

**Ministério da Saúde**  
**Fundação Oswaldo Cruz**  
**Escola Nacional de Saúde Pública**

**“Monitoramento e avaliação da contaminação de água  
potável através do método do substrato definido –  
cromogênico  
a nível municipal do SUS ”.**

**Luiz Gomes Ferreira Júnior**

**Orientador: Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque**

**Rio de Janeiro, janeiro de 2002.**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

**FERREIRA JÚNIOR, LUIZ GOMES** *Monitoramento e avaliação da contaminação de água potável através do método do substrato definido-cromogênico a nível municipal do SUS.* [Rio de Janeiro]. 2002 v, 117p. (FIOCRUZ/ENSP, M.Sc., Engenharia Sanitária e Saúde Pública, 2002). Dissertação - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública.  
1.FIOCRUZ/ENSP II. Título (série)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais LUIZ E CONCEIÇÃO APPARECIDA, por terem me dado a vida, criado e mostrado o valor do trabalho .

À minha amada LENISE LOBO, incansável esposa que me incentivou para o Mestrado, ajudou e garantiu a realização deste trabalho além do aconchego do lar.

Aos meus filhos LAÍS, LUIZ FELIPE E LARISSA que tiveram a paciência e compreensão da minha ausência nos dias de semana e da falta de tempo nos finais de semana.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq que financiou a bolsa de pesquisa possibilitando a conclusão dessa Dissertação.

A Fundação Nacional de Saúde/Ministério da Saúde através da pessoa do Dr. Guilherme Franco Netto e Dr. Marcos Roberto Muffareg que compreenderam a necessidade de aprimoramento técnico e incentivaram a minha participação no Mestrado.

- Ao mestre e amigo Prof. Dr. Odir Clécio da Cruz Roque, que com grande satisfação e orgulho tive como orientador.
- Ao mestre e amigo Prof. Dr. Szachna Eliaz Cynamon, por ter-me apresentado e incentivado a ingressar no Saneamento em Saúde Pública, tornando possível a minha contribuição em prol da população.
- Aos Professores da Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz que prestaram sua atenção e seus conhecimentos para o meu aprimoramento do saber.
- A Prefeitura Municipal de Quatis, em especial a Dr<sup>a</sup> Valéria de S. Duque e o Sr. Denisar que apoiaram e incentivaram a implantação e a operacionalização do monitoramento em seu município.
- A Prefeitura Municipal de Quissamã, em especial ao Sr. Prefeito Otávio Carneiro da Silva e a Dra. Mara Regina que sempre acreditaram no trabalho de saneamento da FUNASA, apoiando e incentivando a implantação do monitoramento em seu município.
- Aos servidores municipais de Quatis e Quissamã que participaram ativamente do trabalho, encararam o desafio técnico e demonstraram sua capacidade de trabalho em prol da saúde de suas comunidades.
- Aos colegas da turma de mestrado Saneamento Ambiental/2000 pela paciência e colaboração em meus estudos.
- Aos colegas da Divisão de Engenharia de Saúde Pública - CORE/RJ que sempre apoiaram e incentivaram o desenvolvimento desse trabalho.
- A todos professores e mestres que me ensinaram o saber e conhecimento para vencer o desafio da vida profissional .
- A todos os colegas do Centro de Capacitação de Agentes de Saneamento de Barra de São João - FUNASA, que a partir de uma idéia, usaram seus talentos, capacidade técnica e criatividade; possibilitando o desenvolvimento e aprimoramento dos equipamentos utilizados para o monitoramento da qualidade da água .
- Aos companheiros do saneamento público - eficiente e responsável, especialmente em pessoas como Aladim Mendes, Antônio Carlos, Antônio Rodrigues e Robson Rabibe por serem capazes de superarem as dificuldades institucionais e demonstrarem espírito de luta em prol das populações necessitadas.
- A amigo Sebastião Werneck que possibilitou, com a sua presença e senso técnico profissional, o desenvolvimento dos equipamentos, a capacitação dos servidores municipais, o acompanhamento do monitoramento nos municípios além de garantir a continuidade do serviço na minha ausência para o desenvolvimento dessa dissertação.
- A minha cunhada Regina Áurea por ter realizado a revisão ortográfica com a sempre boa vontade e dedicação.
- Resumo da Dissertação de mestrado apresentada à FIOCRUZ/ENSP como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

### **Monitoramento e avaliação da contaminação de água potável através do método do substrato definido-cromogênico a nível municipal do SUS**

A presente Dissertação de Mestrado tem como objetivo realizar a avaliação técnica e econômica da utilização do método do substrato definido - cromogênico, utilizado para o monitoramento da água para consumo humano dos Sistemas de Abastecimento de Água pelas Secretarias Municipais de Saúde das cidades de Quatis e Quissamã no Estado do Rio de Janeiro.

A Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano (Portaria M.S./GM n.º 1469/2000), ressalta a importância e a responsabilidade do município na vigilância da qualidade da água em consonância com a legislação do Sistema Único de Saúde (SUS). No que refere ao padrão microbiológico, o monitoramento de água potável deverá ser

realizado através de métodos padronizados destacando-se membrana filtrante, tubos múltiplos assim como o método adotado na pesquisa.

O método do substrato definido - cromogênico permite a verificação da presença ou ausência (P/A) do grupo coliforme total - indicativo de poluição como também da bactéria *Escherichia coli* - indicativo de contaminação fecal na água.

O monitoramento da qualidade bacteriológica da água, pelo referido método, foi realizado no período de janeiro a abril de 2000 nos municípios de Quatis e Quissamã; onde foram coletadas amostras de água nos sistemas de abastecimento de água localizados nas sedes municipais assim como em localidades rurais .

Os resultados das análises bacteriológicas conjugados com as análises química de cloro residual demonstraram a existência de poluição, contaminação além de identificar o excesso de produto químico - cloro na água consumida pela população.

A partir dessas informações foi possível identificar as causas principais e realizar as medidas corretivas, no menor tempo, pelas autoridades competentes.

A avaliação econômica da implantação do monitoramento da qualidade da água através do método do substrato definido-cromogênico nos município estudados, demonstra que é possível implantá-lo com um investimento médio de R\$ 360,00 para os equipamentos. A sua operacionalização reduz o custo da análise bacteriológica conjugada a uma análise de cloro residual em até 75,7 % menor em comparação ao envio dessas amostras de água para a realização das análises bacteriológica no Laboratório Central de Saúde Pública, situado na cidade do Rio de Janeiro.

Através deste trabalho procuramos apresentar uma alternativa viável para os municípios executarem as análises bacteriológicas da água de consumo humano da Vigilância Ambiental preconizada pelo Sistema Único de Saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vigilância Ambiental, Município Qualidade Água, Monitoramento Água Potável, Método Substrato Definido-Cromogênico, Quatis, Quissamã.

Abstract of the dissertation presented to FIOCRUZ/ENSP as part of the necessary requirements for obtaining the Master's Degree in Sciences (M.S.)

**Monitoring and evaluation of contamination of drinking water quality through the chromogenic defined substrate method by municipal health department - Unified Health System.**

This Master's Degree Dissertation presents an economical and technical evaluation of the chromogenic defined substrate method, used for monitoring the quality of water for human consumption in the water supply systems by the municipal health departments in the towns of Quatis e Quissamã in the State of Rio de Janeiro.

Currently the drinking water quality regulation destined for human consumption (Portaria M.S./GM n.º 1469/2000), stands out the importance and the responsibility of the city in the monitoring of the quality of water in accordance with the legislation of the Unified Health System. Considering the microbiological standards, the monitoring of drinking water will have to be carried through standardized methods, distinguishing: membrane filter (MF), multiple tube fermentation (MTF) as well as the method adopted in the research.

The chromogenic defined substrate method determines the presence/absence (P/A) test of total coliforms, indicative of pollution and also *Escherichia coli* bacteria which indicates the fecal contamination in the water.

The monitoring of the bacteriological quality of water was carried through the period of January-April, 2000 in the towns of Quatis and Quissamã; water samples were collected from the of water supply systems, located in the towns as well as in rural communities.

The results of the bacteriological analyses connected with free chlorine chemical analyses demonstrated the existence of pollution, contamination and detected the excess of chemical product- chlorine in the water consumed by population.

Based on the information, it was possible to identify the main causes and to carry through the corrective measures, in the shortest possible time, by the competent authorities.

The economic evaluation of the introduction of the monitoring of the quality through the chromogenic defined substrate method in the cities, demonstrates that the sending of these water samples made it possible to introduce it with an average investment of R\$ 360,00 for the equipment. The operation reduces the cost of the bacteriological analyses together with a free chlorine analyses up to 75,7 % less in comparison with the water to be sent to the Central Laboratory Public Health in the city of Rio de Janeiro for bacteriological analyses .

Through this work we wish to present a possible alternative to be carried through the municipalities putting into practice the bacteriological monitoring the quality of water for human consumption in the water supply suggested by environment surveillance - Unified Health System.

**KEY-WORDS:** Environment Surveillance, Municipal Water Quality, Drinking Water Monitoring, Defined Substrate Method, Quatis, Quissamã.

