean values of 15.6, 4.3 and 1.5/100 mL and of 1318.0, 44.6 and 41.7 CFU/mL in the stream, drain and artesian well water samples. When rainfall did not occur, the mean values were 15.0, 2.5 and 2.0/100 mL and 481.0, 29.0 and 26.0 CFU/mL, respectively.

The mean values of pH, temperature and turbidity observed in

the stream, drain and artesian well water samples, when rainfall occurred were 6.8, 5.3 and 7.1, 20.9, 23.8 and 29.8°C and 18.2, 2.7 and 2.9 ntu. When rainfall did not occur, the mean values of the determinations were 6.8, 5.2 and 7.0, 18.5, 22.2 and 29.5°C and 10.2, 1.8 and 2.5 ntu, respectively.

The variations observed in the results of bacterial, physical and chemical analysis, with or without rainfall, were more accentuated in the stream water, drain and artesian well, in this order.

The turbidity of water samples was the physical characteristic that showed better correlation with the number of the microorganisms analysed.

The probable origin of fecal pollution for water samples from the 3 sources were also researched by the FC/FS ratio, that made possible to determine only the origin of the fecal pollution observed in samples from the stream, found as being of human origin.

The results obtained revealed that the water samples from the stream, the drain and from the artesian well showed different bacteriological, physical and chemical characteristics when confronted with rainfall and the stream samples were more influenced by that factor.

Other studies should be done about the behaviour of different surface and ground water supply sources, related to the same climatical condition variations, mainly the occurrence of rainfall, since the knowledge of this behaviour makes possible to adopt preventive measures aiming at to promote and to protect the health of the consumer population.

INDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS	30
5. DISCUSSÃO	69
6. CONCLUSÕES	89
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

INDICE DE TABELAS

- TABELA 1. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais, e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, na presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 39
- TABELA 2. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais, e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 41
- TABELA 3. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 43

TABELA 4. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do dreno, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 45

TABELA 5. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 47

TABELA 6. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego antes da cloração, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 49

TABELA 7. Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do dreno antes da cloração, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 51

TABELA 8.	Demanda de cloro média nas redes de distribuição de água do córrego e do dreno, com e sem precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.	53
-----------	---	----

TABELA 9.	Valores das razões entre as médias geométricas do número mais provável de coliformes fecais e de estreptococos fecais nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.	55
-----------	--	----

TABELA 10.	Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água da saída das fontes de abastecimento e das respectivas pontas de rede, na presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.	56
------------	---	----

TABELA 11.	Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água da saída das fontes de abastecimento e das respectivas pontas de rede, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.	57
------------	---	----

TABELA 12.	Porcentagens das amostras de água das saídas das fontes de abastecimento e das respectivas pontas	
------------	---	--

de rede, dentro do padrão regulamentar para águas de consumo alimentar, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 58

TABELA 13. Porcentagens médias de redução do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas diferentes fases do tratamento da água do córrego, com e sem precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 59

TABELA 14. Médias aritméticas dos valores do pH, temperatura e da turbidez das amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89. 62

TABELA 15. Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do córrego, Jaboticabal, SP, 1988/89. 66

TABELA 16. Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do dreno, Jaboticabal, SP, 1988/89. 67

TABELA 17. Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do poço artesiano, Jaboticabal, SP, 1988/89. .. 68

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água dos três mananciais, durante o período com precipitação pluviométrica. 40
- FIGURA 2. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água dos três mananciais, durante o período sem precipitação pluviométrica. 42
- FIGURA 3. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do córrego, com e sem precipitação pluviométrica. 44
- FIGURA 4. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do dreno, com e sem precipitação pluviométrica. 46
- FIGURA 5. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do poço artesiano, com e sem precipitação pluviométrica. 48
- FIGURA 6. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do córrego,

antes da cloração, com e sem precipitação pluviométrica. 50

FIGURA 7. Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do dreno, antes da cloração, com e sem precipitação pluviométrica. 52

FIGURA 8. Demanda de cloro média (%) nas redes de abastecimento da Estação de Tratamento de Água (E.T.A) e do dreno, com e sem precipitação pluviométrica. . 54

FIGURA 9. Porcentagens médias de redução dos números de microrganismos indicadores, durante as diferentes fases do tratamento da água do córrego, na E.T.A de Jaboticabal, nos períodos com precipitação pluviométrica. 60

FIGURA 10. Porcentagens médias de redução dos números de microrganismos indicadores, durante as diferentes fases do tratamento da água do córrego, na E.T.A de Jaboticabal, nos períodos sem precipitação pluviométrica. 61

FIGURA 11. Médias aritméticas dos valores do pH das amostras de água dos três mananciais de abastecimento, com e sem precipitação pluviométrica. 63

FIGURA 12. Médias aritméticas dos valores da temperatura, em °C, das amostras de água dos três mananciais de abastecimento, com e sem precipitação pluviométrica. 65

ca. 64

FIGURA 13. Médias aritméticas dos valores da turbidez, em ntu,
das amostras de água dos três mananciais de abas-
tecimento, com e sem precipitação pluviométrica. .. 65

1. INTRODUÇÃO

A água é o composto químico mais abundante e mais amplamente distribuído em nosso planeta. Em seu estado natural é um dos compostos de maior pureza que se conhece, porém, na atualidade, dificilmente se encontra uma fonte de água doce que não tenha suas características alterada pelo homem.

A água doce em estado líquido corresponde a menos de 1% da quantidade de água do planeta. Dessa parcela, cerca de 97% encontra-se nos interstícios do solo e subsolo, constituindo os recursos hídricos subterrâneos, enquanto que os 3% restantes constituem os recursos hídricos superficiais representados pelos rios, córregos e lagos (YASSUDA, 1965).

Séculos antes da era bacteriológica, o homem já suspeitava que a água tinha algo a ver com a transmissão de doenças. A mais de 2.500 anos, durante a era "pré Cristã", Hipócrates em seu tratado sobre ares, águas e lugares, descreveu com mais detalhes o papel da água, relacionando as causas das enfermidades com diferentes águas, o vento e o declive do terreno (CHADWICK & MANN, 1950).

Data da publicação da renomada investigação de John Snow, sobre a epidemia de cólera em Londres ocorrida no ano de 1854, que causou cerca de 500 óbitos em 10 dias, o conhecimento da transmissão de doenças infecciosas pela água utilizada como bebida.

A descoberta de agentes etiológicos de doenças como a do Vibrio cholerae em 1854 (SHEWAN & VERON, 1974), Entamoeba histolítica em 1875 (AMARAL & PONTES, 1964), Salmonella typhi em

1886, Salmonella enteritidis em 1888, Shigella dysenteriae em 1898 e Salmonella paratyphi em 1902 (COWAN, 1974) e de suas eliminações pelas fezes, esclareceu o papel da água como veículo de transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias, partindo destas datas os maiores cuidados com a proteção das águas, tendo como meta a segurança da população consumidora (CHRISTOVÃO, 1974).

A coleta e eliminação de resíduos da atividade humana é um dos fatores relevantes na contaminação dos corpos d'água, utilizados como fontes para o abastecimento público, constituindo um dos grandes problemas de Saúde Pública em diversas partes do mundo, pois tal contaminação está ligada ao desenvolvimento de uma região.

Muitas vezes, a introdução de microrganismos patogênicos na água é devida a contaminação por fezes humanas e animais, provenientes de águas residuais urbanas e agrícolas (GONZALES e cols., 1982). A esse respeito, LINTON e cols. (1974) consideram os esgotos urbanos os principais contribuintes para o número de bactérias no ambiente aquático.

Os resíduos provenientes de animais são, frequentemente, responsáveis pela poluição de águas superficiais e subterrâneas em muitas regiões. Pela ação das chuvas, esses resíduos chegam às águas devido, principalmente, ao arraste desse material rico em matéria orgânica e microrganismos das áreas onde existe animais (DORAN, 1979). Esse mesmo autor, verificou pequena diferença entre os números de coliformes totais obtidos em águas de escoamento de áreas utilizadas para pastagens de animais, e os provenientes de áreas sem pastagem. Entretanto, o autor verificou que os números de coliformes fecais encontrados, foram de 5 a 10

vezes maiores nas águas de escoamento de áreas utilizadas para pastagens.

ELLIS & McCALLA (1978), referem que mais de 20 doenças podem ser potencialmente transmitidas ao homem por dejetos animais, através da contaminação de suprimentos de água.

A contaminação da água por microrganismos pode ocorrer na fonte de captação, na estação de tratamento ou durante o trajeto que a água percorre até chegar ao consumidor. A esse respeito, HELMER (1975), afirma que todos os sistemas de distribuição de água apresentam fugas, existindo, portanto, risco de contaminação.

Em países não desenvolvidos ou em desenvolvimento, as águas residuais de áreas agrícolas e urbanas contendo altos níveis de microrganismos patogênicos entéricos são comumente descarregadas no ambiente, sem tratamento ou inadequadamente tratadas, representando risco à Saúde Pública. Assim, nestes países ainda a grande preocupação é a luta contra as enfermidades transmissíveis de origem hídrica, enquanto que nos países desenvolvidos já se dá atenção a certas enfermidades não transmissíveis relacionadas com a água de abastecimento público (GIRDULT, 1977).

FERLEY e cols. (1986), estudando o risco à saúde ligado ao consumo de água verificaram em populações que ingeriam água de má qualidade bacteriológica, um risco 3,5 vezes maior de adquirir doenças gastrintestinais agudas. Esses autores concluíram ainda, que os padrões bacteriológicos são um relevante indicador de risco à saúde da população consumidora.

LOGSDON & LIPPY (1982) relatam que em Cincinnati, Estados Unidos, ocorreram reduções de 93% e 96% do número de óbitos por febre tifóide, com o início da filtração da água de consumo

público em 1907 e da desinfecção pelo cloro em 1915, respectivamente.

O fornecimento de água de boa qualidade bacteriológica, é um dos fatores importantes na manutenção e promoção da saúde da população consumidora. A esse respeito, ESREY e cols.(1985) obtiveram, apenas com a melhora da qualidade da água de consumo em uma comunidade, redução de 18% na ocorrência de enfermidades diarréicas em crianças.

PETERSEN e HINES (1960), observaram que em comunidades servidas com água contendo coliformes a taxa de ataque para doenças gastrintestinais era de 14%, enquanto nas comunidades servidas com águas sem coliformes, tal proporção era de 9%.

A maioria das enfermidades entéricas tem como risco comum a transmissão pela via fecal-oral, sendo os veículos mais comuns a água e os alimentos. Para se interromper esta cadeia de transmissão é muito importante oferecer-se à população, água microbiologicamente inócua (GONZALES e cols., 1982).

Diante da possibilidade da ocorrência de microrganismos patogênicos na água de abastecimento público e em decorrência das dificuldades da pesquisa direta desses microrganismos, podem ser empregados, na avaliação da qualidade microbiológica da água, grupos ou espécies de microrganismos facilmente detectáveis e enumeráveis. A presença desses microrganismos pode ser indicativa da exposição da água à condições que possam ter permitido a sua contaminação por espécies patogênicas.

Após o aporte dessas espécies patogênicas ao corpo d'água, as mesmas podem se manter no meio e então serem transmitidas através da água aos homens e animais. A esse respeito, GLOYNA & ROHLICH (1980) relatam a sobrevivência em água doce da Salmonella typhi e

Shigella dysenteriae por períodos de 100 e 160 dias; enquanto que em pesquisas realizadas por HOOD e NESS (1982) e FILIP e cols. (1988), foram verificadas as sobrevivências, também em água doce, do Vibrio cholerae e Salmonella typhimurium por 7 e 100 dias, respectivamente.

Os grupos ou espécies de microrganismos utilizados com essa finalidade são denominados "indicadores". Os indicadores mais utilizados para a poluição de origem fecal são os coliformes totais, coliformes fecais e os estreptococos fecais.

ZMIROW e cols.(1987), em um estudo sobre a ocorrência de doenças gastrintestinais relacionadas com a presença de bactérias indicadoras na água de consumo, observaram que os coliformes totais e microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis quando presentes isoladamente em uma amostra de água, não tem grande valor preditivo de risco. Por outro lado, esses autores afirmam que os coliformes fecais e os estreptococos fecais tem um bom valor preditivo de risco, que aumenta quando esses dois indicadores ocorrem simultaneamente em uma amostra de água.

A presença de coliformes totais em uma amostra de água não indica necessariamente poluição de origem fecal, tendo sido verificada, por SWORBUCK e cols. (1987) a presença de coliformes autoctones mesmo em águas subterrâneas. HENDRICKS (1972) demonstrou a multiplicação de coliformes totais em água com temperatura superior a 20°C. A este respeito, REID e cols.(1961) e DUTKA e cols.(1969) constatarem a multiplicação de coliformes totais em água de rio que recebia matéria orgânica. Entretanto, os coliformes fecais quando presentes na água, são considerados um importante indicador de poluição fecal e quando encontrados

simultaneamente com os estreptococos fecais podem indicar a provável origem da poluição fecal na água (BARBARO e cols 1969; GELDREICH & KENNER, 1969; LIN e cols.,1974; FALCÃO e cols., 1978).

A importância dos coliformes fecais como indicadores da possível presença de patogênicos entéricos pode ser observada na pesquisa de MARTINS (1979) que verificou uma relação praticamente linear entre a presença de coliformes fecais e o isolamento de Salmonella em água doce.

GELDREICH (1972), constatou um acentuado aumento na frequência de isolamentos de salmonelas em amostras de água quando o número mais provável (NMP) de coliformes fecais era superior a 200/100 mL e quando os NMP destas bactérias eram superiores a 2000/100 mL, isolavam-se salmonelas de quase 100% das amostras de água analisadas.

No ambiente aquático os microrganismos indicadores de poluição de origem fecal têm pequena ou nenhuma chance de se multiplicar, pois, ao contrário, tendem a ser progressivamente destruídos (BUTTIAUX & BOULDIER. 1960). Deve-se salientar entretanto, que a ocorrência de um simples organismo específico de contaminação de origem fecal na água é muito significativo (BUTTIAUX & MOSSEL. 1961). A esse respeito, estudos realizados por DUTKA (1973) e FLINT (1987) demonstraram que os estreptococos fecais apresentam um decréscimo no número inicial quando no ambiente aquático, e não foi obtida a multiplicação da Escherichia coli em água de rio nas condições naturais.

Recentemente o uso dos coliformes totais como indicadores bacteriológicos de poluição fecal em água não tratada é questionado, tendo aumentado o interesse pelos coliformes fecais

e estreptococos fecais (DUTKA, 1973). Segundo LAMKA e cols. (1980), os coliformes totais na água estão relacionados com a água de escoamento que arrasta esses microrganismos do solo ao corpo d'água.

Segundo GELDREICH (1970) o uso da relação coliformes fecais/estreptococos fecais, pode indicar a provável origem humana ou animal da poluição da água. Baseia-se esse método na diferença de concentração desses indicadores nas fezes humanas e animais, sendo considerados valores dessa relação igual ou maior a 4 como poluição de origem humana e abaixo de 0,7, como sendo de origem animal.

MARTINS e cols. (1984), em estudo realizado no Rio Atibaia, SP, utilizando-se da relação coliformes fecais/estreptococos fecais, obtiveram resultados que indicaram contaminação fecal de origem humana no referido rio. Esses autores concluíram também que a aplicação dessa relação entre os dois indicadores pode ser utilizada na caracterização da origem da contaminação fecal em águas de rio em regiões subtropicais.

A maior sobrevivência dos estreptococos fecais, em relação aos coliformes fecais em águas superficiais e subterrâneas foi verificada por GELDREICH (1967), MC FETERS e cols. (1974) e BITTON e cols. (1983).

GELDREICH & KENNER (1969) sugerem que o emprego da relação coliformes fecais/estreptococos fecais é válida apenas até 24 horas após a contaminação do corpo d'água, ocorrendo com o passar do tempo uma diminuição no valor dessa relação. Observam os mesmos autores que para as águas subterrâneas essa relação deve ser aplicada com cautela, principalmente por não se conhecer o momento da contaminação do corpo d'água, fato esse nem sempre

possível de ser estabelecido.

CABELLI (1983), estabelece que a concentração de estreptococos fecais na água está relacionada com a ocorrência de gastroenterites de origem viral na população consumidora. A presença dessas bactérias em número de 10/100 mL de água leva a uma estimativa de uma partícula viral/500 litros de água (COHEN & SHUWAL, 1973).

A presença de estreptococos fecais na água em números detectáveis indica, segundo BARTLEY & SLANETZ (1960), definitivamente contaminação fecal de origem humana ou animal.

ZMIROW e cols. (1987) consideram que os estreptococos fecais são os melhores indicadores de possíveis efeitos na saúde da população consumidora de águas subterrâneas não tratadas.

Segundo LENNETTE e cols. (1974), a presença de bactérias heterotróficas mesófilas aeróbias ou facultativas viáveis em água de consumo, pode indicar a existência de diversos grupos de microrganismos patogênicos e oportunistas constituindo portanto risco à saúde da população consumidora.

Um elevado número de bactérias heterotróficas mesófilas aeróbias ou facultativas viáveis em um sistema de abastecimento de água indica a potencial presença de patogênicos, bem como, pode interferir na detecção de coliformes (GELDREICH e cols, 1972; LAMKA e cols., 1980). A presença dessas bactérias na água pode indicar ainda uma deterioração na qualidade da água de consumo e também um processo de desinfecção inadequado (LeCHEVALLIER e cols., 1980).

Segundo GELDREICH (1972), quando a população de microrganismos não coliformes na água excede a 1.000/ mL ocorre uma diminuição na detecção de coliformes. Mascarando a detecção

de coliformes em amostras de água, os microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis podem contribuir para se subestimar os riscos da água à saúde da população consumidora. Portanto, o limite de 500 UFC/mL na água de abastecimento deve ser considerado, pois, limita-se a densidade de microrganismos antagonistas que podem suprimir a detecção de coliformes, reduzindo-se o risco de se consumir água com microrganismos patogênicos.

A esse respeito, AHMED e cols. (1967) verificaram que em 72% dos casos de ocorrência de microrganismos patogênicos na água, sem a detecção de coliformes, as contagens de microrganismos mesófilos foram superiores a 500 UFC/mL.

Segundo LeCHEVALLIER e cols. (1980), 30% dos microrganismos mesófilos isolados de água são patogênicos oportunistas. A presença de microrganismos mesófilos oportunistas resistentes a antibióticos podem representar riscos à população consumidora, sendo isto relevante em indivíduos imunodeprimidos; é importante salientar que segundo ARMSTRONG e cols. (1982), o tratamento da água é um fator que contribui para selecionar bactérias mesófilas resistentes a antibióticos.

Dentre os parâmetros físicos e químicos da água que influenciam o número de microrganismos pode-se citar a temperatura, o pH e a turbidez. A ocorrência de precipitação pluviométrica também é um fator bastante importante que interfere no número de microrganismos em um corpo d'água (CHRISTOVÃO, 1978).

Segundo JONES (1971), a temperatura, o pH e a turbidez da água, bem como a precipitação pluviométrica, são os fatores mais importantes que influenciam o número de microrganismos em um

corpo d'água. A esse respeito, foi verificado por TAYLOR (1941) a elevação do número de coliformes em um corpo d'água com o aumento da temperatura e da precipitação pluviométrica. HENRY & LOPES, (1978) verificaram que a temperatura da água e a ocorrência de precipitação pluviométrica foram os fatores mais importantes na elevação do número de bactérias coliformes na água de represas, principalmente pelo significativo carreamento de matéria orgânica ao corpo d'água.

GOSHKO e cols. (1983) não encontraram relação entre o número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis e a temperatura da água, associando esse fato ao pequeno intervalo de variação entre as temperaturas das amostras de água, que foram sempre inferiores a 5°C. A esse respeito, FEACHEM (1974) observou, também, que devido à ocorrência de pequena variação da temperatura nos corpos d'água estudados, não houve influência significativa desse fator na concentração bacteriana dos mesmos.

DEL VALLE & CASTREJÓN (1984) verificaram uma pequena influência da temperatura no número de microrganismos quando o intervalo de variação entre as temperaturas das amostras de água era pequeno, porém, com grandes intervalos de variação, com o aumento da temperatura ocorria um aumento no número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis presentes na água. Um maior número e uma maior diversidade de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis foram obtidos por LeCHEVALLIER e cols. (1980), em amostras de água em épocas de temperaturas mais elevadas.

Em um estudo da água de consumo da rede municipal da cidade de Guadalajara, México, FERNANDEZ ESCARTIN & SALDAÑA LOZANO (1984) encontraram um número de bactérias mesófilas máximo na época do verão. HAAS e cols. (1983) verificaram que os microrganismos mesófilos podem se reproduzir no sistema de distribuição de água e que tal reprodução é influenciada pela temperatura.

GÖCKE & RHEINHEINER (1988) encontraram um maior número de microrganismos mesófilos em águas de rio, na época em que as temperaturas eram mais elevadas. DE LA ROSA e cols. (1987) constatarem contagens de microrganismos mesófilos mais altas em épocas em que tanto a temperatura quanto o caudal se mostravam mais elevados.

Em estudos realizados por PEDRO e cols. (1988), em corpos d'água que recebiam poluição constante, não foi verificada diferença significativa nos níveis de poluição fecal entre os meses de inverno e verão.

CARNERY e cols. (1977) não obtiveram em amostras de água de rio, correlação significativa entre os valores da temperatura da água e os números de coliformes totais e fecais obtidos. Em estudos realizados a nível de campo, foi observada ausência de relação significativa entre os números de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais obtidos e a temperatura da água (PAGLIARDINI e cols., 1976 ; GOYAL e cols., 1977).

MAC FETERS e cols. (1974) verificaram a ocorrência de correlação negativa entre os números de coliformes fecais e estreptococos fecais e a temperatura da água; segundo esses autores isso ocorreu devido a um aumento na taxa de mortalidade

desses microrganismos com o aumento da temperatura da água.

EL-SHARKAWÍ e cols. (1989) constataram que a elevação da temperatura da água acarretava um aumento na taxa de mortalidade de microrganismos não autóctones. Esses autores observaram, ainda, que não havia diferença no tempo de sobrevivência de Salmonella typhi, Shigella sp e Escherichia coli (bactérias usadas no teste) em temperaturas entre 25°C e 35°C, mas todas foram destruídas à temperatura de 40°C.

Estudando a viabilidade dos estreptococos fecais e dos coliformes em água de rio, BARTLEY & SLANETZ (1960), obtiveram uma pequena variação no número desses microrganismos à temperatura de 8°C, ocorrendo, entretanto, um decréscimo acentuado no número dessas bactérias à temperatura de 26°C. COHEN & SHUWAL (1973) verificaram que em épocas de temperatura elevada e radiação solar intensa, houve maior diminuição dos números de coliformes fecais e estreptococos fecais nas águas do Rio Jordão. A esse respeito, MANCINI (1978) sugere que a temperatura da água é o fator mais importante no desaparecimento de bactérias de origem fecal em água doce. Entretanto, segundo CARNEY e cols. (1975) o aumento de nutrientes nos sistemas aquáticos podem proteger os microrganismos presentes, do efeito da temperatura.

As variações do pH, como acidez ou alcalinidade excessivas, restringem o número de microrganismos na água, ocorrendo as maiores populações de microrganismos em águas cujo pH se encontra na faixa entre 6,6 e 7,0 (DEL VALLE & CASTREJÓN, 1984).

COLLINS (1960) obteve correlação positiva entre a ocorrência de precipitação pluviométrica e a turbidez em amostras de águas superficiais. Segundo REASONER (1988), a turbidez da água interfere na inativação dos microrganismos pelo cloro, na

persistência de cloro residual e na determinação do número de microrganismos.

Um aumento da turbidez da água pode representar risco potencial à saúde da população consumidora por acarretar uma diminuição na eficiência da desinfecção pelo cloro (HOFF, 1978; LeCHEVALIER e cols., 1981; RIDGWAY & OLSON, 1982). Esse risco é relevante, pois, a desinfecção é, no processo de tratamento da água, a última barreira de proteção para garantir o fornecimento de água microbiologicamente inócua à população (HOFF, 1978).

A turbidez da água reflete um aumento de nutrientes que influenciam o crescimento de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, que pode mascarar a detecção de coliformes (GELDREICH e cols., 1972; LeCHEVALLIER e cols., 1980). Estes autores afirmam que em uma água com turbidez de 10 ntu é oito vezes mais provável a presença de microrganismos patogênicos que em uma água com turbidez de 1 ntu. A esse respeito, AMBRAZIENE (1976) em 33 rios estudados, verificou a ocorrência de uma relação linear entre a poluição orgânica e o número de mesófilos na água.

ROBECK e cols (1962), verificaram que, na estação de tratamento, quando a água filtrada apresentava turbidez inferior a 1 ntu, a passagem de partículas de vírus através dos filtros era muito pequena. Assim o aumento da turbidez mesmo que não exceda a 1 ntu, é sinal de um possível aumento na passagem de partículas de vírus, durante o processo de filtração.

GELDREICH (1972) observou que em águas com turbidez entre 5 e 10 ntu a sobrevivência de coliformes foi de 36,2% e de microrganismos mesófilos 24,9%, enquanto que em águas com turbidez entre 1 e 5 ntu essas taxas de sobrevivência foram de

0,2%, respectivamente.

HUDSON e cols. (1983) observaram na estação de tratamento de água em Bogotá, Colômbia, que, com a elevação da turbidez de 0,2 para 0,8 ntu, na água filtrada, ocorreu um aumento no número de microrganismos mesófilos de 5 UFC/mL para 12 UFC/mL.

GOSHKO e cols. (1983) obtiveram correlação positiva, embora não significativa, entre a turbidez da água e o número de microrganismos mesófilos e coliformes. Esses mesmos autores também verificaram que essa correlação às vezes não existe, sendo que nesse caso as fontes de bactérias mesófilas são diferentes das fontes de coliformes totais e fecais, fazendo com que fatores que afetam um grupo de bactéria podem não afetar o outro.

Segundo RIDGWAY & OLSON (1982), no processo de desinfecção da água pelo cloro a turbidez da água é importante, pois, apesar do cloro residual na água estar relacionado negativamente com o número de microrganismos mesófilos, às vezes se encontram altas contagens desses microrganismos com uma quantidade de cloro residual de até 0,6 mg/L; um dos mecanismos dessa resistência é a agregação de microrganismos em partículas dissolvidas na água.

SANDHU e cols. (1979), HAAS e cols. (1983) e LeCHEVALLIER e cols. (1988) obtiveram correlação positiva entre os números de microrganismos mesófilos e coliformes com a temperatura, pH e a turbidez da água.

GONZALES e cols. (1982) verificaram a ocorrência de uma relação direta entre o grau de precipitação pluviométrica e o número de coliformes totais em águas de mananciais de abastecimento, relacionando esse fato ao arraste de dejetos humanos e animais ao corpo d'água.

FEACHEM (1974) observou que houve um aumento acentuado no número de estreptococos fecais em água de rio após a ocorrência de chuvas, não obtendo uma associação direta com os coliformes fecais. Esse autor associa o fato à contaminação da área adjacente ao rio por fezes animais que contêm grande quantidade desses microrganismos, sendo as mesmas incorporadas rapidamente ao corpo d'água após as chuvas.

WOODBRIDGE & GARRET (1969) obtiveram um aumento no número de coliformes totais em águas de rios, após a ocorrência de precipitação pluviométrica. Deve ser salientado que esta observação foi feita também por VOELKER & HENKELEKIAN (1962) em águas subterrâneas, após a ocorrência de chuvas. Estudando a sobrevivência de microrganismos no solo, GLOYNA & ROHLICH (1980), encontraram valores de 38 e 63 dias para os coliformes e estreptococos fecais, respectivamente. Esse fato pode proporcionar a permanência desses microrganismos no solo, com posterior arraste para os corpos d'água devido, principalmente, à precipitação pluviométrica.

No Chile, CASTILLO & CORDANO (1975) estudando a contaminação de origem fecal das águas do Rio Mapocho, constataram maior contaminação por coliformes fecais nos meses de menor volume de água, relacionando o fato a uma maior concentração de microrganismos na épocas de menor vazão do referido rio.

ESSIEN & OSUHOR (1979) verificaram menor ocorrência de indicadores de poluição fecal em águas subterrâneas quando comparada com águas superficiais. SOWOROBUCK e cols. (1987) citam que dependendo da capacidade filtrante do solo, as águas subterrâneas podem se apresentar livres de poluição bacteriana e serem seguras como fonte de água para consumo; entretanto,

lençóis aquáticos de pouca profundidade são influenciados pela água que percola da superfície e, portanto, sujeitos à contaminação.

McCABE e cols. (1970) analisaram 621 amostras de água subterrânea, e verificaram que 97% delas foram positivas para coliformes totais e fecais. No período de 1961 a 1969, águas subterrâneas poluídas foram responsáveis por mais de 50% dos surtos de doenças transmitidas pela água nos Estados Unidos. CRAUN & McCABE (1973) relatam que de 1946 a 1970, 18% dos casos de doenças transmitidas pela água nesse país foi devido à águas subterrâneas cloradas inadequadamente, quando o uso do cloro era o único tratamento efetuado.

CRAUN (1988), também nos Estados Unidos, observou que 60% dos surtos de doenças gastrintestinais relacionadas com água de superfície, ocorreram em meses de temperatura mais elevada, relacionando esse fato à maior contaminação dessas águas durante esse período. Esse mesmo autor verificou que as as águas de superfície não tratadas ou inadequadamente tratadas foram responsáveis por 49% dos surtos de doenças gastrintestinais de origem hídrica, no período de 1971 a 1985, nos Estados Unidos. ANDERSON & STERNSTROM (1986) estudando 32 surtos de doenças de transmissão hídrica na Suécia, verificaram que as causas estavam relacionadas com poluição da água "in natura" e com a contaminação na rede de distribuição, coincidindo com uma cloração inadequada.

Baseado no exposto, e tendo em vista a importância da água de consumo na promoção e preservação da saúde dos consumidores, foi realizado a presente investigação com a finalidade de atingir os objetivos que são apresentados a seguir.

2. OBJETIVOS

2.1. Verificar algumas características bacteriológicas, físicas e químicas das águas de três mananciais de abastecimento público da cidade de Jaboticabal, SP, através das seguintes análises:

- a- Determinação do número mais provável de coliformes totais e fecais;
- b- Determinação do número mais provável de estreptococos fecais;
- c- Contagem padrão de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis;
- d- Determinação do pH;
- e- Determinação da temperatura;
- f- Determinação da turbidez.