## **ÍNDICE**

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

### **DEDICATÓRIA**

### **AGRADECIMENTOS**

### **RESUMO**

### **ABSTRACT**

### **ÍNDICE**

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                           | 01 |
| <b>2. OBJETIVOS</b>                            | 02 |
| <b>REVISÃO DA LITERATURA</b>                   | 03 |
| 3.1 - Histórico da água nas sociedades antigas | 03 |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2- Indicadores microbiológicos de contaminação na água .....                                  | 07         |
| 3.3- Métodos de controle bacteriológico da água .....                                           | 18         |
| 3.3.1 - Técnicas dos tubos múltiplos .....                                                      | 19         |
| 3.3.2 - Técnica da membrana filtrante .....                                                     | 23         |
| 3.3.3 - Método do substrato definido cromogênico .....                                          | 25         |
| 3.4 - Desinfecção e técnicas especiais de controle bacteriológico da água .....                 | 28         |
| 3.5 - Normas e padrões de potabilidade .....                                                    | 32         |
| 3.6 - Controle de qualidade de sistemas de abastecimento de água .....                          | 35         |
| <b>4. SISTEMA DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL EM SAÚDE .....</b>                                        | <b>48</b>  |
| 4.1 – Vigilância Ambiental em Saúde .....                                                       | 48         |
| 4.2 - Qualidade da água de consumo humano pela Vigilância Ambiental .....                       | 55         |
| 4.3 - Considerações de investimento e custeio para o monitoramento da água ...                  | 61         |
| <b>5. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS .....</b>                                                   | <b>63</b>  |
| 5.1 - Caracterização geral e sanitária do município de Quatis .....                             | 63         |
| 5.2 - Caracterização geral e sanitária do município de Quissamã .....                           | 66         |
| <b>6. METODOLOGIA .....</b>                                                                     | <b>72</b>  |
| 6.1- Implantação do método substrato-cromogênico definido nos municípios ....                   | 74         |
| 6.1.1- Descrição sucinta do método, os procedimentos adotados e<br>leitura dos resultados ..... | 75         |
| 6.1.2 - Equipamentos e materiais utilizados na análise .....                                    | 76         |
| <b>7. RESULTADOS E COMENTÁRIOS .....</b>                                                        | <b>80</b>  |
| 7.1- Controle de qualidade da água do município de Quatis .....                                 | 80         |
| 7.2- Controle de qualidade da água do município de Quissamã .....                               | 86         |
| 7.3- Custo do monitoramento da água nos municípios .....                                        | 96         |
| <b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>                                                      | <b>98</b>  |
| 8.1 - Município de Quatis .....                                                                 | 99         |
| 8.2 - Município de Quissamã .....                                                               | 100        |
| 8.3 - Recomendações .....                                                                       | 101        |
| <b>9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                                        | <b>104</b> |

|                   |       |     |
|-------------------|-------|-----|
| <b>10. ANEXOS</b> | ..... | 112 |
|-------------------|-------|-----|

### ÍNDICE DE TABELAS

|                    |                                                                                                                   |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 01 -</b> | Principais agentes patogênicos transmitidos pela água .....                                                       | 07 |
| <b>Tabela 02 -</b> | Agentes patogênicos presentes na água que transmitem<br>por via oral e sua importância para o abastecimento ..... | 08 |
| <b>Tabela 03 -</b> | Vias de acesso dos agentes patogênicos procedentes de fezes<br>transportados por águas residuárias .....          | 09 |
| <b>Tabela 04 -</b> | Índice de NMP e limite confiança para técnica de tubos múltiplos ...                                              | 22 |
| <b>Tabela 05 -</b> | Lista de normas de qualidade de água – ISO .....                                                                  | 24 |
| <b>Tabela 06 -</b> | Normas de detecção e enumeração de bactérias indicadoras fecais<br>na água – ISO .....                            | 25 |
| <b>Tabela 07 -</b> | Quadro de resistência de microorganismo ao cloro .....                                                            | 30 |
| <b>Tabela 08 -</b> | Técnicas alternativas para controle bacteriológico da água .....                                                  | 30 |
| <b>Tabela 09 -</b> | Padrões microbiológicos da Comunidade Européia .....                                                              | 33 |
| <b>Tabela 10 -</b> | Analogia entre uma indústria de transformação e um SAA .....                                                      | 36 |
| <b>Tabela 11 -</b> | Surtos de enfermidades transmitidas pela água nos EUA por<br>tipo de sistema de abastecimento .....               | 46 |
| <b>Tabela 12 -</b> | Causas dos surtos de enfermidades transmitidas pela água nos<br>EUA .....                                         | 46 |

|                    |                                                                                                                                                                                                               |    |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 13 -</b> | Etiologia dos agentes patogênicos identificados com mais<br>frequência nos EUA, nos surtos de enfermidades transmitidas<br>pela água .....                                                                    | 47 |
| <b>Tabela 14 -</b> | Taxas de surtos de enfermidades transmitidas pela água atribuída<br>a contaminação das fontes e deficiências do tratamento dos serviços<br>de água comunitários que utilizam águas superficiais nos EUA ..... | 47 |
| <b>Tabela 15 -</b> | Modelagem histórica da Saúde Pública .....                                                                                                                                                                    | 51 |
| <b>Tabela 16-</b>  | Dados gerais e indicadores de abastecimento de água<br>município de Quatis .....                                                                                                                              | 63 |
| <b>Tabela 17 -</b> | Dados gerais e indicadores de abastecimento de água<br>município de Quissamã .....                                                                                                                            | 66 |
| <b>Tabela 18 -</b> | Relação dos resultados das análises de qualidade de água potável -<br>mun. de Quatis- Jan a Mar de 2000 .....                                                                                                 | 80 |
| <b>Tabela 19 -</b> | Relação dos resultados das análises de qualidade de água potável -<br>mun de Quissamã - Jan. a Abr. de 2000 .....                                                                                             | 86 |
| <b>Tabela 20-</b>  | Investimento dos equipamentos para monitoramento da água -<br>método do substrato definido cromogênico .....                                                                                                  | 96 |
| <b>Tabela 21 -</b> | Custeio do monitoramento semanal de 4 amostras de água -<br>método do substrato definido cromogênico .....                                                                                                    | 96 |
| <b>Tabela 22-</b>  | Custeio do monitoramento semanal de 4 amostras de água através<br>do envio ao LACEN-RJ .....                                                                                                                  | 97 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                  |                                                                 |    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1-</b> | Tubos de ensaio e placas de agar .....                          | 20 |
| <b>Figura 2-</b> | Esquemático do método de tubos múltiplos .....                  | 21 |
| <b>Figura 3-</b> | Reagente para o método cromogênico .....                        | 27 |
| <b>Figura 4-</b> | Fatores que interferem na saúde do Homem .....                  | 49 |
| <b>Figura 5-</b> | Variáveis do ambiente relacionados com problemas de saúde ..... | 50 |
| <b>Figura 6-</b> | Vigilância ambiental .....                                      | 53 |
| <b>Figura 7-</b> | Estrutura hierarquizada da vigilância ambiental .....           | 54 |

|                   |                                                                                                   |    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 8-</b>  | Vista da ETA 20 l/s da sede do município de Quatis .....                                          | 65 |
| <b>Figura 9-</b>  | Vista superior da ETA 20 l/s da sede do município de Quatis .....                                 | 65 |
| <b>Figura 10-</b> | Vista do escritório e ETA da sede do município de Quissamã .....                                  | 69 |
| <b>Figura 11-</b> | Vista da ETA 22 l/s e reservatório de 200 m <sup>3</sup> do mun. de Quissamã ...                  | 69 |
| <b>Figura 12-</b> | Vista do poço freático e casa quím. da loc. de C. de Araruama .....                               | 70 |
| <b>Figura 13-</b> | Vista parcial da localidade de Conde de Araruama .....                                            | 70 |
| <b>Figura 14-</b> | Vista da ETA 7 l/s da localidade de Barra do Furado .....                                         | 71 |
| <b>Figura 15-</b> | Vista do reservatório 30m <sup>3</sup> e parte do loc. de Barra do Furado .....                   | 71 |
| <b>Figura 16-</b> | Equipamentos do monitoramento da água pelo mét. Cromogênico ....                                  | 73 |
| <b>Figura 17-</b> | Verificação de cloro residual no local das coletas .....                                          | 77 |
| <b>Figura 18-</b> | Coleta de amostra de água tratada para análise qualitativa .....                                  | 77 |
| <b>Figura 19-</b> | Equipamentos utilizados na análises qualitativa .....                                             | 78 |
| <b>Figura 20-</b> | Adição do frasconete contendo o reagente cromogênico .....                                        | 78 |
| <b>Figura 21-</b> | Resultado após 24 horas da análise da água bruta .....                                            | 79 |
| <b>Figura 22-</b> | Efeito comparativo entre resultado da análise da água tratada e<br>água bruta após 24 horas ..... | 79 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                   |                                                                    |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1-</b> | Monitoramento de Água - mun. de Quatis – Jan. a Mar./ 2000 .....   | 84 |
| <b>Gráfico 2-</b> | Monitoramento de Água- cloro residual - mun. de Quatis/ 2000 ..... | 85 |
| <b>Gráfico 3-</b> | Monitoramento de Água- mun. de Quissamã – Jan. a Abr./ 2000 .....  | 90 |
| <b>Gráfico 4-</b> | Monitoramento de Água- cloro residual - mun. de Quissamã/ 2000 ... | 91 |
| <b>Gráfico 5-</b> | Monitoramento de Água- mun. de Quissamã – Jan./2000 .....          | 92 |
| <b>Gráfico 6-</b> | Monitoramento de Água- mun. de Quissamã – Fev./2000 .....          | 93 |
| <b>Gráfico 7-</b> | Monitoramento de Água- mun. de Quissamã – Mar./2000 .....          | 94 |
| <b>Gráfico 8-</b> | Monitoramento de Água- mun. de Quissamã –Abr./2000 .....           | 95 |

## ANEXOS

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Localização dos municípios de Quatis e Quissamã no Est. do Rio de Janeiro ..... | 113 |
| Mapa do mun. de Quatis e Quissamã com a localização das ETAs .....              | 114 |
| Equipamentos e instalações para a execução de análises bacteriológicas .....    | 115 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Projeto da câmara de leitura bacteriológica(mod. transversal e longitudinal) ..... | 117 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## **1 - INTRODUÇÃO**

A água consumida está ligada à saúde do homem por ser elemento vital, mas também pode constituir-se em agente veiculador de doenças. O monitoramento da qualidade da água para consumo humano seria fundamental para garantirmos a higidez da população.

A situação atual da maioria dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) operados pelo ente público estadual e/ou municipal apresenta dificuldades operacionais decorrentes do déficit de investimentos e de falta de estrutura técnica e gerencial adequada. Esses problemas vêm acarretando perdas da qualidade do serviço podendo causar risco a saúde da população.

A presente Dissertação de Mestrado apresenta a avaliação técnica e econômica da utilização do método do substrato definido – sistema enzimático cromogênico utilizado pelas Secretarias de Saúde dos Municípios de Quatis e Quissamã, estas localizadas no Estado do Rio de Janeiro, para monitoramento de águas potáveis consumidas pelas populações.

O método adotado para a análise bacteriológica da qualidade da água, foi a utilização da técnica do substrato definido - sistema enzimático cromogênico - P/A, que possibilita um resultado de presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em um prazo de 24 horas. Essa alternativa foi escolhida em função do baixo custo da análise e grande redução da aquisição de equipamentos e vidrarias.

O exame bacteriológico é conjugado com uma análise química de concentração de cloro residual na amostra de água, possibilitando assim uma avaliação imediata do nível de segurança sanitária da água de abastecimento.

A dissertação expõe a existência de problemas operacionais nos SAA como resultado da implantação do monitoramento da qualidade bacteriológica das águas de consumo humano, realizado pelas Secretarias Municipais de Saúde de Quatis e Quissamã, tendo em vista as exigências legais preconizadas pela legislação do Sistema Único de Saúde (Lei n.º 8080/90-19/9/90, Portaria/GM n.º 1399-15/12/99, Portaria/GM nº36/90 e a atual Portaria/GM n.º 1469/00-29/12/2000).