2.2. Verificar a influência da precipitação pluviométrica nas características bacteriológicas, físicas e químicas das águas dos três mananciais de abastecimento;

2.3. Verificar nos períodos de ocorrência e ausência de precipitação pluviométrica, as possíveis alterações no conteúdo bacteriológico das águas dos três mananciais de abastecimento durante o percurso entre a fonte e o consumidor;

2.4. Detectar as possíveis origens da poluição fecal nos três mananciais de abastecimento estudados;

- 2.5. Constatar possíveis correlações existentes entre as variações das características físicas, química e bacteriológicas nas águas dos três mananciais de abastecimento;
- 2.6. Fornecer subsídios aos responsáveis pelo abastecimento de água na cidade de Jaboticabal, SP quanto ao comportamento dos três mananciais de abastecimento relativamente às características bacteriológicas, físicas e químicas nos períodos de chuva e de estiagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO

3.1.1 Córrego- Este manancial é representado por um corpo d'água de superfície denominado "Córrego Rico", com uma extensão aproximada de 15 Km da nascente ao ponto de captação de água realizada pela Estação de Tratamento de Água da cidade de Jaboticabal, SP. O referido manancial recebe um efluente de esgoto doméstico, proveniente de aproximadamente 2.000 pessoas de 480 residências, num ponto distante 10 Km do local de captação da água para tratamento.

A ocupação das margens do referido córrego é feita por propriedades rurais que se dedicam à agricultura, existindo apenas algumas criações de animais de médio porte.

O manancial do córrego, após o tratamento convencional de sua água, é responsável pelo abastecimento de 75% da população urbana da cidade de Jaboticabal, SP.

3.1.2. Dreno- O dreno compreende um corpo d'água subterrâneo denominado "Dreno do Bairro Alto", com uma extensão de 1950m e profundidade média de 3,40 m. Da sua nascente até o ponto de captação da água, este dreno percorre 1120 m sob uma área de pastagens e 830 m sob uma área urbanizada. A sua água após a desinfecção, através da utilização de hipoclorito de sódio, é fornecida ao abastecimento de, aproximadamente, 10 % da população urbana da cidade de Jaboticabal, SP.

3.1.3. Poço artesiano- Este manancial é representado pelo poço artesiano, denominado "Poço do DAE" (Departamento de Águas e Esgotos) tendo uma profundidade de 456 m e localizado na área urbana de Jaboticabal ao lado dos córregos do Serradinho e Jaboticabal, os quais recebem os esgotos doméstico e industrial da cidade, na forma "in natura". Este poço artesiano, através da sua água "in natura", abastece cerca de 4 % da população urbana de Jaboticabal, SP.

3.2. COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA

3.2.1. AMOSTRAS ANALISADAS- Foram analisadas amostras de água obtidas em diferentes pontos, oriundos dos 3 mananciais:

1. Água bruta do "Córrego Rico", colhida na entrada da estação de tratamento.
2. Água do "Córrego Rico" floculada, obtida da torneira de água floculada localizada no laboratório da estação de tratamento de água.
3. Água do "Córrego Rico" decantada, colhida da torneira de água decantada localizada no laboratório da estação de tratamento de água.

4. Água do "Córrego Rico" filtrada, colhida da torneira de água filtrada localizada no laboratório da estação de tratamento de água.
5. Água do "Córrego Rico" clorada, obtida da torneira do reservatório de água clorada, na estação de tratamento de água.
6. Água de torneira localizada na entrada da residência, situada na ponta da rede de abastecimento, recebendo água tratada do "Córrego Rico".
7. Água bruta do "Dreno do Bairro Alto", obtida na entrada do posto de cloração.
8. Água clorada do "Dreno do Bairro Alto", colhida da torneira de água clorada localizada na sala do dosador de cloro.
9. Água de torneira localizada na entrada da residência, situada na ponta da rede de abastecimento que recebe água clorada do "Dreno do Bairro Alto".
10. Água bruta do "Poço Artesiano do DAE", colhida da torneira localizada na saída do poço.
11. Água de torneira localizada na entrada da residência, situada na ponta da rede de abastecimento que recebe água "in natura" do "Poço Artesiano do DAE".

3.2.2. TÉCNICA EMPREGADA NA COLHEITA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA AS ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS.

De cada um dos 11 pontos referidos, foi colhida 1 amostra semanal, durante 52 semanas, totalizando 572 amostras de água.

Estas amostras foram colhidas assépticamente em frascos de vidro esterilizados, sendo que os utilizados para as amostras de água clorada continham 0,1 mL de uma solução esterilizada de tiossulfato de sódio a 10% para cada 100 mL da amostra.

Quando a colheita de amostra era realizada em torneira, esta era aberta, deixando-se escorrer a água por 5 minutos. Após este tempo, a torneira era fechada e o seu bocal flambado. Após o resfriamento, a torneira era aberta e efetuava-se a colheita da amostra de água, num volume ocupando 2/3 da capacidade do frasco, a fim de permitir a operação de homogeneização da amostra.

Quando a colheita era realizada diretamente do corpo d'água, o frasco era mergulhado a uma profundidade de cerca de 30 cm, sendo mantido no frasco um volume de água ocupando 2/3 de sua capacidade e imediatamente tampado.

3.2.3. TÉCNICA DA COLHEITA DE AMOSTRAS PARA AS ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

As amostras eram colhidas, simultaneamente, com as obtidas para as análises bacteriológicas, em frascos de plástico adequadamente limpos, com capacidade de 1.000 mL, diretamente das torneiras ou por imersão no corpo d'água.

3.2.4. TRANSPORTE DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As amostras de água para as análises bacteriológicas eram transportadas em caixas de material isotérmico, contendo cubos de gelo, para o Laboratório do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, e as destinadas às análises físicas e químicas, ao Laboratório da Estação de Tratamento de Água da cidade de Jaboticabal- SAAEJ.

As análises bacteriológicas, físicas e químicas eram iniciadas imediatamente após a chegada das amostras aos referidos laboratórios. O tempo decorrido entre a colheita das amostras e o início das análises nunca ultrapassou de 2 horas.

3.3. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS

DILUIÇÕES DAS AMOSTRAS DE ÁGUA (APHA, 1985)

Para a obtenção das diluições decimais, 10 mL da amostra de água eram adicionados a 90 mL de água peptonada a 0,1% esterilizada a 120°C por 15 minutos em autoclave, obtendo-se assim a diluição a 10^{-1} . Após a homogeneização, 10 mL desta diluição inicial eram adicionados a 90 mL do diluente, obtendo-se assim a diluição a 10^{-2} . Esta operação era repetida, até se obterem as diluições 10^{-3} a 10^{-5} , dependendo do tipo de amostra de água.

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL (NMP) DE BACTÉRIAS COLIFORMES TOTAIS (APHA, 1985)

Nesta determinação eram utilizados 5 tubos para cada volume da amostra e de suas diluições. Após a homogeneização, inoculava-se o volume de 10 mL da amostra não diluída em tubos de ensaio contendo 10 mL caldo lauril-sulfato triptose (Merck) em concentração dupla e tubos de fermentação de Durham; os volumes de 1 mL da amostra não diluída e de suas diluições eram inoculados em tubos de ensaio contendo 10 mL caldo lauril-sulfato triptose em concentração simples e tubos de fermentação de Durham.

Após a incubação por 24 horas a 35°C, a prova presuntiva era considerada positiva quando ocorria a presença de gás no tubo de Durham. Os tubos considerados negativos eram novamente observados após uma reincubação por mais 24 horas à mesma temperatura.

A seguir, a partir dos tubos com produção de gás, após 24 ou 48 horas de incubação, eram transferidas duas alçadas (alça com 3 mm de Ø) da cultura para tubos contendo caldo lactose-verde brilhante-bile 2% (Merck) e tubos de fermentação de Durham, a fim de serem realizadas as provas confirmatórias. Após a incubação por até 48 horas a 35°C, eram realizadas as leituras, considerando-se a prova confirmatória positiva quando ocorria a presença de gás no tubo de Durham. Levando-se em conta o número de porções positivas e a partir da tabela de Hoskins, era obtido o NMP de bactérias coliformes totais por 100 mL de água.

Deve-se salientar que para as amostras de água "in natura" eram analisadas 5 porções de 10 mL e 1 mL da água não diluída e de 1 mL das suas diluições decimais até a 10^{-5} . Para as amostras

de água clorada eram analisadas 5 porções de 10 mL e 1 mL da água não diluída e 1 mL da diluição a 10^{-1} .

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL DE BACTÉRIAS COLIFORMES FECAIS (APHA, 1985)

A partir dos tubos de caldo lauril-sulfato triptose, com prova presuntiva positiva para bactérias coliformes, eram transferidas duas alçadas (alça com 3 mm de Ø) da cultura para tubos contendo caldo EC (Merck) e tubos de fermentação de Durham, previamente mantidos em banho-maria a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, durante 30 minutos. Após a incubação dos tubos inoculados, em banho-maria a $44,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, eram realizadas as leituras, considerando-se prova positiva para bactérias coliformes fecais quando ocorria a presença de gás nos tubos de Durham. A seguir, a partir do número de porções positivas e com o auxílio da tabela de Hoskins, obtinha-se o NMP de bactérias coliformes fecais por 100 mL de água.

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL DE ESTREPTOCOCOS FECAIS (APHA, 1985)

Após homogeneização eram inoculadas 5 porções de 10 mL da amostra não diluída em tubos contendo caldo dextrose-azida (Merck) em concentração dupla. Eram também inoculadas 5 porções de 1 mL da amostra não diluída e das suas diluições em tubos contendo caldo dextrose-azida (Merck) em concentração simples. Após a incubação por 24 a 48 horas a 35°C , era considerada prova presuntiva positiva quando ocorria a turvação do meio inoculado.

A seguir, a partir dos tubos com prova presuntiva positiva, era semeada uma alçada de cada cultura em placas de Petri contendo ágar PSE (Pfeizer Selective Enterococcus) e incubadas por 24 a 48 horas a 35°C; considerava-se a prova confirmatória positiva para estreptococos fecais, quando o crescimento bacteriano produzia no meio uma pigmentação marrom escura, mostrando a ocorrência da hidrólise da esculina.

A seguir, utilizando-se a tabela de Hoskins e a partir das porções positivas, era obtido o NMP de estreptococos fecais por 100 mL de água.

CONTAGEM DE MICRORGANISMOS HETEROTRÓFICOS MESÓFILOS AERÓBIOS OU FACULTATIVOS VIÁVEIS (APHA, 1985)

Empregando a técnica de inoculação em profundidade, eram depositados volumes de 1 mL da amostra não diluída e de suas diluições decimais em placas de Petri esterilizadas, em duplicata, aos quais eram adicionados 15 mL de ágar padrão para contagem (Merck), esterilizado, fundido e resfriado a 43°C-45°C.

Após a homogeneização e solidificação do ágar em temperatura ambiente, as placas eram incubadas em estufa a 35°C por 48 horas, sendo em seguida realizada a contagem do número de colônias. Para essa determinação eram escolhidas placas contendo entre 30 e 300 colônias e, o número encontrado multiplicado pelo fator de diluição, fornecia o número de unidades formadoras de colônias (UFC) de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis por mL de água.

3.4. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

DETERMINAÇÃO DO pH

A determinação do pH das amostras de água era efetuada utilizando-se potenciômetro pH METER 7A.

DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA

A temperatura da água era determinada no momento da colheita das amostras, utilizando-se termômetro de filamento de mercúrio.

DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ (CETESB, 1973)

Utilizava-se para essa determinação o turbidímetro de Hellige completo. Após a homogeneização da amostra, a mesma era colocada na cuba de 50 mm que acompanha o aparelho; utilizando-se o filtro "dark" o aparelho era ligado e girava-se o mostrador até o desaparecimento perfeito do disco central, procedendo-se, neste momento, a leitura do resultado.

O resultado obtido era lançado na abcissa do gráfico correspondente a cuba de 50 mm e filtro "dark". Se o valor da ordenada cruzava a curva padrão ou se a leitura fosse superior a 1 ppm, o resultado da turbidez era dado em ppm de SiO_2 (ntu). Quando o valor da ordenada não cruzava a curva padrão, era repetida a operação utilizando-se filtro "light"; se ainda não se obtivesse o resultado, a mesma operação era repetida sem a utilização de filtro. Se ainda assim não se observasse resultado, era utilizada a cuba de 20 mm e a amostra era diluída à 1/2,

sendo o resultado obtido multiplicado por 2.

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CLORO RESIDUAL (CETESB, 1973)

No momento da colheita das amostras era determinado o teor de cloro residual utilizando-se o comparador de disco para cloro (0 a 1 ppm) e como reagente uma solução de ortotoluidina a 0,1%. Para isto, eram colocados em uma das cubas de 13 mm do aparelho, 10 mL de água a ser analisada e na outra cuba eram colocados além dos 10 mL de água, 0,5 mL de solução de ortotoluidina a 0,1%. A cuba com o indicador era introduzida no orifício direito do aparelho e a outra cuba no lado esquerdo. Mantendo-se o aparelho contra a luz e olhando-se no visor a uma distância aproximada de 25 cm, girava-se o disco até se obter a coincidência das cores. Quando isto ocorria a leitura do teor de cloro residual era realizada diretamente. Caso a cor obtida estivesse compreendida entre dois filtros, o resultado para o teor de cloro residual era considerada como sendo a média aritmética dos dois valores obtidos. Se o valor detectado na leitura fosse superior ao máximo detectável pelo aparelho, as amostras eram diluídas e o resultado obtido era multiplicado pelo fator de diluição.

3.5. DETERMINAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Esta determinação é realizada diariamente no setor de Agrometereologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, empregando o pluviômetro Ville de Paris. Assim, os dados referentes a ocorrência de precipitação pluviométrica, durante o período desta

investigação, foram obtidos diariamente no referido setor.

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar se as possíveis correlações entre os resultados das análises físicas, química e bacteriológicas eram significativas ou não, foi aplicado o teste T de Student, ao nível de 5% de probabilidade (NETER & WASSERMAN, 1974).

Para efeito da análise, os valores que estiveram abaixo do limite mínimo de sensibilidade das técnicas utilizadas foram considerados como zero.

4. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água das fontes de abastecimento do córrego, dreno e poço artesiano, na presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas ou seja nos 3 dias que antecederam a colheita de amostras.

Os NMP de coliformes totais das amostras de água do Córrego Rico, Dreno do Bairro Alto e Poço Artesiano do DAE apresentaram valores médios de 1307,0, 41,0 e 4,4/100 mL, respectivamente. No que se refere aos coliformes fecais os valores médios obtidos foram de 63,0, 4,5 e 1,7/100 mL. Para os estreptococos fecais esses valores médios foram de 15,6, 4,3 e 1,5/100 mL para as três fontes de abastecimento analisadas.

Os microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis apresentaram valores médios de 1318,0 UFC/mL para o córrego, 44,6 UFC/mL para o dreno e 41,7 UFC/mL para o poço artesiano.

Na figura 1 visualiza-se a representação gráfica dos resultados apresentados na tabela 1.

Na tabela 2 estão representadas as médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas.

Os valores médios dos NMP de coliformes totais foram de 387,0, 20,0 e 3,5/100 mL para as amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano. Para os coliformes fecais esses valores médios foram de 92,0, 3,0 e 1,8/100 mL, respectivamente. Os NMP de estreptococos fecais apresentaram valores médios de 15,0/100 mL nas amostras de água do córrego, 2,5/100 mL nas amostras de água do dreno e 2,0/100 mL nas amostras de água de poço artesiano.

São mostrados ainda nessa tabela os números médios de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis cujos valores foram de 481,0, 29,0 e 26,0 UFC/mL nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, respectivamente.

Na figura 2 estão representados graficamente os resultados contidos na tabela 2.

Os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água do córrego, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, estão apresentados na tabela 3. Quando ocorreu precipitação pluviométrica, os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e o número médio de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis foram de 1307,0, 63,0, 15,6/100 mL e 1318,0 UFC/mL, respectivamente. Na ausência de precipitação pluviométrica esses números foram de 387,0, 92,0, 14,8/100 mL e 481 UFC/mL, respectivamente.