## **2 - OBJETIVOS**

O objetivo principal é apresentar a viabilidade do método do substrato definido – cromogênico de análise bacteriológica para sua utilização na vigilância da qualidade da água para consumo humano no nível municipal do SUS conforme preconiza a legislação atual.

Especificamente deseja-se mostrar o método do substrato definido - cromogênico como uma alternativa de um novo tipo de análise bacteriológica que conjuntamente com a

avaliação do cloro residual permitem as Secretarias Municipais de Saúde exercerem o monitoramento da qualidade água de consumo humano .

Demonstrar a vulnerabilidade da água distribuída à população pelos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) coletivos indicando a necessidade de investimento nos controles operacionais das Estações de Tratamento de Água (ETA) e melhoria da manutenção das redes de distribuição.

Verificar os procedimentos adotados pelas Secretarias Municipais de Saúde de Quatis e Quissamã para providenciar as correções da qualidade de água de consumo humano, após identificação de poluição e/ou contaminação da água de consumo através método bacteriológico e pela concentração de cloro residual nas redes de distribuição.

### **3 - REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1 – Histórico da água nas sociedades**

Em fins do século VII a.C., Tales de Mileto, matemático e filósofo grego, formula uma explicação da origem do Universo, na qual a água é considerada o substrato de todas as coisas: “Tudo é água”, foi uma das primeiras pesquisas sobre a natureza. Esta visão reforça a importância e a magnitude desse elemento junto aos antigos.

Reportamo-nos a um dos berços da civilização. No rio Eufrates foi encontrada uma lápide de pedra calcária datada de aproximadamente 2.300 a.C., com a seguinte inscrição “Ur- Mamu foi quem ordenou que se realizassem as obras dos canais; mas ele cede aos deuses a honra de fornecer a dádiva que é a água abençoada que dá a fertilidade às terras” (LIEBMANN, 1979, p.80).

Os primeiros documentos escritos da humanidade, obras dos sumérios, 4.000 a.C., continham instruções sobre a irrigação de lavouras dispostas em forma de terraços. Isto reflete as preocupações das antigas civilizações com a água e seu fator econômico predominante. As primeiras leis da humanidade registradas são códigos que regulam o uso da água.

Encontramos registros históricos sobre a qualidade da água na cultura oriental chinesa e indiana, que acreditavam no poder da água em acumular energias positivas de

purificação em razão da sua transparência e pureza. Atribuem aos chineses a utilização do alumem<sup>1</sup> para clarificação de águas turvas.

Na civilização romana encontramos registros da utilização de conhecimentos hidráulicos advindos dos gregos e egípcios. Esses conhecimentos foram aperfeiçoados e postos em prática, fazendo com que a cidade de Roma tivesse no ano 312 a.C. seu primeiro aqueduto, cobrindo uma distância de 16,5 quilômetros, desde os Montes Albanos até as fontes.

Encontramos com Sextus Julius Frontinus<sup>2</sup>, registros detalhados de relatórios técnicos - os Aquedutos de Roma - descrevendo a utilização das fontes dos mananciais romanos, sua adução por aquedutos e túneis além de sua distribuição e controle de seus usos. Segundo registros recuperados ele descrevia seu trabalho como: “.. minha tarefa para o Império, demanda uma atenção especial, não somente um cargo; pois significa uma confiança na minha pessoa, talvez em razão de meu senso de responsabilidade e fidelidade, pois o Imperador Nerva Augustus indicou-me como comissário da águas, um ofício que não significa somente atender as utilidades mas também à saúde e segurança da cidade [Roma], na qual deveria estar o mais eminente servidor do Estado em razão dos negócios e políticas envolvidas...” (EVANS, 1994).

Os romanos utilizaram-se de estruturas hidráulicas para conduzir grandes vazões mas tinham a preocupação de conduzir uma água límpida, isenta de doenças, que não afetasse à população. Nesse sentido, utilizavam-se de estruturas do tipo *piscinae*<sup>3</sup> e *castella*<sup>4</sup> que em geral possuíam três câmaras. A câmara central que recebia a vazão principal, alimentavam as fontes públicas, e o excedente da vazão aduzida vertia para as câmaras externas. De cada câmara externa saíam os encanamentos para os banhos públicos e para as casas de particulares. Desta forma, em caso de redução e/ou falta de água, as residências particulares que tinham ligações de água autorizadas pelo Imperador, sofreriam primeiro as conseqüências enquanto estaria garantido o fornecimento de água para o público.

As latrinas públicas que utilizavam água corrente eram abastecidas pelo efluente dos banhos públicos e periodicamente as canalizações de esgoto “*cloaca mater*” eram lavadas com águas desviadas dos aquedutos evitando assim o depósito de detritos e mal cheiro emanado (LIEBMANN, 1979).

No que refere à desinfecção doméstica, utilizava-se a prata coloidal para preservar a água armazenada em jarros, pois a prata na concentração de 0,05 mg/l é tóxica para a maioria dos microorganismos (TEBBUTT, 1977).

---

<sup>1</sup> Alumem – coagulante feito de carvão e sais de alumínio.

<sup>2</sup> Sextus Julius Frontinus – guerreiro e engenheiro romano viveu de 40 d.C. a 103 d.C..

<sup>3</sup> *piscinae* – tanque de sedimentação.

<sup>4</sup> *castella*- castelos de água

As antigas canalizações eram de barro, pois sabiam que os canos de chumbo eram tóxicos, pois o chumbo era originário do alvaiade - carbonato de chumbo. Devido a necessidade de transportar a água com pressão, utilizou-se canos de pedras, cubos de pedras perfurados, com diâmetros variando entre 10 a 30 cm, porém isto ocasionava mudança da qualidade de água. Esta mudança estava associada à concentração de cálcio e o aumento da turbidez devido ao material da tubulação, o que diferenciava das águas transportadas por canalizações abertas e aquedutos. O tratamento realizado para estas águas era passar em *castella limonaria*<sup>5</sup> para ocorrer à precipitação das partículas calcárias. As residências dos cidadãos ricos recebiam essas águas e passavam por nova depuração através de um filtro de areia – ancestral do filtro lento de areia.

*Por volta do ano 50 a.C., Roma contava com 10 grandes canalizações para seu abastecimento de água potável, perfazendo um total de 400 quilômetros de canalizações e/ou túneis, possibilitando um per capita de 95 litros de água/ dia e um volume total de 1 milhão de metros cúbicos /dia (LIEBMANN, 1979).*

No início da Idade Média, devido à destruição das grandes cidades pelos bárbaros e a dispersão da população no meio rural, a manutenção dos sistemas centrais de abastecimento de água foi abandonada assim como as redes de esgoto; e com isso os conhecimentos acumulados de hidráulica e higiene foram pouco a pouco sendo esquecidos, acarretando um consumo per capita de 2,5 litros/pessoa dia e acúmulo de imundície e lixo nas vias públicas.

Nas cidades medievais, a água “potável” provinha de poços que armazenavam-na por infiltração ou por extração direta de águas subterrâneas; a maioria dos poços se encontravam nas proximidades de montes de adubos e privadas do tipo fossas negras. A técnica construtiva era utilizar paredes permeáveis até o nível do terreno para aumentar o rendimento do poço. Esta errônea técnica levou aproximadamente, no espaço de 70 anos (1349 a 1417) a morte de 62.000 pessoas decorrente de doenças infecciosas transmitidas pelas águas de poços(LIEBMANN, 1979).

Até mesmo no século XIX, os poços de águas subterrâneas existentes no perímetro urbano, mantinham papel predominante no suprimento das cidades.

A falta de quantidade e qualidade da água, o baixo consumo de água diário por pessoa, a disposição desordenada do lixo e dos esgotos acarretaram graves problemas de higiene pública, tendo como consequência, o aparecimento de grandes epidemias de cólera, varíola e a peste.

Em desacordo a este período, encontramos na cultura hebraica, o banho judaico ou “mikwe”- um local para ritual de banho, escavado em forma de galeria subterrânea, para uso das mulheres antes do casamento, que desta forma mantinha-se a tradição de banhar-se somente em ‘águas correntes’ não conduzida ou despejada por mão humana.

---

<sup>5</sup> *Castella limonaria – tanques de tratamento.*

Entre os séculos XVII e XIX, a população européia aumenta, concentrando-se em aglomerados urbanos, voltando a utilizar-se de sistemas coletivos de abastecimento de água porém sem a preocupação com a qualidade da água .

Atribui-se ao holandês Anton Van Leeuwenhoek, em 1675, por meio de microscópio, as primeiras observações e identificações de seres vivos em charcos de águas pluviais e neve, porém não vinculou a descoberta à origem de doenças.

Inicia-se o tratamento da água no século XIX com a tecnologia dos filtros lentos, desenvolvida em 1804 por James Gibb na Escócia, que tinha como objetivo inicial clarificar a água e mais tarde teve reconhecido a sua eficiência no tratamento, sendo posteriormente implantada na cidade de Londres em 1829 (AWWA, 1964).

O avanço da bacteriologia no século XIX, possibilitou a compreensão do universo de seres que habitavam a água e sua implicação no surgimento das doenças. Importante ressaltar, também, o papel dos químicos na compreensão dos mecanismos associados à água.

A partir da evolução do microscópio nos meados do século XIX, A. Hassal<sup>6</sup> em Londres e Ferdinand Cohn<sup>7</sup> em Berlim relacionam a impureza da água com a presença de microrganismos; mais tarde Burdon Sanderson<sup>8</sup> demonstrou a presença de bactérias na água (AWWA, 1964).

O primeiro caso confirmado, de forma científica, de surto epidêmico da cólera veiculado pela água de abastecimento foi em Londres em 1854, através do estudo dos casos de contaminação dos consumidores da “Bomba da Rua Larga” pelo Dr. John Snow<sup>9</sup>, que identificou e comprovou que o abastecimento de água proveniente daquele poço fora o veículo de infecção (SNOW, 1855). Durante este período a cidade teve 10.000 mortes por cólera em uma população de 2,5 milhões de habitantes (TEBBUTT, 1977). Esta descoberta originou a criação do Conselho de Proteção das Águas do Rio Tâmisa em 1857, que definiu os investimentos de engenharia de saúde pública – tratamento de água e rede coletora de esgoto - resultando em 1870, na eliminação de focos de doenças de veiculação hídrica na capital.

Em 1885, Percy Frankland<sup>10</sup> removeu bactérias da água, que passaram através dos filtros lentos de areia da cidade de Londres; em suas análises originais empregou a técnica

---

<sup>6</sup> Arthur Hassal (1817-1894) - médico e químico inglês - A Microscopic Examination of the Water Supplied to the Inhabitants of London and the Suburban Districts, 1850.