A figura 3 representa graficamente os resultados apresentados na tabela 3.

A tabela 4 apresenta os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais assim como os números médios de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água do dreno, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas ultimas 72 horas. Quanto aos valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais, os mesmos foram de 41,0, 4,5 e 4,3/100 mL, quando ocorreu precipitação pluviométrica e de 20,0, 3,0 e 2,5/100 mL na ausência de precipitação pluviométrica. Para microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis esses valores foram de 44,6 UFC/mL na presença de precipitação pluviométrica e 28,8 UFC/mL quando a precipitação pluviométrica não ocorreu.

A representação gráfica dos resultados apresentados na tabela 4 esta contida na figura 4.

A tabela 5 apresenta os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água do poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas.

Quando ocorreu precipitação pluviométrica os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais foram de 4,4, 1,8 e 1,5/100 mL. Na ausência de precipitação pluviométrica os valores médios dos NMP número mais provável desses microrganismos foram de 3,5, 1,8

e 2,0/100 mL, respectivamente. O número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, na ocorrência de precipitação pluviométrica, apresentou valor médio de 41,7 UFC/mL. Quando não ocorreu precipitação pluviométrica tal valor foi de 26,0 UFC/mL.

A figura 5 representa graficamente os resultados apresentados na tabela 5.

Na tabela 6 estão representadas as médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água córrego antes da cloração, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas ultimas 72 horas.

Observa-se que os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais foram de 21,0, 4,5 e 3,6/100 mL quando ocorreu precipitação pluviométrica. Na ausência de precipitação esses valores foram de 27,0, 7,2 e 4,1/100 mL. Os valores médios observados para os números de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, na presença de precipitação pluviométrica e quando esta não ocorreu, foram de 86,7 e 46,1 UFC/mL, respectivamente.

Na figura 6 estão representados graficamente os resultados apresentados na tabela 6.

As médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água do dreno antes da cloração e segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, estão apresentadas na tabela 7.

Verifica-se nessa tabela que os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais, na ocorrência de precipitação pluviométrica, foram de 40,7, 4,5 e 4,3/100 mL, respectivamente. Na ausência de precipitação pluviométrica esses valores foram de 20,0, 3,0 e 2,5/100 mL. O número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis apresentou valor médio de 44,6 UFC/mL na ocorrência de precipitação pluviométrica e de 29,0 UFC/mL quando na ausência da mesma.

A representação gráfica dos resultados apresentados na tabela 7 está contida na figura 7

A tabela 8 apresenta os valores das porcentagens médias da demanda de cloro nas redes de distribuição da Estação de Tratamento de Água e do dreno, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas.

Pode-se observar que a demanda de cloro média, na presença de precipitação pluviométrica, foi de 68,2% na rede de distribuição da estação de tratamento, e de 66,2% na rede de distribuição do dreno. No período de ausência de precipitação esses valores foram de 61,7% e de 56,0%, respectivamente.

A figura 8 representa graficamente os resultados apresentados na tabela 8.

Na tabela 9 são apresentados os valores das razões entre as médias geométricas dos NMP de coliformes fecais e de estreptococos fecais nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas. Os valores dessas razões nas referidas amostras de água, na presença de precipitação pluviométrica, foram de 4,0, 1,0 e 1,1, respectivamente. Na

ausência de precipitação pluviométrica os valores foram de 6,1, 1,2 e 0,9, respectivamente.

A tabela 10 apresenta as médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano na saída para o abastecimento e nas pontas de rede correspondentes, considerando a presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas. Observa-se que nas amostras de água das saídas das fontes de abastecimento do córrego (ETA) e do dreno, e nas amostras de água das pontas de rede correspondentes, os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais foram de $< 2,0/100\text{mL}$. Os números médios de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas referidas amostras de água foram 2,4 , 4,0 , 1,8 e 1,9 UFC/mL.

Os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais nas amostras de água da saída do poço artesiano foram de 3,5, 1,2 e $< 2,0/100\text{ mL}$, respectivamente. Nas amostras de água da ponta da rede abastecida pelo referido poço os valores médios dos NMP desses microrganismos foram de 5,2, 1,5 e $1,6/100\text{ mL}$. Os números médios de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nestas amostras de água foram de 38,3 e 17,4 UFC/mL, respectivamente.

Na tabela 11 encontram-se os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano na saída para o abastecimento

e nas pontas de rede correspondentes, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas. Pode-se verificar que nas amostras de água das saídas das fontes de abastecimento do córrego (ETA) e do dreno e das pontas de rede correspondentes, os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais foram $< 2,0/100$ mL. Os números médios de microorganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas referidas amostras de água foram de 2,2 , 2,0, 1,5 e 1,9 UFC/mL, respectivamente.

Observa-se ainda que os valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais nas amostras de água da saída do poço artesiano foram de 2,6, 1,3 e $1,3/100$ mL, respectivamente. Na ponta de rede correspondente os valores médios obtidos para essas determinações foram de 1,3, $< 2,0$ e $1,0/100$ mL. Os números médios de microorganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas amostras de água obtidas na saída do poço artesiano e na ponta da rede correspondente foram de 24,5 e 10,2 UFC/mL, respectivamente.

A tabela 12 mostra a distribuição das porcentagens das amostras de água dos três mananciais de abastecimento, na saída das fontes de abastecimento e nas respectivas pontas de rede, que se encontravam dentro do padrão regulamentar para águas de consumo alimentar, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas ultimas 72 horas. Das amostras do córrego e do dreno colhidas na saída para abastecimento e nas suas respectivas pontas de rede, 100% das amostras se apresentaram dentro do referido padrão. Das amostras obtidas na saída do poço artesiano para o abastecimento e na sua respectiva ponta de rede, quando ocorreu precipitação pluviométrica, 52,2% e 39,0% das amostras se

mostraram dentro do padrão; por outro lado na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, tais valores foram de 66,0% e 90,0%.

A tabela 13 apresenta as porcentagens médias das reduções dos NMP coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas diferentes fases de tratamento da água do córrego dentro da Estação de Tratamento de Água, segundo a presença e ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas.

As figuras 9 e 10 representam graficamente os resultados apresentados na tabela 13.

Na tabela 14 são apresentados os valores das médias aritméticas do pH, temperatura e turbidez das amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas.

Na ocorrência de precipitação pluviométrica os valores médios do pH das amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano foram de 6,8, 5,3 e 7,1, respectivamente. Os valores médios da temperatura para as referidas amostras foram de 20,9°C, 23,8°C e 29,8°C, enquanto que a turbidez apresentou valores médios de 18,2 ntu, 2,7 ntu e 2,9 ntu para as amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, respectivamente.

Relativamente ao pH, na ausência de precipitação pluviométrica, os valores médios obtidos nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, foram, respectivamente, de 6,8, 5,2 e 7,0. A temperatura revelou-se com valores médios de 18,5°C, 22,2°C e 29,5°C, enquanto que os valores médios da turbidez foram 10,2 ntu, 1,8 ntu e 2,5 ntu, respectivamente.

As representações gráficas dos resultados apresentados na tabela 14 encontram-se nas figuras 11, 12 e 13.

As tabelas 15, 16 e 17 apresentam os valores dos coeficientes de correlação, ao nível de 5%, entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano.

TABELA 1 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, na presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Origem das amostras de água	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Córrego	1307,0	63,0	15,6	1318,0
Dreno	41,0	4,5	4,3	44,6
Poço artesiano	4,4	1,7	1,5	41,7

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Coliformes totais; CF-Coliformes fecais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
 Mesófilos = UFC/mL

FIGURA 1- Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água dos três mananciais durante o período com precipitação pluviométrica.

TABELA 2 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Origem das amostras de água	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Córrego	387,0	92,0	15,0	481,0
Dreno	20,0	3,0	2,5	29,0
Poço artesiano	3,5	1,8	2,0	26,0

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Coliformes totais; CF-Coliformes fecais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
Mesófilos - UFC/mL

FIGURA 2- Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água dos três mananciais durante o período sem precipitação pluviométrica.

TABELA 3 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboaticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Sim	1307,0	63,0	15,6	1318,0
Não	387,0	92,0	15,0	481,0

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Colliformes totais; CF-Colliformes fecais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
 Mesófilos - UFC/mL

FIGURA 3- Logarítmo das médias geométricas (G) dos números de microrganismos indicadores pesquisados, nas amostras de água do manancial do córrego, com e sem precipitação pluviométrica.

TABELA 4 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do dreno, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Sim	41,0	4,5	4,3	44,6
Não	20,0	3,0	2,5	29,0

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Coliformes totais;CF-Coliformes fe-
cais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
Mesófilos = UFC/mL

FIGURA 4- Logarítmo das médias geométricas (G) dos núme-
ros de microrganismos indicadores pesquisados,
nas amostras de água do manancial do dreno,
com e sem precipitação pluviométrica.

TABELA 5 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do poço artesiano segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Sim	4,4	1,7	1,5	41,7
Não	3,5	1,8	2,0	26,0

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Coliformes totais;CF-Coliformes fe-
cais e EF-Estreptococcus fecalis-NMP/100mL
Mesófilos = UFC/mL

FIGURA 5- Logarítmo das médias geométricas (G) dos núme-
ros de microrganismos indicadores pesquisados,
nas amostras de água do manancial do poço ar-
tesiano, com e sem precipitação pluviométrica.

TABELA 6 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do córrego antes da cloração, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Sim	21,0	4,5	3,6	86,7
Não	27,0	7,2	4,1	46,1

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-coliformes totais;CF-Coliformes fe-
cais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
Mesófilos = UFC/mL

FIGURA 6- Logarítmo das médias geométricas (G) dos núme-
ros de microrganismos indicadores pesquisados,
nas amostras de água do manancial do córrego,
antes da cloração, com e sem precipitação plu-
viométrica.

TABELA 7 - Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água do dreno antes da cloração, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Sim	40,7	4,5	4,3	44,6
Não	20,0	3,0	2,5	29,0

UFC - Unidades Formadoras de Colônias.

CT-Coliformes totais; CF-Coliformes fe-
cais e EF-Estreptococos fecais-NMP/100mL
Mesófilos = UFC/mL

FIGURA 7- Logarítmo das médias geométricas (G) dos núme-
ros de microrganismos indicadores pesquisados,
nas amostras de água do manancial do dreno, an-
tes da cloração, com e sem precipitação pluvio-
métrica.

TABELA 8 - Demanda de cloro média nas redes de distribuição de água do córrego e do dreno, com e sem precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/1989.

Rede de distribuição	Demanda de cloro (%)	
	Com precipitação pluviométrica	Sem precipitação pluviométrica
Estação de tratamento	68,2	61,7
Dreno	66,2	56,0

FIGURA 8- Demanda de cloro média (%) nas redes de abastecimento da Estação de Tratamento de Água (E.T.A) e do dreno, com e sem precipitação pluviométrica.

TABELA 9 - Valores das razões entre as médias geométricas do número mais provável de coliformes fecais e de estreptococos fecais nas amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência de precipitação	Córrego	Ireno	Poço artesiano
Sim	4,0	1,0	1,1
Não	6,1	1,2	0,9

TABELA 10- Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água da saída das fontes de abastecimento e das respectivas pontas de rede, na presença de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Origem das amostras de água	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Saída da ETA	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,4
Ponta de rede ETA	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,8
Saída do dreno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	4,0
Ponta de rede do dreno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,9
Saída do poço artesiano	3,5	1,2	< 2,0	38,3
Ponta de rede do poço artesiano	5,2	1,5	1,6	17,4

UFC- Unidades Formadoras de Colônias

ETA- Estação de Tratamento de Água do Córrego

TABELA 11- Médias geométricas do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nas amostras de água da saída das fontes de abastecimento e das respectivas pontas de rede, na ausência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Origem das amostras de água	Médias geométricas do número mais provável/100 mL			Médias geométricas das contagens de mesófilos UFC/mL
	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	
Saída da ETA	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,2
Ponta de rede ETA	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,5
Saída do dreno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,0
Ponta de rede do dreno	< 2,0	< 2,0	< 2,0	1,9
Saída do poço artesiano	2,6	1,3	1,3	24,5
Ponta de rede do poço artesiano	3,0	< 2,0	1,0	10,2

UFC- Unidades Formadoras de Colônias

ETA- Estação de Tratamento de Água do Córrego

TABELA 12- Porcentagem das amostras de água das saídas das fontes para o abastecimento e das respectivas pontas de rede, dentro do padrão regulamentar para águas de consumo alimentar(*), segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Precipitação	Córrego				Dreno				Poço Artesiano			
	Saída da Fonte		Ponta da Rede		Saída da Fonte		Ponta da Rede		Saída da Fonte		Ponta da Rede	
	Dentro do		Dentro do		Dentro do		Dentro do		Dentro do		Dentro do	
	padrão		padrão		Padrão		Padrão		Padrão		Padrão	
Pluviométrica	nº	X	nº	X	nº	X	nº	X	nº	X	nº	X
Sim	23	100,0	23	100,0	23	100,0	23	100,0	12	52,2	9	39,0
Não	29	100,0	29	100,0	29	100,0	29	100,0	19	66,0	26	90,0

(*) - D.O.E. - Nota nº 60 - Decreto 12.466 de 21/10/1978

TABELA 13 - Porcentagem média de redução do número mais provável (NMP) de coliformes totais, coliformes fecais e de estreptococos fecais e do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis nas diferentes fases do tratamento da água do córrego, com e sem precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Fases do tratamento	Com precipitação				Sem precipitação			
	NMP Coliformes totais	NMP Coliformes fecais	NMP Estreptococos fecais	Nº Mesófilos	NMP Coliformes totais	NMP Coliformes fecais	NMP Estreptococos fecais	Nº Mesófilos
Decantação	65,7	92,6	89,2	43,1	42,5	72,4	90,8	44,1
Floculação	92,4	96,4	95,3	79,3	76,6	85,1	92,8	47,8
Filtração	98,4	99,0	96,4	93,2	93,1	97,0	95,5	90,2
Cloração	100,0	100,0	100,0	99,8	100,0	100,0	100,0	99,3

FIGURA 9- Porcentagens médias de redução dos números de microrganismos indicadores, durante as diferentes fases do tratamento da água do córrego, na E.T.A de Jaboticabal, nos períodos com precipitação pluviométrica.

FIGURA 10- Porcentagens médias de redução dos números de microrganismos indicadores, durante as diferentes fases do tratamento da água do córrego, na E.T.A de Jaboticabal, nos períodos sem precipitação pluviométrica.

TABELA 14- Médias aritméticas dos valores do pH, temperatura (T) e da turbidez (Tu) das amostras de água do córrego, dreno e poço artesianos, segundo a ocorrência de precipitação pluviométrica nas últimas 72 horas, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Ocorrência									
de precipitação	Córrego			Dreno			Poço artesianos		
	pH	T(oC)	Tu(ntu)	pH	T(oC)	Tu(ntu)	pH	T(oC)	Tu(ntu)
Sim	6,8	20,9	18,2	5,3	23,8	2,7	7,1	29,8	2,9
Não	6,8	18,5	10,2	5,2	22,2	1,8	7,0	29,5	2,5

ntu- unidade nefelométrica de turbidez

FIGURA 11- Médias aritméticas dos valores do pH das amostras de água dos três mananciais de abastecimento com e sem precipitação pluviométrica.

FIGURA 12- Médias aritméticas dos valores da temperatura $^{\circ}\text{C}$, das amostras de água dos três mananciais de abastecimento, com e sem precipitação pluviométrica.

FIGURA 13- Médias aritméticas dos valores da turbidez, em NTU, das amostras de água dos três mananciais de abastecimento, com e sem precipitação pluviométrica

TABELA 15- Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do córrego, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Parâmetros	Coliformes totais	Coliformes fecais	Streptococos fecais	Mesófilos
pH	- 0,24 ns	+ 0,19 ns	- 0,09 ns	- 0,37 ns
Temperatura	+ 0,26 ns	- 0,11 ns	- 0,31 *	+ 0,26 ns
Turbidez	+ 0,78 *	- 0,14 ns	- 0,17 ns	+ 0,31 *

ns- não significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$)

*- significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

TABELA 16- Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do dreno, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Parâmetros	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	Mesófilos
pH	+ 0,12 ns	+ 0,18 ns	+ 0,04 ns	- 0,10 ns
Temperatura	+ 0,06 ns	- 0,02 ns	- 0,07 ns	+ 0,09 ns
Turbidez	+ 0,61 *	+ 0,25 ns	+ 0,04 ns	+ 0,08 ns

ns- não significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$)

*- significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

TABELA 17- Coeficientes de correlação entre as análises físicas, química e bacteriológicas nas amostras de água do poço artesiano, Jaboticabal, SP, 1988/89.

Parâmetros	Coliformes totais	Coliformes fecais	Estreptococos fecais	Mesófilos
pH	- 0,06 ns	+ 0,06 ns	+ 0,13 ns	+ 0,05 ns
Temperatura	- 0,26 ns	+ 0,04 ns	+ 0,05 ns	+ 0,18 ns
Turbidez	+ 0,04 ns	- 0,13 ns	+ 0,35 *	- 0,01 ns

ns- não significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$)

*- significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

5. DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados na tabela 1 verifica-se que as amostras de água do córrego no período com chuvas revelaram-se com valores médios dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais, assim como do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, superiores aos observados nas amostras colhidas do dreno e poço artesiano. Este fato pode estar relacionado com a contaminação constante que o córrego recebe do efluente de esgoto doméstico. Segundo LINTON e cols.(1974) efluentes de esgoto são os principais contribuintes para o número de bactérias no ambiente aquático. Um outro fator que poderia explicar os números de microrganismos encontrados é a maior susceptibilidade das águas de superfície em se contaminarem pelas águas de escoamento durante a precipitação pluviométrica, carreando para o corpo d'água microrganismos existentes no solo e vegetação adjacentes.

Observa-se também na tabela 1, que as amostras de água do dreno apresentaram-se com maior grau de contaminação por aqueles microrganismos, que as obtidas do poço artesiano. Ambos os corpos d'água são subterrâneos, porém o dreno apresenta uma profundidade média bem inferior à do poço artesiano, o que certamente diminui a eficiência da capacidade filtrante do solo. Isto predispõe o dreno a um risco maior de contaminação, devido a infiltração de água de escoamento durante o período de precipitação pluviométrica.

Observando-se os valores distribuídos na tabela 2, e comparando-se com os da tabela 1, pode-se constatar que na

ausência de chuvas a situação anterior não se alterou, apresentando-se o córrego mais contaminado que o dreno e este com contaminação superior a observada para o poço artesiano. Pode-se verificar também, que os valores médios dos NMP de coliformes totais e fecais, estreptococos fecais e dos números médios de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, revelaram-se inferiores. Os menores números observados com relação aos microrganismos pesquisados deve estar relacionado a ausência da participação da água de escoamento na contaminação dos corpos d'água estudados. Deve ser ressaltado que ESSIEN & OSUHOR (1979) também observaram a ocorrência de menor contaminação por bactérias indicadoras de poluição fecal em águas subterrâneas quando comparadas com águas superficiais.

Da análise das tabelas 1 e 2, pode-se depreender a importância do efeito do lançamento de esgoto doméstico "in natura" no córrego, sobre a qualidade bacteriológica desse manancial de abastecimento. Este fato colaborou para que durante o presente trabalho o manancial representado pelo córrego se apresentasse, tanto no período com precipitação pluviométrica quanto na ausência da mesma, com qualidade bacteriológica inferior a verificada nos demais mananciais estudados. A qualidade microbiológica inferior do córrego, principalmente no tocante à coliformes fecais e estreptococos fecais, fidedignos indicadores de poluição fecal (DUTKA, 1973), aliado ao fato de que a área da cidade abastecida pelo referido manancial é relevante (75%), o coloca como o de maior risco potencial à saúde da população consumidora.

Na tabela 3 pode-se observar que as amostras de água do córrego apresentaram-se com valores médios dos NMP de coliformes

totais de 1307,0 e 387,0/100mL nos períodos com e sem precipitação pluviométrica, respectivamente. O aumento do NMP de coliformes totais na presença de precipitação pluviométrica foi observado também por TAYLOR (1941), WOODBRIDGE & GARRET (1969) e GONZALES e cols. (1982). Este fato segundo DORAN (1979) e LAMKA e cols. (1980) pode estar está relacionado ao aporte desses microrganismos ao corpo d'água através das águas de escoamento. Outro fator que pode ter também contribuído para o maior número desses microrganismos é a quantidade de matéria orgânica incorporada ao córrego, carregada pelas águas de escoamento, favorecendo a multiplicação das bactérias coliformes totais. A multiplicação de coliformes totais em águas de rios que recebiam esgoto doméstico foi observada por REID e cols. (1961) e DUTKA e cols. (1969), enquanto que DUTKA (1973) verificou a multiplicação de coliformes totais na água em condições naturais.

No que se refere aos coliformes fecais observa-se, na tabela 3, um menor valor da média geométrica do NMP desses microrganismos nas amostras de água do córrego, quando da ocorrência de precipitação pluviométrica (63,0/100 mL), em comparação com o valor médio obtido na ausência de precipitação (92,0/100 mL). Resultados semelhantes foram obtidos por CASTILLO & CORDANO (1975). Tal fato deve estar relacionado com a diluição desses microrganismos provenientes do efluente de esgoto doméstico pelo aumento da vazão do córrego nas épocas de chuvas, a não multiplicação e a sua destruição no ambiente aquático. A este respeito, BUTTIAUX & BOULDIER (1960) afirmam que os indicadores de poluição fecal não só não se multiplicam no ambiente aquático, como ao contrário progressivamente são destruídos.

Ainda na tabela 3, no que se refere aos estreptococos fecais, observa-se pequeno aumento no valor médio dos NMP desses microrganismos nas amostras de água do córrego, na época em que ocorreu precipitação pluviométrica. Apesar da diluição maior desses microrganismos quando da ocorrência de chuvas e a sua não multiplicação no ambiente aquático, estes microrganismos sobrevivem por mais tempo em águas de superfície que os coliformes fecais (GELDREICH, 1967; MCFETERS e cols., 1974 ; BITTON e cols., 1983). No presente estudo, deve-se salientar que a presença de criações de animais de porte médio nas adjacências do córrego analisado pode ter se constituído em fonte desses microrganismos para o solo e devido a sua resistência mais elevada que a dos coliformes fecais neste ambiente, possibilitou maior chance de serem incorporados a esse manancial durante o escoamento superficial, decorrente da precipitação pluviométrica (GLOYNA & ROHLICH, 1980).

Quanto aos microrganismos heterotróficos mesófilos, o valor médio das suas contagens nas amostras de água do córrego foi superior na época em que ocorreram precipitações pluviométricas (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por DE LA ROSA e cols. (1987) na Espanha e GÖCKE & REINHEINER (1988) na Alemanha, que encontraram em águas de rios maiores contagens dessas bactérias em épocas de caudal mais elevado. Na presente pesquisa, as contagens mais altas de microrganismos heterotróficos mesófilos obtidas nas amostras de água do córrego, quando da ocorrência de chuvas, podem estar relacionadas ao aporte desses microrganismos a este manancial em decorrência das águas de escoamento e a própria multiplicação dos mesmos no ambiente aquático enriquecido com matéria orgânica. CHRISTOVÃO (1978)

considera a precipitação pluviométrica como um dos importantes fatores que interferem no número de microrganismos em um corpo d'água, principalmente, devido ao carreamento de matéria orgânica e microrganismos, através das águas de escoamento superficial.

Salienta-se, no entanto, que no período de chuvas as amostras de água do córrego apresentaram-se com menor contaminação por coliformes fecais (Tabela 3). Assim, como estes microrganismos são relacionados diretamente com a presença de patogênicos intestinais, como salmonelas (MARTINS, 1979) e que a simples presença de um organismo específico indicador de poluição fecal em 100 mL de água não tratada é significativo (BUTTIAUX & MOSSEL, 1961) pode-se depreender que no período de chuvas o referido manancial mostrou-se de menor risco à saúde da população consumidora.

Na tabela 4 constata-se que as amostras de água do dreno apresentaram valor médio dos NMP de coliformes totais mais elevado na época em que ocorreu precipitação pluviométrica, ou seja, 41,0/100 mL, quando comparado com o valor médio de 20,0/100 mL obtido na ausência da mesma. Este fato deve ter tido como causa mais importante a infiltração desses microrganismos no solo, atingindo o corpo d'água, em decorrência do arraste dos mesmos pela água proveniente das chuvas. O aumento do número desses microrganismos em águas subterrâneas, na presença de precipitação pluviométrica, foi verificado também por VOELKER & HENKELEKIAN (1962).

No que se refere aos coliformes fecais e estreptococos fecais, observa-se ainda na mesma tabela, que os valores médios dos seus NMP revelaram-se maiores na época em que ocorreu precipitação pluviométrica. Isto evidência que em decorrência da

ausência de uma fonte constante desses microrganismos no dreno, as chuvas podem ter influenciado o aumento do número dos mesmos na água do dreno, através do seu carreamento do solo ao corpo d'água por infiltração. Por outro lado, as chuvas podem ter também facilitado a contaminação pelo esgoto doméstico, dado que o dreno passa durante o seu trajeto entre a nascente e o ponto de captação da água, sob uma área urbanizada.

Ainda na tabela 4, pode-se observar que o valor médio do número de microrganismos heterotróficos mesófilos foi maior no período de chuvas. Este fato pode estar relacionado também com o aporte desses microrganismos pela infiltração da água de escoamento, bem como, a sua multiplicação devida a incorporação no corpo d'água de nutrientes, representados por matéria orgânica (GELDREICH e cols., 1972; LeCHEVALLIER e cols., 1980).

Portanto, após a análise da tabela 4, pode-se depreender que o dreno, durante o período em que ocorreu precipitação pluviométrica, apresentou-se no que se refere a todos os microrganismos pesquisados com números médios mais elevados. Assim sendo, a sua qualidade bacteriológica durante o referido período, foi inferior. Outro fato que pode ser destacado é a influência das precipitações pluviométricas no aumento da contaminação desse manancial subterrâneo, já que o mesmo não apresenta uma fonte contínua de poluição de origem fecal.

Observa-se na tabela 5 que as médias geométricas dos NMP de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais revelaram-se com pequena variação nas amostras de água do poço artesiano. Este fato, deve estar relacionado com a profundidade do referido poço que dificulta uma influência mais direta da infiltração das águas de escoamento nos números de microrganismos

indicadores de poluição fecal. Entretanto, o pequeno aumento dos números médios de coliformes totais e do aumento mais relevante do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, devem estar relacionados com o aumento do teor de nutrientes na água no período de chuvas e a possível multiplicação desses microrganismos no corpo d'água (HENDRICKS, 1972).

Assim, tanto no período com precipitação como no período sem precipitação, a água do poço artesiano apresentou-se com valores médios dos NMP semelhantes no que se refere aos coliformes fecais e estreptococos fecais considerados importantes indicadores de poluição fecal na água (BARTLEY & SLANETZ, 1960, LIN e cols. 1974). Apesar dos valores médios desses microrganismos poderem ser considerados baixos, o que mostra ser o poço artesiano um manancial mais protegido, deve ser considerada relevante esta contaminação, pois a água proveniente desse manancial não sofre nenhum tratamento. A esse respeito, McCABE e cols. (1970) relatam que no período de 1961 a 1969, nos Estados Unidos, as águas subterrâneas poluídas e não tratadas foram responsáveis por 50% dos surtos de doenças gastrintestinais de veiculação hídrica. Outro fato é que quando os coliformes fecais aparecem simultaneamente com os estreptococos fecais em uma amostra de água, aumenta o valor desses indicadores, como preditivos de risco para a saúde da população consumidora (ZMIROW e cols. 1987).

Outro fato a se salientar é que durante a ocorrência de precipitação pluviométrica constatou-se um aumento do número de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, nos três mananciais estudados, cujos valores médios das

contagens podem ser verificados nas tabelas 3, 4 e 5, isto deve ser visto com atenção pois esse grupo de microrganismos incluem bactérias que podem mascarar a detecção de coliformes nas amostras de água, contribuindo para que se subestime o risco da água à saúde da população consumidora (GELDREICH, 1972).

GONZALEZ e cols. (1982) destacam a importância da utilização do cloro como última barreira para se fornecer água microbiologicamente inócua à população consumidora. Por outro lado, ANDERSON & STERSTROM (1986) e CRAUN (1988) relacionam o tratamento não satisfatório, incluindo a cloração inadequada, à ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica. Assim sendo, no presente trabalho tanto a água do córrego quanto a do dreno, antes de serem cloradas, foram consideradas como de risco potencial a saúde dos consumidores.

Analisando-se a tabela 6, verifica-se que a água de risco potencial, oriunda do córrego, apresentou-se com maior contaminação por indicadores de poluição fecal durante o período em que não ocorreu precipitação pluviométrica. O aumento mais evidente dessa contaminação foi relativo aos coliformes fecais, fato este que torna essa água potencialmente mais perigosa em transmitir uma doença por patogênicos entéricos se for consumida, já que os coliformes fecais são considerados como tendo bom valor preditivo desse tipo de risco (ZMIROW e cols., 1987). O fato do maior número médio de microrganismos ocorrer na ausência de precipitação, pode estar relacionado com a maior contaminação da água do córrego nessa época, a menor eficiência das fases de tratamento que precedem a filtração e à manutenção dos filtros prejudicada pela escassez de água durante esse período.

Por outro lado, verifica-se na tabela 7 que a água de risco

potencial do dreno apresentou-se, ao contrário da água de risco potencial do córrego mais perigosa na época em que ocorreu precipitação pluviométrica, pois apresentou valores médios dos NMP dos indicadores de poluição fecal mais elevados durante esse período. Este fato está relacionado à pouca profundidade desse corpo d'água sofrendo influência da contaminação pela água que percola da superfície (SOWORBUCK e cols., 1987) e a ausência de tratamentos anteriores à cloração. A esse respeito, CRAUN & McCABE (1973) relatam que nos Estados Unidos, no período de 1946 a 1970, 18% dos casos de doenças transmitidas pela água foram devidas à água subterrâneas cloradas inadequadamente, quando o uso do cloro era o único tratamento efetuado.

Verifica-se portanto que as águas consideradas de risco potencial dos dois mananciais se comportam, de acordo com a ocorrência ou não de precipitação pluviométrica, de maneira oposta no que se refere a causar possíveis agravos à saúde da população, fato esse que pode oferecer subsídio para uma eficiente cloração dessas águas.