<sup>7</sup> Ferdinand Cohn (1828-1898) - naturalista/botanico alemão- Living Organisms in Drinking Water, 1853.

<sup>8</sup> Burdon Sanderson (1828-1905) - médico inglês- The Origin and Distribution of Microzymes in Water and the Circumstances which determine their existence in the tissues and Liquids of Living Body, 1871.

<sup>9</sup> John Snow (1813-1858) - médico inglês- oficial médico da salubridade de Londres.

<sup>10</sup> Percy Frankland (1858-1946) - químico inglês

da placa de gelatina, criada por Robert Koch<sup>11</sup> em 1881. Em 1894, Percy Frankland publica o primeiro tratado sobre bacteriologia da água - Microorganismo da Água - neste apresenta o dramático contraste entre os casos das cidades de Altona e Hamburgo, em 1892 durante a epidemia de cólera, na Alemanha. As duas cidades eram abastecidas pelo mesmo manancial - rio Elba. A cidade de Altona que dispunha de tratamento de água, através de filtros lentos, não apresentou nenhum caso, enquanto Hamburgo, que não tratava a água do rio, padeceu de um intenso surto da doença (AWWA, 1964).

### 3.2 - Indicadores Microbiológicos de Contaminação da Água

A água na natureza apresenta-se com várias matérias em suspensão, e dentro desta parte sólida, encontramos a presença da parte “viva” constituída por microorganismos, dentre eles bactérias, vírus e protozoários que podem provocar doenças de veiculação hídrica conforme tabela 1. Os agentes patogênicos presentes na água, conforme as tabelas 2 e 3, estão diretamente ligados à presença de fezes de indivíduos e ou animais doentes (OPAS,1996).

**Tabela 1 - Agentes patogênicos importantes transmitidos pela água**

| Agente Etiológico | Historicamente               | Identificado recentemente         |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Bactérias         | <i>Shigella</i>              | <i>E.coli</i> enterotoxigena      |
|                   | <i>Salmonella</i>            | <i>E.coli</i> enterohemorrágica   |
|                   | <i>Salmonella typhi</i>      | <i>Campylobacter fetus jejuni</i> |
|                   | <i>Vibrio cholerae</i>       | <i>Yersinia enterocolitica</i>    |
| Protozoários      | <i>Giardia lamblia</i>       | <i>Cryptosporidium parvum</i>     |
|                   | <i>Entamoeba histolytica</i> | <i>Cyclospora</i>                 |
| Vírus             | Hepatite A                   | Vírus do tipo Norwalk             |
|                   |                              | Rotavírus                         |

**Fonte:** Extraído do texto *Enfermedades transmitidas por el agua en EUA- CRAUN, Gunther F. -OPAS, 1996*

**Tabela 2 - Agentes patogênicos presentes na água que se transmitem por via oral e sua importância para o abastecimento**

| Agente patogênico                               | Importância para saúde | Persistência a água (a) | Resistência ao cloro (b) | Dose infecciosa relativa (c) |
|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Bactéria</b>                                 |                        |                         |                          |                              |
| <i>Campylobacter jejuni</i> ,<br><i>C. coli</i> | Considerável           | Moderada                | Baixa                    | Moderada                     |
| <i>Escherichia coli</i><br>patógeno             | Considerável           | Moderada                | Baixa                    | Alta                         |
| <i>Salmonella typhi</i>                         | Considerável           | Moderada                | Baixa                    | Alta (d)                     |
| <i>Salmonella spp.</i>                          | Considerável           | Prolongada              | Baixa                    | Alta                         |

<sup>11</sup> Robert Koch ( 1843-1910 ) - médico e microbiologista alemão

|                                                                  |              |                      |          |           |
|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|----------|-----------|
| <i>Shigella spp.</i>                                             | Considerável | Breve                | Baixa    | Moderada  |
| <i>Vibrio cholerae</i>                                           | Considerável | Breve                | Baixa    | Alta      |
| <i>Yersinia enterocolitica</i>                                   | Considerável | Prolongada           | Baixa    | Alta (?)  |
| <i>Pseudomonas auruginosa</i> (e)                                | Moderada     | Podem multiplicar-se | Moderada | Alta (?)  |
| <i>Aeromonas spp.</i>                                            | Moderada     | Podem multiplicar-se | Baixa    | Alta (?)  |
| <b>Vírus</b>                                                     |              |                      |          |           |
| Adenovírus                                                       | Considerável | ?                    | Moderada | Baixa     |
| Enterovírus                                                      | Considerável | Prolongada           | Moderada | Baixa     |
| Hepatite A                                                       | Considerável | ?                    | Moderada | Baixa     |
| Hepatite transmitida por via entérica (não A não B e hepatite E) | Considerável | ?                    | ?        | Baixa     |
| Vírus de Norwalk                                                 | Considerável | ?                    | ?        | Baixa     |
| Rotavírus                                                        | Considerável | ?                    | ?        | Moderada  |
| Vírus pequenos e redondos                                        | Moderada     | ?                    | ?        | Baixa (?) |
| <b>Protozoários</b>                                              |              |                      |          |           |
| <i>Entamoeba histolytica</i>                                     | Considerável | Moderada             | Alta     | Baixa     |
| <i>Giardia intestinalis</i>                                      | Considerável | Moderada             | Alta     | Baixa     |
| <i>Cryptosporidium parvum</i>                                    | Considerável | Prolongada           | Alta     | Baixa     |
| <b>Helmintos</b>                                                 |              |                      |          |           |
| <i>Dracunculus medinensis</i>                                    | Considerável | Moderada             | Moderada | Baixa     |

**Fonte:** Extraídas do livro **Guias para calidad del agua potable-OMS-1995**

**Observações:** - Não conhecido ou não confirmado;

(a) - Período de detecção da fase infecciosa na água a 20° C:

breve - até 1 semana

moderada - de 1 semana a 1 mês

prolongada - mais de 1 mês;

(b) - Quando a fase infecciosa se encontra no estado livre na água tratada com doses e tempos de contatos tradicionais.

Resistência moderada - o agente pode não estar completamente eliminado

Resistência baixa - o agente está eliminado;

(c) - A dose necessária para causar infecção em 50% dos voluntários adultos são, no caso de alguns vírus pode bastar uma unidade infecciosa;

(d) - Segundo os resultados de experimentos com seres humanos voluntários;

(e) - A principal via de infecção é o contato cutâneo, por doentes de câncer e com imunossupressão podem ser infectados por via oral.

**Tabela 3 - Vias de acesso de agentes patogênicos procedentes de fezes transportadas por águas residuárias que contaminam a água potável (a)**

| Agente patogênico              | Quantid. excretada<br>por indivíduo<br>infect./g/fezes | Máxima<br>sobrevivência na<br>água ( dias) | Dose infectante<br>(b)           | Surtos de<br>enfermidades<br>transmitida por água<br>potável contaminada<br>(EUA) (c) |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bactérias</b>               |                                                        |                                            |                                  |                                                                                       |
| <i>E. coli</i> patogena        | 10 <sup>8</sup>                                        | 90                                         | 10 <sup>2</sup> -10 <sup>9</sup> | 3                                                                                     |
| <i>Salmonella</i>              | 10 <sup>6</sup>                                        | 60-90                                      | 10 <sup>6</sup> -10 <sup>7</sup> | 19                                                                                    |
| <i>Shigella</i>                | 10 <sup>6</sup>                                        | 30                                         | 10 <sup>2</sup>                  | 57                                                                                    |
| <i>Campylobacter</i>           | 10 <sup>7</sup>                                        | 7                                          | 10 <sup>6</sup>                  | 13                                                                                    |
| <i>Vibrio cholerae</i>         | 10 <sup>6</sup>                                        | 30                                         | 10 <sup>8</sup>                  | 1                                                                                     |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | 10 <sup>5</sup>                                        | 90                                         | 10 <sup>9</sup>                  | 2                                                                                     |
| <i>Aeromonas</i>               | -                                                      | 90                                         | 10 <sup>8</sup>                  | -                                                                                     |
| <i>Leptospira</i>              | -                                                      | -                                          | 3                                | 3                                                                                     |
| <b>Vírus</b>                   |                                                        |                                            |                                  |                                                                                       |
| <i>Enterovírus</i>             | 10 <sup>7</sup>                                        | 90                                         | 1-72                             | 2                                                                                     |
| Hepatite A                     | 10 <sup>6</sup>                                        | 5-27                                       | 1-10                             | 29                                                                                    |
| Rotavírus                      | 10 <sup>6</sup>                                        | 5-27                                       | 1-10                             | 1                                                                                     |
| Norwalk                        | -                                                      | 5-27                                       | -                                | 24                                                                                    |
| <b>Protozoários</b>            |                                                        |                                            |                                  |                                                                                       |
| <i>Entamoeba</i>               | 10 <sup>7</sup>                                        | 25                                         | 10-100                           | 1                                                                                     |
| <i>Giardia</i>                 | 10 <sup>5</sup>                                        | 25                                         | 1-10                             | 118                                                                                   |
| <i>Cryptosporidium</i>         | 10 <sup>2</sup>                                        | -                                          | 1-30                             | 7 (d)                                                                                 |
| <i>Balantidium coli</i>        | -                                                      | 20                                         | 25-100                           | -                                                                                     |
| <b>Helmintos</b>               |                                                        |                                            |                                  |                                                                                       |
| <i>Echinococcus</i>            | -                                                      | -                                          | -                                | -                                                                                     |
| <i>Ascaris</i> (e)             | 10 <sup>3</sup>                                        | 365                                        | 2-5                              | -                                                                                     |
| <i>Taenia</i> (f)              | 10 <sup>3</sup>                                        | 270                                        | 1                                | -                                                                                     |

**Fonte:** Extraído do texto *La amenaza mundial de los patógenos transmitidos por el agua-* GELDREICH, Edwin E. - OPAS, 1996.

**Observações:**

- Dados selecionados por Geldreich (1978), Kowal (1982) e Pros (1987).
- Dose infectante que provoca sintomas clínicos em 50% dos indivíduos examinados
- Surtos de enfermidades transmitidas na água nos EUA (1971-1985), Craun (1988)
- Surtos de *Cryptosporidium*: D'Antonio *et al.* (1985), Rose *et al.* (1986)
- Modo de infecção: ingestão de ovos infectantes na água/ solo contaminado por fezes de seres humanos ou com produtos crus contaminados com solo que contem ovos infectados, porem não diretamente pessoa a pessoa nem por fezes. Benenson (1990)
- Modo de infecção: pode produzir cisticercose humana por transferência direta ou indireta, por ingestão de água ou de alimentos contaminados por ovos. Benenson (1990)

Testar uma amostra de água para verificar a presença de agentes patogênicos pode ser considerado uma forma correta para determinação de sua qualidade bacteriológica. Todavia essa idéia torna-se de difícil aplicação, pois as análises de laboratório seriam de extrema complexidade para verificação de cada possível agente patogênico além dos custos e tempo despendido para execução das séries que se fariam necessárias.