Pode-se observar na tabela 8, que as demandas médias de cloro nas redes de distribuição de águas de abastecimento oriundas tanto do córrego (68,2%) quanto do dreno (66,2%) foram maiores na época em que ocorreram precipitações pluviométricas. Nos períodos sem chuvas, tais demandas foram de 61,7% e 56,0%, respectivamente. Isto pode ser devido a turbidez das águas analisadas que aumenta com a ocorrência de chuvas e consequentemente leva a maior demanda de cloro nas redes de distribuição. Observações semelhantes foram feitas por RIDGWAY & OLSON (1982). Esse fato é importante pois o aumento da demanda de cloro interfere no processo de desinfecção (LeCHEVALLIER e

cols. , 1981) e revela que no período de chuvas devemos ter maior atenção no controle da quantidade de cloro a ser adicionada a água para que esta chegue ao consumidor com um residual de cloro que garanta a sua inocuidade. Considerando-se a veiculação hídrica de agentes patogênicos ao homem, é importante considerar-se a origem humana ou animal da poluição fecal em águas. Assim, de acordo com GELDREICH (1970), estabeleceu-se a provável origem humana ou animal da poluição, determinando-se as razões (CF/EF) entre os valores das médias geométricas dos NMP de coliformes fecais e estreptococos fecais, cujos resultados mostram-se distribuídos na tabela 9. Analisando-se esta tabela, pode-se constatar que para o córrego, tanto no período de chuvas quanto nos de estiagem, as razões obtidas de 4,0 e 6,1, respectivamente, indicam a ocorrência de poluição provavelmente humana ($> 4,0$). Este fato pode estar relacionado a fonte constante de poluição fecal do córrego pelo efluente de esgoto doméstico. Segundo MARTINS e cols.(1984) a razão CF/EF pode ser utilizada na caracterização da origem da contaminação fecal em águas de rios em regiões subtropicais.

No presente estudo, para os mananciais subterrâneos, dreno e poço artesiano, não foi possível determinar a provável origem da poluição fecal, humana ou animal. Isto vem de encontro com as observações de GELDREICH & KENNER (1969) que veêm com cautela a aplicação da razão CF/EF para águas subterrâneas, principalmente por não se conhecer o momento da contaminação do corpo d'água. Segundo estes autores, a referida razão é válida, quando determinada até 24 horas após a contaminação do corpo d'água.

A origem humana da poluição fecal do córrego, o torna um

veículo potencial de doenças gastrintestinais à população consumidora da água desse manancial dependendo da eficiência do seu tratamento. A esse respeito ANDERSON & STERNSTROM (1986) relatam que a poluição da água "in natura" coincidindo com o mau funcionamento do processo de tratamento é uma das principais causas de surtos de doenças transmitidas pela água na Suécia.

Da análise dos resultados mostrados nas tabelas 10 e 11 pode-se constatar a variação dos números médios dos microrganismos pesquisados durante o percurso da água, desde a fonte de abastecimento até a ponta da rede, considerando-se a presença e ausência de chuvas.

Verifica-se que nas redes de distribuição de águas cloradas do córrego e dreno obteve-se a enumeração apenas de microrganismos heterotróficos mesófilos aeróbios ou facultativos viáveis, constatando-se redução dos números médios tanto na ocorrência como na ausência de precipitação pluviométrica. Isto deve-se a atuação do cloro residual durante o percurso, mostrando a importância do processo de cloração na obtenção de água com boa qualidade bacteriológica.

No que se refere à água do poço artesiano, que é fornecida sem qualquer tratamento à população, pode-se observar que durante o período em que ocorreu precipitação pluviométrica, houve um aumento nas médias geométricas dos números de microrganismos indicadores de poluição fecal no percurso da fonte de abastecimento a ponta da rede, ocorrendo de maneira inversa no período sem chuvas. A possibilidade de contaminação da água na rede de distribuição, nos períodos em que ocorrem precipitações pluviométricas, pode ser devida a infiltrações de água de escoamento da superfície e de esgoto durante o percurso. Segundo

HELMER (1975) todos os sistemas de distribuição de água apresentam fugas, estando portanto, sempre sujeitos à contaminação e, de acordo com GELDREICH e cols. (1972), isto ocorre principalmente quando se verifica queda na pressão positiva na linha de distribuição. Outro fator que pode influenciar na contaminação da água antes da mesma chegar ao consumo, segundo os mesmos autores, é a estocagem em reservatórios. Não ocorrendo a contaminação durante o percurso, a tendência é serem esses microrganismos progressivamente destruídos (BUTTIAUX & BOULDIER, 1960).

Assim sendo, dos resultados mostrados nas tabelas 10 e 11, pode-se depreender quanto é importante o nível de cloro residual na água da rede de abastecimento, para a eliminação de microrganismos durante o trajeto na rede.

Segundo a NTA 60 do Decreto nº 12.486, de 21 de outubro de 1978, as águas de consumo alimentar no Estado de São Paulo devem ter ausência de bactérias do grupo coliforme em 100mL. A este respeito, analisando-se a tabela 12, pode-se verificar que todas as amostras de água clorada oriundas do córrego e dreno mostraram-se de acordo com o referido padrão. Entretanto das 23 amostras de água obtidas na saída do poço artesiano, no período de ocorrência de precipitação pluviométrica, 12 (52,2%) apresentaram-se dentro do padrão regulamentar, diminuindo esse número para 9 (39,0%) dentre as 23 obtidas na ponta de rede. É importante salientar, por outro lado que durante o período de ausência de chuvas das 29 amostras de água colhidas da saída do poço artesiano 19 (66,0%) estavam dentro do padrão regulamentar, aumentando esse número para 26 (90,0%) nas amostras obtidas na ponta da rede do referido poço.

Assim sendo, verifica-se que para o poço artesiano nos períodos de chuvas, houve uma diminuição da qualidade bacteriológica da água durante o seu percurso entre a fonte e a ponta de rede, ocorrendo de maneira inversa no período de estiagem. Este fato vem novamente ressaltar a importância da cloração da água de consumo, principalmente nos períodos em que ocorre precipitação pluviométrica. A este respeito FERLEY e cols. (1986) verificaram que as populações que ingeriam água com má qualidade bacteriológica tinham um risco 3,5 vezes maior de adquirir doenças gastrintestinais agudas.

Analisando-se a tabela 13 pode se observar que na Estação de Tratamento de Água no período com precipitações pluviométricas, as fases que antecedem a cloração da água foram mais eficazes na remoção dos microrganismos pesquisados. Este fato pode estar relacionado com a temperatura mais elevada da água do córrego nesse período (Tabela 14), que torna mais eficiente o processo de floculação da água que esta sendo submetida a tratamento (CETESB, 1973). Assim, é importante durante a operação da Estação o constante monitoramento das fases de tratamento, atentando para o fato de que, segundo os resultados obtidos nesta pesquisa houve no período de estiagem menor redução do número de microrganismos, sobretudo de coliformes fecais, salientando-se que estas bactérias se apresentaram com valores médios dos NMP mais elevados na água do córrego durante esse período (Tabela 3). Deve ser referido ainda, que durante esse período, ocorreu também menor redução dos microrganismos mesófilos. Isto pode assumir alguma importância, pois LeCHEVALLIER e cols. (1980), consideram que 30% desse grupo de microrganismos pode ser constituído por espécies consideradas patogênicas oportunistas, e de acordo com

ARMSTRONG e cols. (1982) o tratamento da água contribui para selecionar bactérias mesófilas resistentes a antibióticos.

Com relação às características físicas e química das amostras de água analisadas, pode-se observar, analisando-se a tabela 14 que quanto ao pH, nos três mananciais de abastecimento estudados, considerando-se cada um de forma isolada, praticamente não houve diferença entre os valores médios obtidos nos períodos com e sem precipitações pluviométricas. Entretanto, tomando-se os três mananciais em conjunto observa-se que os valores médios do dreno, 5,3 no período de chuvas e 5,2 no de estiagem, revelaram-se inferiores aos obtidos nas amostras do córrego (6,8 e 6,8) e do poço artesiano (7,1 e 7,0).

No que se refere à temperatura (Tabela 14) pode-se observar também a ocorrência de pequena variação, não superiores a 5°C, dos valores médios obtidos nos três mananciais de abastecimento quando considerados isoladamente nas épocas com e sem precipitação pluviométrica. Os resultados por nós obtidos mostram-se semelhantes aos observados por GOSKO e cols. (1983), que obtiveram variações da temperatura em águas superficiais e profundas sempre inferiores a 5°C. A pequena variação da temperatura verificada nas amostras de água do córrego, pode estar relacionada à própria temperatura ambiente no município de Jaboticabal, SP, que foi nos períodos de chuvas, em média de 22,9°C e no de estiagem 20,3°C. Verifica-se ainda, que as menores variações entre os valores médios da temperatura da água foram observadas no dreno e poço artesiano, possivelmente devido serem ambos subterrâneos e sofrendo, portanto, menor influência da variação da temperatura ambiente.

Nã mesma tabela os dados relativos à turbidez revelam que nas amostras de água do córrego, ocorreu maior variação dos valores médios obtidos, ou sejam 18,2 ntu no período de chuvas e 10,2 ntu no de estiagem, quando comparados com os verificados para o dreno (2,7 ntu e 1,8 ntu) e poço artesiano (2,9 ntu e 2,5 ntu). A maior variação da turbidez observada nas amostras de água do córrego, pode estar relacionada ao fato de ser um corpo d'água superficial e portanto mais sujeito a receber águas de escoamento de superfície durante o período de chuvas. Outros autores tem observado níveis maiores de turbidez em águas superficiais quando da ocorrência de chuvas (COLLINS, 1960; GONZALEZ e cols., 1982). Nas amostras de água do dreno e poço artesiano ocorreu pequena variação dos valores médios da turbidez sendo que para o dreno essa variação (0,9 ntu) foi um pouco superior à observada para o poço artesiano (0,4 ntu). Este fato pode estar relacionado com a maior profundidade do poço artesiano que aumenta por conseguinte a eficiência da capacidade de filtração do solo, diminuindo com isto a influência da água de escoamento que se infiltra atingindo o corpo d'água (SOWOROBUCK e cols., 1987).

Da análise da tabela 15 pode-se constatar que não houve para as amostras de água do córrego, correlações significativas entre os valores do pH e os números dos microrganismos pesquisados. Esta não correlação pode ter ocorrido devida a que os valores de pH, variaram dentro da faixa de 6,1 e 7,4, considerada ótima para sobrevivência e/ou multiplicação da maioria dos microrganismos (ICMSF, 1980).

No que se refere à temperatura, pode-se observar que somente em relação ao NMP de estreptococos fecais é que foi obtida uma correlação negativa e significativa. Para os coliformes fecais,

embora não significativa, a correlação apresentou-se com tendência negativa, fato este também observado por CARNERY e cols. (1977). Resultados semelhantes foram também obtidos por MC FETERS e cols. (1974), que atribuem o fato à uma maior taxa de mortalidade desses microrganismos na água com temperaturas mais elevadas. A esse respeito COHEN & SHUWAL (1973) verificaram que em épocas de temperatura elevada, ocorria maior diminuição do número de coliformes fecais e de estreptococos fecais nas águas do rio Jordão. Isto é reforçado por MANCINI (1978), o qual considera que a temperatura é o fator mais importante no desaparecimento de bactérias de origem fecal em águas doces.

Quanto aos coliformes totais e microrganismos heterotróficos mesófilos, verifica-se que as correlações obtidas entre a temperatura e o número desses microrganismos, embora não significativas, apresentam-se com tendências positivas. Esta constatação deve estar relacionada com a aproximação da temperatura da água a níveis considerados ideais para a sobrevivência e/ou multiplicação desses microrganismos (ICSMF, 1980). HENRY & LOPES (1978), obtiveram também uma elevação no número de coliformes com a elevação da temperatura da água, em estudos realizados em águas superficiais.

FEACHEM (1974) e GOSKO e cols. (1983) não obtiveram correlação entre a temperatura da água e o número de microrganismos mesófilos, relacionando tal achado ao pequeno intervalo de variação da temperatura nas amostras de água; entretanto, com o aumento desse intervalo verificaram uma correlação com tendência a ser positiva. DEL VALLE & CASTREJÓN (1984), verificaram que aumentos nos níveis de temperatura resultaram em aumento do número de microrganismos mesófilos em

amostras de água.

Ainda na tabela 15, pelos valores apresentados, obteve-se para as amostras de água do córrego, correlação positiva entre a turbidez e o número de coliformes totais e de microrganismos heterotróficos mesófilos. Resultado semelhante foi obtido por GOSHKO e cols. (1983), embora a correlação obtida não tenha sido considerada significativa. Por outro lado, SANDHU e cols. (1978), HAAS e cols. (1983) e LeCHEVALLIER e cols. (1988), verificaram em águas superficiais correlações positivas e significativas entre a turbidez da água e o número de coliformes e de microrganismos mesófilos detectados. Segundo LAMKA e cols. (1980) estes dois grupos de microrganismos indicadores estão relacionados com água de escoamento superficial que os arrastam para os corpos d'água, juntamente com matéria orgânica que é responsável pelo aumento da turbidez. Assim, isto poderia justificar, no presente estudo, a obtenção de correlação positiva entre a turbidez e o número de coliformes totais e de microrganismos mesófilos na água do córrego.

No que se refere aos NMP de coliformes fecais e estreptococos fecais, observa-se que as correlações obtidas com a turbidez da água do córrego foram consideradas não significativas, porém com tendência negativa (Tabela 15). Este achado deve estar relacionado ao fato de que o aumento da turbidez da água do córrego está ligada à ocorrência de precipitação pluviométrica (TABELA 14), o que implica na diluição do número desses microrganismos no corpo d'água, já que eles têm como principal fonte o efluente de esgoto municipal que o córrego recebe à montante do local de captação.

Pode-se observar na tabela 16 que a não ocorrência de correlações significativas entre o pH e os números de microrganismos pesquisados nas amostras de água do dreno, fato este que deve estar relacionado com a pequena variação dos valores de pH obtidos (4,9 e 5,9) que possivelmente não interferiram de maneira relevante nos números encontrados dos referidos microrganismos.

No que se refere às correlações entre a temperatura e os números dos microrganismos pesquisados, verifica-se, nessa mesma tabela, que para os coliformes fecais e estreptococos fecais essas correlações, embora não significativas, apresentaram tendências de serem negativas. EL-SHARKAWI e cols. (1989) verificaram que houve um aumento na taxa de mortalidade de microrganismos não autoctones na água, elevando-se a temperatura. Por outro lado as correlações obtidas entre os NMP de coliformes totais e os números de microrganismos mesófilos e a temperatura da água, embora também não significativas, apresentaram tendências de serem positivas, relacionando-se este achado possivelmente aos mesmos fatores já verificados para amostras de água do córrego.

Observa-se ainda na tabela 16 que as correlações obtidas entre a turbidez e o número dos microrganismos pesquisados na água do dreno foram todas com tendência de serem positivas, porém apenas a correlação com os coliformes totais é que se mostrou significativa. Resultado semelhante foi obtido por VOELKER & HENKELEKIAN (1962). Deve ser referido que ao contrário do que ocorreu com o córrego, as correlações da turbidez com os coliformes fecais e os estreptococos fecais apresentaram-se com tendência de serem positivas. Este resultado pode estar

relacionado com a infiltração de água de escoamento superficial, que carrega esses microrganismos e a matéria orgânica para o corpo d'água, constituindo-se em uma importante fonte de contaminação para o dreno, já que nesse caso não se pode constatar uma fonte constante de poluição fecal.

Portanto, analisando-se as tabelas 15 e 16, no que se refere aos coliformes fecais e estreptococos fecais, considerados por DUTKA (1973) os mais importantes indicadores de poluição fecal, a turbidez da água apresentou correlações com tendências opostas ou sejam, de ser negativa para a água do córrego e positiva para a água do dreno. Verifica-se assim, que para a água do córrego, quando ocorria aumento na turbidez havia uma tendência de melhora na sua qualidade higiênico-sanitária, tomando-se como parâmetro esses importantes indicadores, para a água do dreno, obteve-se uma situação inversa. Depreende-se que frente a um aumento da turbidez da água que segundo COLLINS (1960) está relacionado com a ocorrência de precipitação pluviométrica, o dreno apresentou-se, com base nos resultados obtidos, como de maior risco à saúde da população consumidora, desde que ocorram problemas com relação a sua cloração..

Analisando-se os dados apresentados na tabela 17, referentes ao poço artesiano, verifica-se que houve correlação significativa positiva apenas entre a turbidez da água e os NMP de estreptococos fecais obtidos. Este fato pode estar relacionado com a maior sobrevivência desses microrganismos no solo, aumentando as chances de serem carregados para os corpos d'água (GLOYNA & ROHLICH, 1980); pode-se relacionar também com a provável fonte desses microrganismos, que se for de origem animal, se apresentam em grande número podendo atingir o corpo

d'água através da infiltração da água de escoamento superficial (FEACHEM, 1974).

É importante reiterar que a água do manancial do poço artesiano, é distribuída à população sem tratamento algum, o que torna relevante o fato do aumento da turbidez estar relacionado com o aumento no número de estreptococos fecais. Deve-se frisar que ZMIROW e cols. (1987) consideram os estreptococos fecais como os melhores indicadores de possíveis riscos à saúde da população consumidora de água subterrânea não tratada.

Verifica-se portanto que dentre os fatores físicos e químico estudados no presente trabalho, a turbidez foi o que mais interferiu na qualidade higiênico-sanitária da água, nos três mananciais de abastecimento estudados.

Entretanto novos estudos devem ser realizados, com a finalidade de se conhecer o comportamento de diferentes fontes de abastecimento público de água, superficiais e subterrâneas, frente às condições ambientais a que estão sujeitas, pois segundo ESREY e cols. (1985) o fornecimento à população de uma água com boa qualidade sanitária é um dos fatores importantes na manutenção e promoção da saúde da população consumidora.

6. CONCLUSÕES

6.1- Nos períodos com precipitação pluviométrica e na ausência da mesma, as amostras de água do córrego apresentaram valores médios dos NMP de coliformes totais de 1307,0 e 387,0/100mL, coliformes fecais de 63,0 e 92,0/100mL e de estreptococos fecais de 15,6 e 15,0/100mL e dos números de microrganismos mesófilos de 1318,0 e 481,0 UFC/mL. Os valores do pH, temperatura e turbidez dessas amostras, durante os referidos períodos, foram de 6,8 e 6,8, 20,9°C e 18,5°C e de 18,0 ntu e 10,2 ntu, respectivamente. Verificou-se, portanto, nas amostras de água do córrego, maior contaminação por coliformes fecais no período em que não ocorreu precipitação pluviométrica.

6.2- Nos períodos com precipitação pluviométrica e na ausência da mesma, as amostras de água do dreno apresentaram valores médios dos NMP de coliformes totais de 41,0 e 20,0/100mL, coliformes fecais de 4,5 e 3,0/100mL e de estreptococos fecais de 4,3 e 2,5/100mL e dos números de microrganismos mesófilos de 44,6 e 29,0 UFC/mL. Os valores do pH, temperatura e turbidez nessas amostras, durante os referidos períodos, foram de 5,3 e 5,2, 23,8°C e 22,2°C e de 2,7 ntu e 1,8 ntu, respectivamente. Observou-se então que, as amostras de água do dreno apresentaram-se com maior contaminação por bactérias indicadoras de poluição fecal, no período em que ocorreu precipitação pluviométrica.

6.3- Nos períodos com precipitação pluviométrica e na ausência da mesma, as amostras de água do poço artesiano, apresentaram valores médios dos NMP de coliformes totais de 4,4 e 3,5/100mL, coliformes fecais de 1,7 e 1,8/100mL e de estreptococos fecais de 1,5 e 2,0/100mL e dos números de microrganismos mesófilos de 41,7 e 26,0 UFC/mL. Os valores do pH, temperatura e turbidez nessas amostras, durante os referidos períodos, foram de 7,1 e 7,0, 29,8°C e 29,5°C e de 2,9 ntu e 2,5 ntu, respectivamente. Verificou-se portanto, que nas amostras de água do poço artesiano praticamente não houve variação na contaminação por bactérias indicadoras de poluição fecal, entre os períodos com e sem precipitação pluviométrica.

6.4- Com relação às variações do pH, temperatura e turbidez das amostras de água do córrego, dreno e poço artesiano, nos períodos de ocorrência de precipitação pluviométrica e na ausência da mesma, verificou-se que com excessão da turbidez, praticamente não houve variação dos valores do pH e temperatura nessas amostras, nos dois períodos.

6.5- A eficiência das fases que antecedem a cloração no tratamento da água do córrego, no que se refere a eliminação dos indicadores de poluição fecal, foi menor na época em que não ocorreu precipitação pluviométrica. Este fato deve ser visto com atenção pois, justamente nessa época a água do referido manancial apresentou-se com qualidade bacteriológica inferior.

6.6- A água do córrego, antes da cloração, apresentou-se mais contaminada por indicadores de poluição fecal na época de ausência de precipitação pluviométrica, enquanto que para a água do dreno, antes da cloração, essa situação se verificou no período de ocorrência de chuvas. Assim as situações de maiores riscos, caso se realize uma cloração inadequada, ocorrem em épocas diferentes para o córrego e dreno, respectivamente.

6.7- A água do poço artesiano, relativamente aos indicadores de poluição fecal, apresentou-se com riscos semelhantes à saúde da população consumidora nos períodos com e sem precipitação pluviométrica. É relevante a necessidade de cloração dessa água, com a finalidade de proteção da saúde do consumidor em ambos os períodos.

6.8- As demandas médias de cloro nas redes de distribuição de água dos mananciais do córrego e dreno, foram maiores na época em que ocorreu precipitação pluviométrica, devendo-se portanto principalmente neste período, controlar a quantidade de cloro a ser adicionada na água com a finalidade de garantir a presença de níveis adequados de cloro residual, até o momento da água ser consumida.

6.9- Nas amostras de água das redes abastecidas de águas cloradas, oriundas do córrego e dreno, verificou-se que não houve alteração nas qualidades higiênico-sanitárias das mesmas, durante o percurso até o consumo nas épocas em que ocorreu precipitação pluviométrica e na ausência da mesma.

Por outro lado, as amostras de água da rede abastecida pelo poço artesianos, apresentaram melhora na suas qualidades higiênico-sanitárias durante o percurso até o consumo, na época em que não ocorreu precipitação pluviométrica, ocorrendo de maneira inversa na presença da mesma.

6.10- Através da razão entre as médias geométricas dos NMP de coliformes fecais e de estreptococos fecais foi possível determinar a origem da poluição fecal somente para o manancial do córrego, cujo valor indicou poluição fecal de origem humana, revelando a importância do efluente de esgoto doméstico na contaminação do referido manancial.

6.11- A turbidez das águas dos mananciais do córrego, dreno e poço artesianos foi o parâmetro físico que mais apresentou correlações significativas positivas com os números de microrganismos.

6.12- Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, os mananciais representados pelo córrego, dreno e poço artesianos se comportaram, no tocante às suas características físicas, químicas e bacteriológicas, de maneira diferente frente à ocorrência da precipitação pluviométrica, sendo que o manancial superficial representado pelo córrego foi o que mais sofreu influência desse fator.

6.13- Novos estudos devem ser realizados sobre o comportamento de diferentes fontes de abastecimento público de água,

superficiais e subterrâneas, frente as mesmas variações de condições climáticas, principalmente a ocorrência de precipitação pluviométrica, pois o conhecimento desse comportamento possibilita a tomada de medidas preventivas com a finalidade de promover e proteger a saúde da população consumidora.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, Z.; POSHNI, I.A.; SIDDIQUIM, M. Bacteriological examination of drinking water of Karachi and isolation of enteric pathogens. Pakistan J. Sci. Indust. Res., Karachi, n. 7, p. 103, 1967.
- AMARAL, A.D.F.; PONTES, J.F. Amebíase. In: VERONESI, R. Doenças infecciosas e parasitárias. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1964. p. 555-582.
- AMBRAZIENE, P. 1976 apud HIRN, J.; VILJAMAA, H.; RAEVVORI, M. The effect of physicochemical phytoplankton and seasonal factors on faecal indicator bacteria in Northern Brackish water. Water Res., Oxford, v. 14, p. 279-295, 1980.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 16 ed. New York, APHA, 1985.
- ANDERSON, Y. & STERNSTROM, T.A. Waterborne outbreaks in Sweden - causes and etiology. Water Sci. Technol., Oxford, v.18, n. 10, p.185-190, 1986.
- ARMSTRONG, J.L.; CALOMIRIS, J.J.; SEIDLER, R.J. Selection of antibiotic-resistant standard plate count bacteria during water treatment. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 44, n. 2, p. 308-316, 1982.

- BARBARO, R.D.; CARROL, B.J.; TEBO, L.B.; WALTERS, L.C. 1969 apud COHEN, J. & SHUVAL, H.I. Coliforms, fecal coliforms and fecal streptococci as indicators of water pollution. Water Air Soil Pollut., Dordrecht, v. 2, p. 85-95, 1973.
- BARTLEY, C.H. & SLANETZ, W. Types and sanitary significance of fecal streptococci isolated from feces, sewage, and water. Am. J. Publ. Health, Washington, v. 50, n. 10, p. 1545-1554, 1960.
- BITTON, G. et. alii. 1983 apud SWDROBUCK, J.E.; LAW, C.B.; BISSONNETTE, G.K. Assesment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northern West Virginia. Water Air, Soil, Pollut., Dordrecht, v. 36, p. 163-170, 1987.
- BUTTIAUX, R. & BOUDIER, A. Comportement des bactéries autotrophes dans les eaux minérales conservées en récipientes hermétiquement clos. Ann. Inst. Pasteur, Lille, v. 11, p. 43, 1960.
- BUTTIAUX, R. & MOSSEL, D.A.A. The significance of various organisms of faecal origin in food and drinking water. J. Appl. Bact., Oxford, v. 24, n. 3, p. 353-364, 1961.
- CABELLI, V.J. 1983 apud COLLINS, J.F. et. al. Comparison of bacterial indicators and sampling programs for drinking water systems. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 54, n. 8, p. 2073-2077, 1988.
- CARNERY, E.M.; DEFAYETTE, T.; KAMINSKI, M. A seasonal profile of water quality in the Dog river basin. Abstracts of the 77th

annual meeting of the American Society for Microbiology. Washington, American Society for Microbiology, 1977. p. 225

CARNEY, J.F.; CARTY, C.E.; COLWELL, R.R. Seasonal occurrence and distribution on microbial indicators and pathogens in the Rhode river on Chesapeake Bay. Appl. Microbiol., Washington, v. 30, n.5, p. 771-780, 1975.

CASTILLO, G. & CORDANO, A.M. Enterobacteriaceae en una corriente fluvial. Rev. LatinoAm. Microbiol., Mexico, v. 17, p. 213-219, 1975.

CETESB. Operação e manutenção de E.T.A., São Paulo: Secretaria dos Serviços de Obras Publicas, 1973.

CHADWICK, J. & MANN, W.N. The medical work of Hippocrates. A new translation from the original Greek made especially for English readers. Oxford: Blackwell Scientif Publication, 1950.

CHRISTOVÃO, D.A. Padrões bacteriológicos. In: Água, qualidade, padrões de potabilidade e poluição. São Paulo: Cetesb, 1974 . p. 57- 119.

CHRISTOVÃO, D.A. Bacteriologia da água: seu exame e controle bacteriológicos. São Paulo: mimeografado, 1978. 103 p.

COHEN, J. & SHUWAL, H.I. Coliforms, fecal coliforms, and fecal streptococci as indicator of water pollution. Water, Air and Soil Pollut., Dordrecht, v. 2, p. 85-95, 1973.

COLLINS, V.G. The distribution and ecology of gram-negative organisms other than Enterobacteriaceae in lakes. J. Appl. Bact. Oxford, v. 23, p. 510-514, 1960.

COWAN, S.T. Gram-negative facultatively anaerobic rods family. I. Enterobacteriaceae Rahn 1937, 281. Nom. gen. cons. Opin. 15, Jud. Comm. 1958, 73. In: Bergey's manual of determinative bacteriology, 8th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1974 . p. 290-319.

CRAUN, G.F. Surface water supplies and health. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, n.2, p. 40-52, 1988.

CRAUN, G.F. & McCABE, L. Review of the causes of waterborne- disease outbreaks. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 1, p. 74-84, 1973.

DE LA ROSA, M.C.; MOSSO, M.A.; DÍAZ, F.; GARCIA-ARRIBAS, M.L. Estudio de la cuenca alta del rio Guadarrama. II. Análisis microbiológicos. Anal. Bromatol., Madrid, v. 39, n. 2, p. 325 - 338, 1987.

DEL VALLE, M.V. & CASTREJÓN, T.G. Variación estacional de las poblaciones bacterianas en el Embalse Hupango, Estado de Mexico. Rev. LatinoAm. Microbiol., Mexico, v. 26, p. 223-230 , 1984.

DORAN, J.W. & LINN, D.M. Bacteriological quality of runoff water

- from pastereland. Appl. Microbiol., Washington, v. 37, p. 985-991, 1979.
- DUTKA, B.J. Coliforms are an inadequate index of water quality . J. Environ. Health, Denver, v. 36, n. 1, p. 985-991, 1973.
- DUTKA, B.J.; BELL, J.B.; COLLINS, J.B.; POPFLOW, J. A bacteriological study of the Rainy river. Conducted for the Advisory Board on Water Pollution, Rainy River and Lake of the Woods, International Joint Commission. Departament of N.H & W. Public Health Engineering Division, Manuscript Report KR- 69-71, 1969
- ELLIS, J.R. & McCALLA, T.M. Fate of pathogens in soils receiving animal wastes. A Review. Trans. ASAE, St. Joseph, v. 21 , p. 309- 313, 1978.
- EL-SHARKAWI, F.; EL-ATTAR, L.; GAWAD, A.A.; MOLAZEM, S. Some environmental factors affecting survival of fecal pathogens and indicators organisms in seawater. Water Sci. Tech., Oxford, v. 21, n. 1, p. 115-120, 1989.
- ESREY, S.A.; FEACHEM, R.G.; HUGHES, J.M. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children: Improving water supplies and excreta disposal facilities. Bull. WHO, Geneva , v. 63, n. 4, p. 757-772, 1985.
- ESSIEN, E.S. & OSUHOR, P.C. Rural water quality control measures: an experience in the Malumfashi district of Northern Nigeria. Publ. Health, Basingstoke, v. 93, p. 363-370, 1979.

FALCÃO, D.P.; LOPES, M.A.; BUSSADORI, N.M.; ODA, A.H.; OLIVEIRA, A.G.; PIMENTEL, E.P.; ROSSI, E.A. Microrganismos em alimentos cárneos crus embutidos. Rev. Fac. Ciênc. Farm. Araraquara, Araraquara, v. (único), n. 1, p. 39-48, 1978.

FEACHEM; R. Faecal coliforms and faecal streptococci in streams in the New Guinea Highlands. Water Res., Oxford, v.8, p. 367 - 374, 1974.

FERLEY, J.P.; ZMIROW, D.; COLLIN, J.F.; CHARREL, M. Etude longitudinale des risques liés à la consommation d'eaux non conformes aux normes bacteriologiques. Rev. Epidemiol. Santé Publ., Paris, v. 34, p. 89-99, 1986.

FERNANDEZ ESCARTIN, E. & SALDAÑA LOZANO, J. Resumenes XV Congreso Nacional de Microbiologia. Mexico: Associson Mexicana de Microbiologia, 1984. p. 110.