É muito mais seguro para um analista de qualidade de água se alguns testes tivessem resultados positivos, por essa razão a verificação da qualidade bacteriológica da água tem como base o teste de indicadores não-patogênicos. A bactéria fecal torna-se importante para comprovar a presença de fezes, que podem indicar a possível presença de qualquer agente patogênico oriundo do trato intestinal.

Os exames de organismos indicadores fecais, feitos freqüentemente, são o modo mais sensível e específico de avaliar a qualidade sanitária da água. A bactéria indicadora fecal deverá preencher certos critérios para dar resultados significativos. Ela deverá estar universalmente presente em grande número nas fezes de humanos e animais de sangue quente, e ser prontamente identificável por métodos simples, além de não crescer em águas naturais.

Desta forma, é essencial que sua persistência na água e seu grau de remoção no tratamento de água seja similar aos agentes patogênicos.

Os principais organismos indicativos de poluição fecal são: *Escherichia coli*, outras **bactérias termotolerantes**, as bactérias **coliformes**, o **streptococos fecal** e esporos de **clostridium redutor de sulfito** (OPAS, 1995).

Os critérios utilizados para um indicador fecal ideal, não são atendidos integralmente por nenhum, porém se enquadra muito próximo da *Escherichia coli* e, por extensão, das bactérias coliforme termotolerantes.

É recomendável que se utilize a *Escherichia coli* como indicador de primeira opção, quando os recursos a serem investidos são limitados porque os enterovírus e os cistos de *Cryptosporidium*, *Giardia* e ameba são mais resistente à desinfecção do que o *Escherichia coli* e streptococos fecais. Esporos de clostridium redutor de sulfito podem ser usados como parâmetro adicional em relação a este respeito.

A *Escherichia coli* é membro da Família Enterobacteriaceae, e é caracterizado por possuir a enzima  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glucuronidase. Esta cresce em 44-45°C em média complexidade, fermenta a lactose e manitol com a produção de gás e ácido, e produz indol na presença de triptona (WHO,1998). Algumas cepas podem crescer em 37°C, mas não acima de 44-45°C e algumas não produzem gás. A *Escherichia coli* não produz a oxidação ou hidrolisa a uréia; a sua completa identificação é muito complicada na rotina, e certos testes têm sido desenvolvidos para identificar o organismo rapidamente com certo grau de precisão (EDBERG, ALLEN, SMITH et al., 1989). Alguns destes métodos são padronizados em organismos internacionais e nacionais e aceitos para uso de rotina .

A bactéria *Escherichia coli* é abundante nas fezes do homem e dos animais, onde pode ser encontrado em até  $10^9$  por grama de fezes. É encontrado em esgoto, efluente tratado, e nas águas naturais e solos sujeitos a recente contaminação fecal.

Foi sugerido, recentemente, que o *Escherichia coli* podia ser encontrado ou até se multiplicar em águas tropicais não sujeitas à poluição por fezes humanas (WHO,1998). Entretanto, nem mesmo nas mais remotas regiões, a contaminação por animais silvestres, incluindo pássaros, pode ser excluída. Como os animais podem transmitir patógenos infectados para o homem, a presença de *Escherichia coli* ou bactéria termotolerante não pode ser ignorada, por causa da possibilidade da água ter sido contaminada por matéria fecal e o tratamento não ser efetivo(WHO,1998).

A **bactéria coliforme termotolerante** é definida como o grupo de organismos coliforme que é capaz de fermentar a lactose a 44-45° C; este grupo inclui o gênero *Escherichia* e poucas espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*.

Outros coliformes termotolerantes distintos do *Escherichia coli*, podem ser originados de águas enriquecidas de matéria orgânica de efluentes industriais e/ou de restos de vegetais e no solo (CERQUEIRA, HORTA, 1999). Em vista disso, o termo “coliforme fecal” foi abandonado e aparece somente como coliforme termotolerante na atual legislação - Portaria M.S./ GM n.º 1469/2000.

O aparecimento de organismo coliforme termotolerante no sistema de distribuição de água é indesejável, porém devido à presença de nutrientes ou de materiais impróprios em contato com a água tratada com temperatura maior que 13° C e sem cloro residual pode ocorrer o crescimento e desenvolvimento de colônias (CERQUEIRA, 1999).

As maiores concentrações de coliformes termotolerantes estão diretamente relacionadas, na maioria das vezes, à presença de *Escherichia coli* (EDBERG, PATTERSON, SMITH, 1994) . Portanto, a detecção de *Escherichia coli* na avaliação da qualidade da água é aceitável para os exames de rotina. As limitações das outras espécies devem ser estudadas caso haja dúvida na interpretação dos dados (OPAS,1995).

Em razão da pronta detecção dos organismos coliformes termotolerantes, eles têm um importante papel secundário como indicadores de eficiência dos processos de tratamento de água na remoção de bactéria fecal.

O **coliforme total** é um indicador de qualidade de água, largamente empregado, em razão da facilidade de detecção e contagem. O termo “organismo coliforme” refere-se a bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35-37° C em 24 a 48 horas.

Por definição, a bactéria coliforme apresenta  $\beta$ -galactosidase atividade. Neste grupo são incluídos os gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*(WHO,1998).

Entretanto, como definido pelos modernos métodos de taxonomia, o grupo é muito heterogêneo, pois inclui bactérias que fermentam a lactose, tais como *Enterobacter cloacae* e *Citrobacter freundii*, que podem ser encontradas nas fezes, no meio ambiente e também na água tratada com alta presença de nutriente. Outras bactérias mais raras tais como: *Serratia fonticola*, *Rahnela aquatilis* e *Buttiauxella agrestis*, encontradas em fezes, podem se multiplicar em águas tratadas para consumo humano(OPAS,1985).

A existência de bactéria não-fecal que se ajusta na definição de bactéria coliforme e não fermenta a lactose limita a aplicabilidade deste grupo como indicativo de poluição fecal. A bactéria coliforme não deve ser detectada em suprimento de água tratada e, caso seja encontrada, sugere tratamento inadequado, contaminação pós-tratamento ou excesso de nutrientes. A análise bacteriológica de coliforme pode ser usada como um indicador de eficiência do tratamento ou de integridade da distribuição da água potável(CERQUEIRA, HORTA, 1999).

Embora o organismo coliforme não possa sempre ser utilizado para detectar a presença de contaminação fecal ou presença de patogênico na água tratada, ele é ainda útil para monitorar a qualidade da água tratada no sistema de distribuição. Se existir alguma dúvida em caso de ausência de organismo termotolerante e *E. coli*, este pode ser utilizado para identificar as espécies ou investigar a natureza da contaminação. Neste caso as inspeções sanitárias deverão ser realizadas no sistema (OPAS,1995).

O streptococo fecal satisfaz alguns dos critérios, embora não tanto quanto à *Escherichia coli* e eles podem ser utilizados como indicadores suplementares de poluição fecal ou verificar a eficiência do tratamento em certas circunstâncias.

O termo “**streptococcus fecal**” refere-se àqueles streptococcus geralmente presentes nas fezes de humanos e animais. Todos possuem o antígeno do grupo D e na taxonomia, eles pertencem aos gêneros *Enterococcus* e *Streptococcus*. O gênero *Enterococcus* agora inclui todos streptococcus que compartilham certas propriedades bioquímicas e têm uma grande tolerância em condições adversas de crescimento. O gênero inclui as espécies: *Enterococcus avium*, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus cecorum*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus hirae*, *Enterococcus malodoratus*, *Enterococcus mundtii* e *Enterococcus soiiarius*. Muitas dessas espécies são de origem fecal e podem ser consideradas como indicadores de poluição fecal humana em muita circunstância prática(WHO,1998).

No gênero *Streptococcus*, somente o *Streptococcus bovis* e o *Streptococcus equines* possuem o antígeno do grupo D e pertencem ao grupo dos “streptococcus fecal”.

Suas fontes são encontradas em fezes de animais. O streptococcus fecal raramente multiplica-se em água poluída e são mais resistentes do que *Escherichia coli* e a bactéria coliforme. Sua importância no exame bacteriológico da água é conhecida como um indicador auxiliar de eficiência do tratamento de água. Além disso, o streptococcus é altamente resistente à desidratação e pode ter valor em um controle de rotina após execução de reparos nas redes de distribuição de água ou detectar poluição em águas superficiais ou subterrâneas.

O **clostridium redutor de sulfito**, são bactérias anaeróbias, formadores de esporos no qual o mais característico é o *Clostridium perfringens* (*C. welchii*), é normalmente encontrado nas fezes, embora em muito menor quantidade do que o *Escherichia coli*. Entretanto, eles não são exclusivamente de origem fecal e podem ser originários de fontes no meio ambiente. Os esporos de clostridium podem sobreviver na água por muito mais tempo do que o grupo coliforme e resistir a desinfecção. Sua presença em águas desinfetadas pode indicar deficiências no tratamento e presença de outros patógenos resistentes ao tratamento. Em particular a presença do *Clostridium perfringens* em suprimento de águas filtradas indica falhas na prática do processo de filtração. Devido a sua longevidade, eles são os melhores indicadores de intermitência ou contaminação remota. Apresentam um interessante valor para pesquisa, porém não são recomendados para a rotina de monitoramento de sistemas de distribuição, devido a sua capacidade de sobreviver, pois podem ser detectados muito tempo depois da poluição e dar falsos alarmes (WHO,1998) (CERQUEIRA, HORTA, 1999).

Os **colifagos bacteriófagos** têm sido propostos como indicadores de qualidade da água por sua similaridade aos enterovírus e sua facilidade de detecção na água. Existem dois grupos, porém nenhum dos dois grupos aparecem em grande número nas fezes frescas de animais e humanos, mas são abundantes no esgoto. Seu significado sanitário é como indicador de contaminação por esgoto e, devido a sua grande persistência comparada com outras bactéria indicadora, pode ser utilizado como indicador adicional da eficiência do tratamento de água ou proteção de águas subterrâneas(OPAS,1996).

As **bifidobactérias e o grupo Bacteróides fragilis** são muito numerosos nas fezes, porém não têm sido considerado como um conveniente indicador de poluição fecal porque tem um decaimento na água muito mais rápido do que a bactéria coliforme e seus métodos de exames ainda não são confiáveis e não foram padronizados.

O gênero de bactéria ***Pseudomonas*** abrange cerca de cem espécies, as quais têm uma propriedade importante que é utilizar vários compostos orgânicos para servir como fonte de carbono e de energia. Essa propriedade permite aumentar sua sobrevivência no meio (água e/ou solo).

A ***Pseudomonas aeruginosa*** é uma bactéria aeróbia, porém tem a característica de

poder crescer na fase anaeróbia caso exista a presença de nitrato; tem grande importância no solo pois atua como bactéria desnitrificante; na água pode produzir diversas infecções cutâneas e das membranas dos olhos, ouvido, nariz e garganta. É considerada uma bactéria oportunista e sua presença no homem está muito associada à infecção hospitalar devido a sua grande resistência a antibióticos (WHO, 1998).

Sua resistência ao cloro é superior a outros organismos encontrados na água; as *Pseudomonas aeruginosa* podem ser encontradas na água tratada distribuída em um sistema de abastecimento de água onde existam falhas na operação do tratamento que possibilite a presença de quantidades relativamente altas de carbono orgânico biodegradável na água associado à temperatura elevada e baixas concentrações de cloro residual nas águas distribuídas (OPAS, 1985). Essas condições podem favorecer seu crescimento em toda a rede de distribuição sem que seja identificado a presença de outro indicativo de contaminação biológica - bactérias coliforme total e termotolerantes (CERQUEIRA, 1999).

A real possibilidade de espécies de *Pseudomonas* inibirem o crescimento do *Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* e *Klebsiella sp.* na água já foi comprovada em diversos trabalhos de pesquisa (d'AGUILA, 1996).

Existe um risco sanitário para a população, caso o analista de controle de qualidade de água não atente com a possibilidade da presença de *Pseudomonas* em um resultado de índice coli zero em uma amostra de água e não proceda a uma investigação complementar para possível averiguação de sua presença.

Trabalho recente apresenta resultados da existência de *Pseudomonas aeruginosa* em águas naturais, sem a presença de bactérias coliformes, aquelas são utilizadas para servir de fonte de sistemas de abastecimento de água, comprometendo desta forma a saúde da população que acaba utilizando-a sem o mínimo tratamento doméstico (d'AGUILA, 1996).

Os **vírus de origem humana** têm sido identificados como agentes causadores de doenças de veiculação hídrica. Os vírus que causam preocupação incluem os enterovírus (hepatite A, poliovírus, vírus *Coxsackies* e vírus *Echo*), rotavírus, retrovírus, adenovírus e o vírus tipo *Norwalk* gastrointestinal. Mais de 100 vírus entéricos humanos são conhecidos e, a cada dia, outros novos são descobertos (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

Há registros de numerosos surtos de hepatite A, vírus *Norwalk* gastrointestinal, poucos surtos de rotavírus gastrointestinal e possivelmente poliomielite, alguns oriundos de águas naturais que foram tratadas através de métodos satisfatórios, mas que ainda não estavam completamente controlados por processos de desinfecção.

O vírus da hepatite A (enterovírus) com diâmetro de 27nm, tem uma alta incidência

em comunidades com a presença de poluição fecal nos corpos hídricos; nas regiões costeiras existe a grande afinidade com o marisco que normalmente retêm o vírus causando vários surtos de contaminação através de sua ingestão na alimentação sem o devido cuidado sanitário(MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

Não existe padrão tipo maximum contaminant level (MCL) – conforme a Drinking Water Regulations / Environmental Protection Agency (EPA) nos EUA para vírus, em razão das técnicas de virologia não terem sido aperfeiçoadas a ponto que se possa ser utilizada para monitoramento da qualidade de água e posterior regulamentação de sua utilização analítica.

Em efluentes de águas residuárias com matéria fecal, podemos encontrar de 50.000 a 100.000 organismos coliformes / unidade de vírus; embora esta proporção possa ser alterada substancialmente durante surtos de vírus vindo a acarretar epidemia causada pela água (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

A sobrevivência do vírus é maior em águas naturais e são mais resistentes aos processos de tratamento do que os coliformes, entretanto a sua parcela na água tratada pode ser substancialmente menor.

O papel dos vírus transmissores de doenças hídricas ainda não está bem delimitado. Existe uma hipótese que águas poluídas resultantes de tratamento inadequado, mesmo obedecendo os padrões de água potável, possam conter baixos níveis de vírus humanos que causariam infecções subclínicas e doenças em pessoas suscetíveis. Neste caso, essas pessoas poderiam causar a dispersão do vírus através do contato pessoa a pessoa(MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

Epidemiologistas têm estudado as doenças de veiculação hídrica por vírus, principalmente nas epidemias, e não tem tido chegado a conclusões seguras entre as relações da contaminação viral da água e a mudança da saúde da população(MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

A infecção por **protozoários**, particularmente a desenteria causada por Entamoeba, afeta segundo estimativas cerca de 10% da população dos EUA(OPAS,1996). Devido ao pequeno número de cistos excretados, a pronta remoção na natureza e sua retenção no tratamento são muito difíceis a ocorrência de epidemias causadas por ameba.

A *Giardia lamblia* tem sido considerada a mais importante doença de veiculação hídrica causada por protozoário nos EUA, com a ocorrência de mais de 100 surtos até 1992, sendo a maior parte desses surtos causados pela ingestão de água sem o adequado tratamento. Devido a sua grande habilidade de sobrevivência nas águas naturais associados à presença nas fezes dos animais selvagens é difícil o controle nos mananciais. O consumo de água natural passando somente por processo de desinfecção, não garante a destruição

dos cistos de *Giardia*; por essa razão torna-se imprescindível a filtração de todas as águas superficiais para posterior desinfecção (OPAS,1995).

Outro protozoário que tem sido causador de surtos de doenças de veiculação hídrica é o *Cryptosporidium parvum*, que mede de 3 a 6 µm de diâmetro. Os oocistos de *Cryptosporidium parvum* estão presentes no trato intestinal de animais e humanos infectados e quando excretados são altamente resistentes ao meio ambiente e aos desinfetantes químicos além de ter baixa dose infectante; podendo ser carregados pela chuva para os cursos de água. Não existe tratamento específico para a cura da doença somente os sintomas (FRICKER, CLANCY,1998).

Numerosos casos de *Cryptosporidium parvum* têm sido registrados nos EUA e em outras partes do mundo. O primeiro registro de surto ocorreu em 1984, no subúrbio de San Antonio, Texas (EUA) com cerca de 2000 pessoas contaminadas e o de maior repercussão, ocorreu em 1993 na contaminação do sistema de abastecimento de água da cidade de Milwaukee, Wisconsin (EUA) que resultou em cerca de 400.000 pessoas doentes, 1.000 internações e 50 mortes (OPAS, 1999). Na Grã-Bretanha, em 1988, ocorreu o primeiro surto em Ayrshire - 27 pessoas seguidos por Swindon/Oxfordshire-516 pessoas (1989) e Loch Lomond, Escócia - 442 pessoas (1990) ; sendo que a maioria das causas foi a contaminação do leito filtrante, uma das etapas do tratamento da água, por oocistos oriundos de mananciais superficiais contaminados por fezes e restos de abatedouro de gado. Na cidade de Ogoose (Japão) em 1996, ocorreu um caso de contaminação da água potável, que teve 9.000 pessoas confirmadas com a doença e na cidade de Shoal Lake (Canadá) outras 100 pessoas doentes em 1997 (FRICKER, CLANCY,1998).

Em muitos dos casos de surtos, os padrões de potabilidade não foram violados o que indica que o tratamento convencional pode ser insuficiente caso ocorra uma grande proliferação deste protozoário nas águas do manancial (OPAS,1996).

Estes surtos serviram para enfatizar a importância de proteger as fontes de captação de água, de excessivas contaminações por fezes de animais e de origem humana e a revisão das técnicas de dosagens de desinfecção.

### 3.3- Métodos de Controle Bacteriológico da Água

Uma das primeiras técnicas de quantificação de microorganismo na água atribui-se a Theobald Smith<sup>12</sup> nos EUA, estabeleceu o processo de inocular uma série de tubos de fermentação, com volumes determinados de água em exame . Essa técnica foi utilizada na prática em 1892, pela Junta de Saúde do Estado de Nova York, na pesquisa de poluição dos rios Mohawk e Hudson, com o objetivo de determinar as diluições necessárias do esgoto

---

<sup>12</sup> Theobald Smith (1859-1934) - médico bacteriologista americano- The Fermentation Tube with Special reference to Anaerobiosis and Gas production among Bacteria, 1893.

em um manancial. (AWWA, 1964). Em 1895, o mesmo Theobald Smith na busca de um indicador fecal de contaminação da água, sugeriu a adoção da bactéria *Bacillus coli*, descoberta em 1880 por Theodor Escherich que, naquele momento, acreditava ser o organismo característico das fezes humanas. Posteriormente, o nome da bactéria passou a ser *Escherichia coli* e descobriu-se que na verdade fazia parte de um complexo diversificado de espécies.

A determinação pelo coliforme tem sido usada como medida de contaminação fecal na água, desde o início do século XX, pois, embora o maior parte dos organismos coliformes não seja patogênico, eles estão presentes no trato intestinal dos humanos e outros animais de sangue quente e são encontrados em grande número na matéria fecal. Sua presença significa que a água pode gerar risco à saúde, enquanto sua ausência significa razoável evidência que a água é segura e não têm risco bacteriológico.

Algumas bactérias incluídas no grupo do coliforme total têm ampla distribuição no meio ambiente, mas não significa a presença de matéria fecal. Outras espécies de coliformes fecais (*Klebsiella* e *Enterobacter*) podem ser encontrados no meio aquáticos sem a presença de matéria fecal; porém na presença de fezes a *Escherichia coli* é o coliforme predominante nos humanos (96,8%) e nos animais de sangue quente (CERQUEIRA, HORTA, 1999).

No Brasil, no início da década de 50, a questão da adoção do indicador bacteriológico de contaminação de água, gerou uma grande discussão entre os pesquisadores, pois cada Estado podia ter métodos e códigos sanitários próprios. Os Estados do Sul do Brasil, principalmente o Rio Grande do Sul, assim como a Argentina e Uruguai, utilizavam os métodos ingleses (indicativo *Escherichia coli*) para análise bacteriológica da água (DAYLOR, 1949). O ponto de vista norte-americano foi defendido por técnicos do Estado de São Paulo “... por estas razões e como todos os coliformes também são encontrados em fezes, a maioria das autoridades sanitárias defende o ponto de vista de que se deva pesquisar nas águas os coliformes, sem se importar com a espécie, e de que sempre que uma água contiver coliforme, passará a ser suspeita...” (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974); o indicativo coliforme havia sido padronizado na 8ª Edição do Standard Methods for the Examination of Water and Sewage and Industrial Waste (1936).