FILIP, Z.; KADDU-MULINDWA, D.; MILDE, G. Survival of some pathogenic and facultative pathogenic bacteria in groundwater. Wat. Sci. Tech., Oxford, v. 20, n. 3, p. 227-231, 1988.

FLINT, K.P. The long-term survival of Escherichia coli in river water. J. Appl. Bacteriol., Oxford, v. 63, p. 261-270, 1987.

GELDREICH, E.E. Fecal coliforms concepts in stream pollution. Water & Sewage WKS., Chicago, v. 114, p. 98-110, 1967.

GELDREICH, E.E. Applying bacteriological parameters to recreatio-

nal water quality. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 62, p. 113-120, 1970.

GELDREICH, E.E. Buffalo lake recreational water quality. A study in bacteriological data interpretation. Water Res., Oxford, v. 6, p. 913-924, 1972.

GELDREICH, E.E. & KENNER, B.A. Concept of fecal streptococci in stream pollution. J. Wat. Poll. Contr. Fed., Alexandria, v. 41, p. 336-352, 1969.

GELDREICH, E.E.; NASH, H.D.; REASONER, D.J.; TAYLOR, R.H. The necessity of controlling bacterial population in potable waters : community water supply. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 9, p. 596-602, 1972.

GIROULT, E. La calidad de agua potable. Cronica de la OMS, Geneva, v. 31, p. 353-357, 1977.

GLOYNA, E.F. & ROHLICH, G.A. Metodos para control de la contaminacion del agua. Bol. Of. San. Panam., Washington, v. 88, n.1, p. 55-68, 1980.

GOCKE, K. RHEINHEINER, G. Microbial investigations in river. VII. Seasonal variation of bacterial numbers and activity in eutrophied rivers of Northern Germany. Arch. Hydrobiol. Stuttgart, v. 112, p. 197, 1988.

GONZALEZ, G.F.; TAYLOR, M.L.; ALFARO, G. Estudio bacteriologico

- del agua de consumo en una comunidad Mexicana. Bol. Of. Sanit. Panam., Washington, v. 93, n. 2, p. 127-141, 1982.
- GOSHKO, M.A.; MINNIGH, H.A.; PIPES, W.O.; CHRISTIAN, R.R. Relationship between standard plate counts and others parameters in water distribution systems. J. Am. Wat. Wks. ASS., New York, v. 9, p. 564-568, 1983.
- GOYAL, S.M.; GERBA, C.P.; MELNICK, J.L. Ocurrence and distribution of bacterial indicators and pathogens in canal communities along Texas coast. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 34, p. 139-149, 1977.
- HAAS, C.N.; MEYER, M.A.; PALLER, M.S. Microbial alterations in water distribution systems and their relationship to physical-queemical characteristics. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v.9, p. 475-481, 1983.
- HELMER, R. La lucha contra la contaminación del agua. Cronica de la OMS, Geneva, v. 29, p. 465-472, 1975.
- HENDRICKS, C.W. Enteric bacterial growth rates in river water. Appl. Microbiol., Washington, v. 24, n.2, p. 168-174, 1972.
- HENRY, R. & LOPES, C.A.M. Estudos ecológicos na represa do rio Pardo (Botucatu, SP, Brasil) III. " Standing-stock", variação anual e distribuição vertical de bactérias coliformes e Escherichia coli. O Biológico, São Paulo, v.49, p. 183-188, 1978.

- HOOD, M.A. & NESS, G.E. Survival of Vibrio cholerae and Escherichia coli in stuarine waters and sediments. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 43, p. 578-584, 1982.
- HOFF, J.C. 1978 apud WOLFE, R.L.; WARD, N.R.; OLSON, B.H. Inactivation of heterotrophic bacterial populations in finished drinking water by chlorine and chloramines. Water Res., Oxford, v. 19, n. 1, p. 1393-1403, 1985.
- HUDSON, L.D.; HANKINS, J.W.; BATTAGLIA, M. Coliforms in a water distribution systems: a remedial approach. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 75, p. 564-568, 1983.
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). Ecologia microbiana de los alimentos. Zaragoza: Acribia, 1980. p. 97-114.
- JONES, J.G. Studies on freshwater bacterial. factors wich influence the populations and its activity. J. Ecol., Oxford, v. 59, n. 2, p. 593-613, 1971.
- LAMKA, K.G.; LeCHEVALLIER, M.W.; SEIDLER, R.J. Bacterial contamination of drinking water supplies in a modern rural Neighborhood. Appl. Envir. Microbiol., Washington, v. 39, n. 4, p. 734-738, 1980.
- LeCHEVALLIER, M.W.; CAWTHON, C.D.; LEE, R.G. Factors promoting survival of bacteria in chlorinated water supplies. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 54, n. 3, p. 649-654, 1988.

LeCHEVALLIER, M.W.; EVANS, T.M.; SEIDLER, R.T. Effect of turbidity on chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 42, n.1, p.159-167, 1981.

LeCHEVALLIER, M.W.; SEIDLER, R.T.; EVANS, T.M. Enumeration and characterization of standard plate count bacteria in chlorinated and raw water supplies. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 40, n.5, p. 922-930, 1980.

LENNETE, E.H.; SPAULDING, E.H.; TRUANT, J.P. Manual of clinical microbiology. 2^e ed., Washington: American Society for Microbiology, 1974.

LIN, S.; EVANS, R.L.; BEUSCHER, D.B. Bacteriological assesment of Spoon river water quality. Appl. Microbiol., Washington, v. 28, n.2, p. 288-297, 1974.

LINTON, K.B.; RICHMOND, M.H.; BEVAV, R.; CILESPIE, W.A. Antibiotic resistance and R-factors in coliform bacilli isolated from hospital and domestic sewage. J. Med. Microbiol., Edinburg, v. 7, p. 91-103, 1974.

LOGSDON, G.S. & LIPPY, E.C. The role of filtration in preventing waterborne diseases. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 74, n. 12, p. 649-655, 1982.

MANCINI, J.L. Numerical estimates of coliform mortality rates under various conditions. J. Wat. Pollut. Contr. Fed., Alexan-

dria, v. 50, p. 2477-2484, 1978.

MARTINS, M.T. Salmonella no ambiente aquático: significado sanitário. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da USP, 1979. 354 p. Tese (Doutorado em Ciências)- Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 1979.

MARTINS, M.T.; ALVES, M.N.; SANCHEZ, P.S.; SATO, M.I.Z. Evaluation of the fecal coliform/fecal streptococci ratio in the characterization of fecal pollution in a subtropical river. Rev. Microbiol., São Paulo, v. 15, n. 2, p. 94-102, 1984.

MCCABE, L.J.; SYMONS, J.M.; LEE, R.D.; ROBECK, G.G. Survey of community water supply systems. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, n. 11, p. 670-687, 1970.

McFETERS, G.A.; BISSONNETTE, G.K.; JEZESKI, J.J.; THOMSON, C.A.; STUART, D.G. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. Appl. Microbiol., Washington, v. 27, n. 5, p. 823-829, 1974.

NETER, J. & WASSERMAN, W. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance and experimental designs. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, INC., 1974, 842 p.

PAGLIARDINI, A.; HUGHES, B.; PLISSIER, M. Recherche de corrélation entre différents traceurs de pollution des eaux de baignade en mer. Water Res., Oxford, v. 10, p. 673-676, 1976.

- PEDRO, R.N.A.; KUSSUMI, T.A.; GELLI, D.S.; KAWANO, M.; SOUZA, A. Aspectos higiênicos sanitários da água de poços cavados em diferentes áreas sócio-econômicas de São Paulo. Rev. Inst. Adolfo Lutz, São Paulo, v. 48, n. 1 e 2, p. 21-27, 1988.
- PETERSEN, N.J. & HINES, V.D. The relation of summertime gastrointestinal illness to the sanitary quality of the waters supplies in six rocky mountain communities. Am. J. Hyg., Baltimore, v. 71, p. 314-320, 1960.
- REASONER, D.J. Drinking water microbiology research in the United States: an overview of the past decade. Wat. Sci. Tech., Oxford, v. 20, n. 11 e 12, p. 101-107, 1988.
- REID, J.E.; TENNANT, A.D.; ROCKWELL, L.J.A. Bacteriological study of the Rainy river. Conducted for the Advisory Board on Water Pollution, Rainy river and lake of the woods, International Joint Commission. Laboratory of Hygiene, Manuscript Report nº CL-1, 1961.
- RIDGWAY, H.F. & OLSON, B.H. Chlorine resistance patterns of bacteria from two drinking water systems. Appl. Environ. Microbiol., Washington, v. 44, p. 972-987, 1982.
- ROBECK, G.G.; CLARKE, N.A.; DOSTAL, K.A. Effectiveness of water treatment processes in virus removal. J. Am. Wat. Wks. Ass., New York, v. 54, n. 10, p. 1284, 1962.

SANDHU, S.S.; WARREN, W.J.; NELSON, P. 1979 apud SWORBUCK, J.E.; LAW, C.B.; BISSONNETTE, G.K. Assesment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northen West Virginia. Water Air and Soil Pollut., Dordrecht, v. 36, p. 163-170, 1987.

SÃO PAULO. Leis e decretos. Decreto nº 12.486. Diário Oficial, São Paulo, 21 de outubro de 1978. Dispõe sobre padrões de águas de consumo alimentar.

SHEWAN, J.M. & VERON, M. Gram-negative facultatively anaerobic rods: family II. Vibrionaceae Viron 1965, 5245. Genus I. *Vibrio* Pacini 1854, 411. In: Bergey's manual of determinative bacteriology. 8th ed. Baltimore:Williams & Wilkins, 1974. p. 340-345.

SWORBUCK, J.E.; LAW, C.B.; BISSONNETTE, G.K. Assesment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northem West Virginia. Water, Air and Soil Pollut., Dordrecht, v. 36, p. 163-170, 1987.

TAYLOR, C.B. Bacteriology of freshwater. II. The distribution and types of coliform bacteria in lakes and streams. J. Hyg. Chem., v. 41, p. 17-38, 1941.

VOELKER, R.A. & HENKELEKIAN, H. 1960 apud KLABER, P.W. Ann. Rev. Microbiol., Palo Alto, v. 16, p.127-141, 1962.

WOODBIDGE, D.D. & GARRET, W.R. Relationship between bacteria nutrients and rainfall in selected bodies of freshwater. Bull.

Environ. Cont. Toxicol., New York, v. 4, n. 5, p. 311-319, 1969.

YASSUDA, E.R. Poços profundos. São Paulo: Faculdade de Higêne e Saúde Pública, 1965.

ZMIROU, D.; FERLEY, J.P.; COLLIN, J.F.; CHARREL, M.; BERLIN, J.A.
A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. Am. J. Publ. Health. Washington, v.77, p. 582-584, 1987.

ANEXO: Técnicas de preparo dos meios
de cultura, soluções e reagen-
te utilizados no trabalho.

ANEXO: TÉCNICAS DE PREPARO DOS MEIOS DE CULTURA, SOLUÇÕES E REAGENTE UTILIZADOS NO TRABALHO

ÁGUA PEPTONADA A 0,1% (APHA, 1985)

No preparo dessa solução 1,0 grama de peptona era dissolvido em 1.000 mL de água destilada e o pH era ajustado a 6,8. Após a esterilização em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos, a solução era distribuída de maneira asséptica, em frascos esterilizados no volume de 90 mL e mantida em geladeira, com temperatura em torno de 4°C, até o momento do uso.

CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSE CONCENTRAÇÃO DUPLA (MERCK , 10266)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 71,2 gramas por litro. Em seguida eram distribuídos volumes de 10 mL em tubos de ensaio (18x180 mm) contendo tubos de fermentação de Durham invertidos. Posteriormente o meio era esterilizado em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos e, após ser resfriado era mantido em temperatura ambiente até o momento do uso. O pH final do meio estava em torno de 6,9.

**CALDO LAURIL SULFATO TRIPTOSE CONCENTRAÇÃO SIMPLES (MERCK ,
10266)**

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 35,6 gramas por litro. Na preparação do meio era adotado o mesmo procedimento do item anterior.

CALDO LACTOSE-VERDE BRILHANTE-BILE 2X (MERCK, 5454)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 40 gramas por litro e distribuído em volumes de 10 mL em tubos de ensaio (18 x 180 mm) contendo tubos de fermentação de Durham invertidos. Após a esterilização em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos e, após ser resfriado era mantido em temperatura ambiente até o momento do uso. O pH final do meio estava em torno de 7,2.

CALDO EC (MERCK, 10765)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 37 gramas por litro e distribuído em volumes de 10 mL , em tubos de ensaio (18 x 180 mm) contendo tubos de fermentação de Durham invertidos. Em seguida o meio era esterilizado em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos e, após ser resfriado era mantido em temperatura ambiente até o momento do uso. O pH final do meio estava em torno de 6,9.

CALDO DEXTROSE AZIDA CONCENTRAÇÃO DUPLA (MERCK, 1590)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 70 gramas por litro e distribuído em volumes de 10 mL em tubos de ensaio (18 x 180 mm). Após a esterilização em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos, o meio era resfriado rapidamente em água fria e mantido em temperatura ambiente até o momento do uso. O pH do meio estava estar em torno de 7,2.

CALDO DEXTROSE AZIDA CONCENTRAÇÃO SIMPLES (MERCK , 1590)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 35 gramas por litro. Na preparação do meio era adotado o mesmo procedimento do item anterior.

AGAR PSE (APHA, 1985)

Composição:

Peptona C	17,00 g
Peptona B	3,00 g
Extrato de levedura	5,00 g
Bile bacteriológica	10,00 g
Cloreto de sódio	5,00 g
Citrato de sódio	1,00 g
Esculina	1,00 g
Citrato de ferro amoniacal	0,50 g

Azida de sódio	0,25 g
Agar	15,00 g

Os ingredientes do meio eram adicionados à 1.000 mL de água destilada. Em seguida, a mistura era aquecida de modo a dissolver o meio completamente, ajustando-se o pH a 7,1. Posteriormente o meio era esterilizado em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos, resfriado e distribuído, de maneira asséptica, em placas de Petri esterilizadas.

AGAR PADRÃO PARA CONTAGEM (MERCK, 5463)

O meio desidratado era dissolvido em água destilada na proporção de 22,5 gramas por litro. A mistura era aquecida agitando-se frequentemente, até a completa dissolução do meio. Após a esterilização em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos, o meio era resfriado e mantido em geladeira, com temperatura em torno de 4°C, até o momento do uso. O pH final do meio estava em torno de 7,0.

SOLUÇÃO DE TIOSSULFATO DE SÓDIO A 10% (CETESB, 1973)

Eram adicionados, em condições assépticas, 100 gramas de tiossulfato de sódio em 1.000 mL de água destilada, agitando-se até a completa dissolução. A solução era mantida em frasco âmbar, esterilizado e com tampa esmerilhada.

SOLUÇÃO DE ORTOTOLUIDINA (CETESB,1973)

Composição:

Ortotoluidina	1,0 g
Acido clorídrico p.a	100 ml
Água destilada q.s.p	1000 ml

Eram adicionados 100 mL de acido clorídrico em um balão volumétrico, com capacidade de 500 mL, contendo 300 mL de água destilada. Após a dissolução, completava-se o volume do balão com água destilada. A seguir, era preparada uma pasta com a ortotoluidina e a solução de acido clorídrico, transferindo a mesma com o auxilio de água destilada, no maximo de 400 mL, para um balão volumétrico com capacidade de 1.000 mL. Em seguida, adicionava-se o restante da solução de acido clorídrico e completando-se o volume com água destilada. A solução era conservada em frasco âmbar e abrigada da luz.