As técnicas de análise mais utilizadas para a pesquisa de bactéria do grupo coliforme em águas, são as de tubos múltiplos e membrana filtrante. Nos últimos anos foram desenvolvidos novos métodos tais como o de presença/ausência (P/A) e quantitativos (NMP) utilizando reativos cromogênicos-fluorogênico, já aprovados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1995) sendo objeto desta dissertação.

### 3.3.1-Técnica dos tubos múltiplos

A concepção da técnica está baseada, no método adotado por Theobald Smith em 1893, segundo o qual as bactérias presentes em uma amostra podem ser separadas umas das outras por agitação, resultando uma suspensão de células individuais, uniformemente distribuídas na amostra original.

A técnica consiste na inoculação de volumes decrescentes da amostra, em meio de cultura adequado ao crescimento dos microrganismos pesquisados, sendo cada volume inoculado em uma série de tubos de vidro, conforme figura 1.

Através de diluições sucessivas da amostra, são obtidos inóculos, cuja semeadura fornece resultados negativos em pelo menos um tubo da série em que os mesmos foram inoculados, e a combinação de resultados positivos e negativos permite a obtenção de uma estimativa da densidade original sendo conhecido como Número Mais Provável (NMP), das bactérias pesquisadas, gerados a partir de cálculos matemáticos de probabilidade tal como a tabela 4.

A determinação do coliforme total e do coliforme termotolerante (HARDENBERGH,1955) conforme figura 2, é feita por etapas:

Ensaio Presuntivo - permite a presença ou não do grupo coliforme;

Ensaio Confirmativo - possibilita a confirmação do grupo coliforme dos resultados falsos decorrentes da atividade de bactérias esporuladas e de bactérias Gram-positivas fermentadoras da lactose e a quantificação (NMP);

Ensaio Completo – é opcional e elimina qualquer possibilidade de falsos resultados obtidos no ensaio confirmativo.

Vantagens:

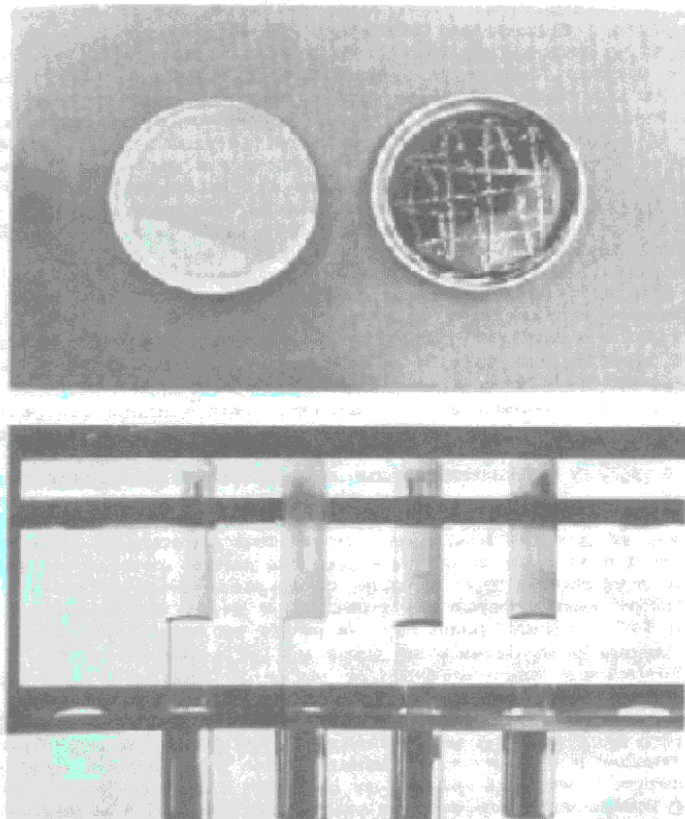
baixo custo da análise além do que permite analisar águas salobras e salinas;

permite o preparo dos reagentes para os exames;

grande flexibilidade para diluição da amostra e determinação do NMP.

Apresenta algumas desvantagens tais como: necessidade de um espaço físico específico para a atividade, utilização de muitos equipamentos e vidrarias, maior uso de mão-de-obra para limpeza e desinfecção do material e impossibilidade de execução da análise próximo ao local da coleta da amostra.

**Figura 1: Tubos de ensaio e placas de Agar**



0

**Figura 2: Esquemático do método de tubos múltiplos**

Font: CELEST 1008

— Evidencia de procedimiento bajo determinación de conformidad total e íntegra con la técnica de otros miembros

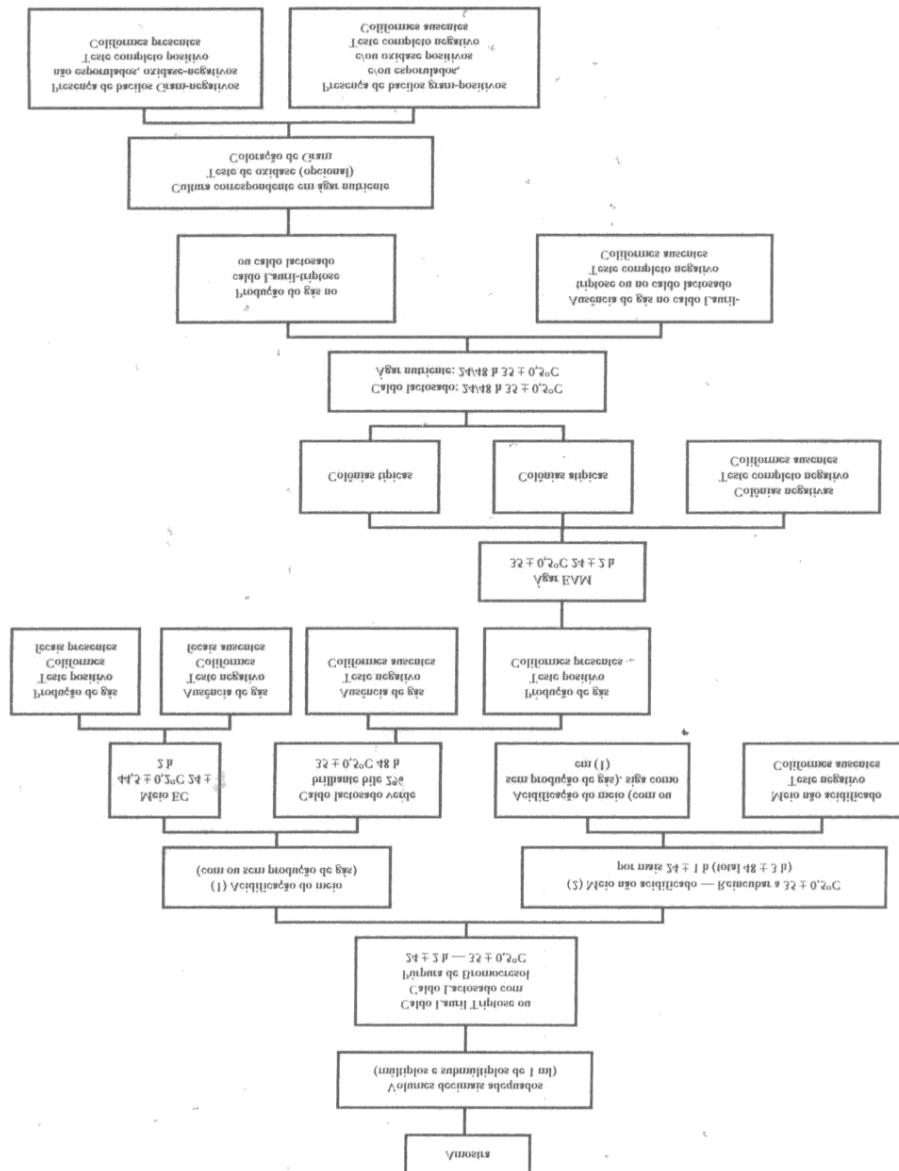


Tabela 4: Índice de  
MMP do método  
dos tubos  
múltiplos

Fonte: CELE2B' 1998

|                                                                        |      |        |           |                                                       |          |
|------------------------------------------------------------------------|------|--------|-----------|-------------------------------------------------------|----------|
| 2                                                                      | 2    | 2      | > 1'000   | -                                                     | -        |
| 2                                                                      | 2    | 4      | 1'000     | 000                                                   | 2'300    |
| 2                                                                      | 2    | 3      | 800       | 300                                                   | 3'000    |
| 2                                                                      | 2    | 5      | 200       | 300                                                   | 3'000    |
| 2                                                                      | 2    | 1      | 300       | 100                                                   | 1'300    |
| 2                                                                      | 2    | 0      | 540       | 100                                                   | 040      |
| 2                                                                      | 4    | 4      | 320       | 100                                                   | 850      |
| 2                                                                      | 4    | 3      | 580       | 150                                                   | 000      |
| 2                                                                      | 4    | 5      | 550       | 100                                                   | 280      |
| 2                                                                      | 4    | 1      | 150       | 50                                                    | 480      |
| 2                                                                      | 4    | 0      | 130       | 20                                                    | 300      |
| 2                                                                      | 3    | 3      | 150       | 80                                                    | 410      |
| 2                                                                      | 3    | 5      | 140       | 00                                                    | 300      |
| 2                                                                      | 3    | 1      | 110       | 40                                                    | 300      |
| 2                                                                      | 3    | 0      | 80        | 30                                                    | 520      |
| 2                                                                      | 5    | 5      | 00        | 40                                                    | 520      |
| 2                                                                      | 5    | 1      | 50        | 30                                                    | 510      |
| 2                                                                      | 5    | 0      | 20        | 50                                                    | 150      |
| 2                                                                      | 1    | 5      | 00        | 30                                                    | 180      |
| 2                                                                      | 1    | 1      | 20        | 50                                                    | 120      |
| 2                                                                      | 1    | 0      | 30        | 10                                                    | 150      |
| 2                                                                      | 0    | 5      | 40        | 50                                                    | 140      |
| 2                                                                      | 0    | 1      | 30        | 10                                                    | 110      |
| 2                                                                      | 0    | 0      | 53        | 0                                                     | 80       |
| 4                                                                      | 4    | 0      | 34        | 10                                                    | 80       |
| 4                                                                      | 3    | 1      | 33        | 12                                                    | 55       |
| 4                                                                      | 3    | 0      | 55        | 15                                                    | 05       |
| 4                                                                      | 5    | 1      | 50        | 15                                                    | 02       |
| 4                                                                      | 5    | 0      | 55        | 0                                                     | 20       |
| 4                                                                      | 1    | 5      | 50        | 15                                                    | 03       |
| 4                                                                      | 1    | 1      | 51        | 0                                                     | 22       |
| 4                                                                      | 1    | 0      | 15        | 5                                                     | 40       |
| 4                                                                      | 0    | 1      | 15        | 5                                                     | 42       |
| 4                                                                      | 0    | 0      | 13        | 2                                                     | 38       |
| 3                                                                      | 5    | 1      | 15        | 5                                                     | 40       |
| 3                                                                      | 5    | 0      | 14        | 0                                                     | 32       |
| 3                                                                      | 1    | 1      | 14        | 0                                                     | 32       |
| 3                                                                      | 1    | 0      | 11        | 4                                                     | 50       |
| 3                                                                      | 0    | 1      | 11        | 4                                                     | 50       |
| 3                                                                      | 0    | 0      | 8         | 3                                                     | 54       |
| 5                                                                      | 3    | 0      | 15        | 2                                                     | 50       |
| 5                                                                      | 5    | 0      | 0         | 3                                                     | 52       |
| 5                                                                      | 1    | 1      | 0         | 3                                                     | 54       |
| 5                                                                      | 1    | 0      | 5         | 5                                                     | 51       |
| 5                                                                      | 0    | 1      | 5         | 5                                                     | 50       |
| 5                                                                      | 0    | 0      | 4         | 1                                                     | 15       |
| 1                                                                      | 5    | 0      | 0         | 5                                                     | 18       |
| 1                                                                      | 1    | 1      | 0         | 5                                                     | 18       |
| 1                                                                      | 1    | 0      | 4         | 1                                                     | 12       |
| 1                                                                      | 0    | 1      | 4         | 1                                                     | 12       |
| 1                                                                      | 0    | 0      | 5         | 1                                                     | 11       |
| 0                                                                      | 5    | 0      | 4         | 1                                                     | 13       |
| 0                                                                      | 1    | 0      | 5         | 1                                                     | 10       |
| 0                                                                      | 0    | 1      | 5         | 1                                                     | 10       |
| 0                                                                      | 0    | 0      | < 5       | -                                                     | -        |
| 10 ml                                                                  | 1 ml | 0,1 ml |           | inferior                                              | superior |
| Número de tubos em séries de 2 tubos, incluídos de:                    |      |        | Número de | Limites de confiança de 95%                           |          |
| 240 utilizados inoculados de 10 ml, 1 ml e 0,1 ml em séries de 2 tubos |      |        | índice de | — índice de MMP e limites de confiança de 95%, obtido |          |

### 3.3.2-Técnica da Membrana Filtrante

Na década de 50 surgiu, para a determinação do número de bactérias coliforme na água, técnica completamente diferente do método clássico dos tubos múltiplos de fermentação. É o processo da membrana filtrante ou membrana filtro (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974).

A técnica da membrana filtrante é realizada através da filtração da amostra em um meio poroso de papel fino bastante para reter bactérias (membrana-0,45 $\mu$ m), que contém nutrientes específicos necessários para o crescimento das bactérias em um intervalo de 24 horas a 35° C. Se existirem coliformes nesta amostra, estes aparecerão em colônias de cor metálica sobre a superfície do membrana filtro, podendo então ser contadas por olho nu ou com a utilização de uma lupa(OLIVEIRA LIRA,2000).

Este método foi desenvolvido por investigadores alemães durante a 2° Grande Guerra e posteriormente melhorado nos EUA. Após o seu aperfeiçoamento surgiram inúmeras investigações de campo para saber sua eficiência e a 10° Edição (1955) do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association-APHA, passou a incluir a técnica da membrana filtro, embora tão somente como “de tentativa”, no sentido de que poderia passar a ser usada comparativamente com a clássica e de que caberia a autoridade sanitária que se convencessem da igualdade dos resultados poderiam adotar a nova técnica.

A partir da 11° Edição (1960) do Standard Methods for the examination water and wastewater, ao lado do processo clássico, surgiu também como padrão, o método da membrana filtro “... podendo ser usado para determinar a potabilidade de qualquer água sempre que séries adequadas de exames paralelos tenham demonstrado que, para a água em questão, ele dê a mesma informação que o processo de tubos múltiplos de fermentação, relativamente à qualidade sanitária do abastecimento de água.”(GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974, p.41).

Vantagens:

maior grau de precisão que o NMP, maior reprodutibilidade de resultados;

maior sensibilidade porquanto através dela se podem examinar volumes bem maiores que aqueles de no máximo 500 ml, e mais freqüentemente de apenas 50 ml empregados no processo clássico;

apresenta resultado em tempo mais curto (permitindo a aplicação mais rápida das medidas corretivas, se necessário);

permite a filtração da amostra no campo e posterior envio ao laboratório, pelo correio, da membrana em placa com disco embebido em meio preservador ( M.Endo com solução

de benzoato de sódio);

possibilitou o desenvolvimento de laboratório portátil de campo.

Apresenta limitações e interferentes tais como a turbidez excessiva e o excesso de contaminação da amostra de água a ser analisada, os quais não permite o seu emprego como substituto do método de fermentação em tubos múltiplos. Também não pode ser empregado em águas com densidade alta de microorganismo não coliforme, nas quais poderá acusar densidades de coliforme muito inferiores às obtidas através da determinação do NMP. Resultados desta ordem podem ser devidos a características especiais dos microorganismos da água, à ação inibidora do meio, ou a particularidades da própria água, como íons de metais pesados, outras substâncias tóxicas ou temperaturas naturais altas (BRENNER,RANKIN,1990).

Acredita-se que um dos componentes do meio M-Endo é potencialmente carcinogênico, conforme estudos realizados para a confecção das normas ISO de n.º 9308 - 1 e n.º 9308-2 do International Organization for Standardization - 1990 (KAY,1997) .

**Tabela 5 -- Listas de normas da qualidade de água da International Organization for Standardization (ISO)**

| <b>N. º. norma</b> | <b>Título</b>                                                                                                        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5667-1:1980        | Amostragem - Parte 1: orientação sobre o plano de amostragem                                                         |
| 5667-2:1982        | Amostragem-Parte 2: orientação sobre técnica de amostragem                                                           |
| 5667-3:1985        | Amostragem-Parte 3: orientação sobre conservação e manipulação de amostras                                           |
| 5667-4:1987        | Amostragem-Parte 4: orientação sobre tomada de amostras em lagos, naturais e artificiais.                            |
| 5667-5:1991        | Amostragem-Parte5: orientação sobre tomadas de água para bebidas ou utilizada para preparação de alimentos e bebidas |
| 5667-6:1990        | Amostragem-Parte 6: orientação sobre tomadas de amostras em rios e córregos                                          |

**Fonte:** Extraídas do livro *Guias para calidad del agua potable-OMS-1995*

**Tabela 6 -Detecção e enumeração de bactérias indicadoras fecais na água – Norma da International Organization for Standardization (ISO)**

| <b>Nº. da Norma ISO</b> | <b>Título</b>                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 6461-1:1986             | Detecção e enumeração de esporos de organismos anaeróbios redutores de |

|              |                                                                                                                                                                                              |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | sulfito ( <i>clostridia</i> )- Parte 1: métodos de enriquecimento em meio líquido                                                                                                            |
| 6461-2: 1986 | Detecção e enumeração de esporos de organismos anaeróbios redutores de sulfito ( <i>clostridia</i> )- Parte 2: métodos da membrana filtrante                                                 |
| 7704-: 1985  | Avaliação da membrana filtrante para análises microbiológica                                                                                                                                 |
| 7899-1:1984  | Detecção e enumeração de estreptococos fecais –Parte 1: métodos de enriquecimento em meio líquido                                                                                            |
| 7899-2:1984  | Detecção e enumeração de estreptococos fecais –Parte 2: métodos da membrana filtrante                                                                                                        |
| 9308-1:1990  | Detecção e enumeração de organismos coliformes, organismos coliforme termoresistentes e presuntivo por <i>Escherichia coli</i> - Parte 1: método da membrana filtrante                       |
| 9308-2: 1990 | Detecção e enumeração de organismos coliformes, organismos coliforme termoresistentes e presuntivo por <i>Escherichia coli</i> - Parte 2: métodos dos tubos múltiplos (número mais provável) |

**Fonte:** Extraídas do livro *Guias para calidad del agua potable-OMS-1995*

### 3.3.3-Método do substrato definido cromogênico

Foi desenvolvido em 1982, originalmente para identificação de microrganismo *Escherichia coli* através da análise de uma de suas enzimas constitutivas (  $\beta$ -glucuronidase). Esse método usa um substrato hidrolisável MUG (4- metilumbeliferil -  $\beta$ -D glucoronídeo) que na presença da enzima  $\beta$ -D glucuronidase (somente existente na *Escherichia coli*), reage liberando a substância 4 metilumbeliferona, a qual, sob exposição da luz ultravioleta (365 nm), produz uma fluorescência azul brilhante (CETESB, 1992).

O método do substrato cromogênico foi adotado pelas American Public Health Association, American Water Works Association e Water Environment Federation para análise de água potável e amostras de água doce e aprovado pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater na 19ª Edição em 1995.

O nome de substrato definido significa que o mesmo só atua nos microorganismos-alvo que se quer modificar. Essa tecnologia é denominada auto-análise, porque ocorre uma variação de cor que é produzida pelo microrganismo pesquisado, sem a necessidade de testes confirmativos. A realização do teste para pesquisa de coliforme em amostra de água, através desta técnica, requer apenas a adição do reagente, no volume específico da água em

um frasco, e aguardando-se a reação de mudança de cor em 24 horas na temperatura de  $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Esse teste pode ser realizado para detecção de coliforme total, bastando incorporar o outro substrato ONPG (orto nitrofenil  $\beta$ -D galactopiranosídeo) que atua como um sistema nutriente-indicador (ver figura 3), pois todos os coliformes possuem a enzima  $\beta$ -D-galactosidase (EDBERG, ALLEN, SMITH et al., 1988).

Vantagens:

menor grau de interferência de outros organismos no resultado (EDBERG, ALLEN, SMITH et al., 1989);

maior flexibilidade, pois pode ser utilizado para presença-ausência (P-A) ou para quantificar o resultado (EDBERG, ALLEN, SMITH et al., 1990);

utiliza um número mínimo de equipamentos e não requer vidrarias (BERG, FIKSDAL, 1988);

apresenta resultado final em tempo mais curto (permitindo a aplicação mais rápida das medidas corretivas, se necessário), (FRICKER, COWBURN, WALTER, 1993);

possibilita utilização com a técnica da membrana filtrante ou tubos múltiplos (CETESB, 1992);

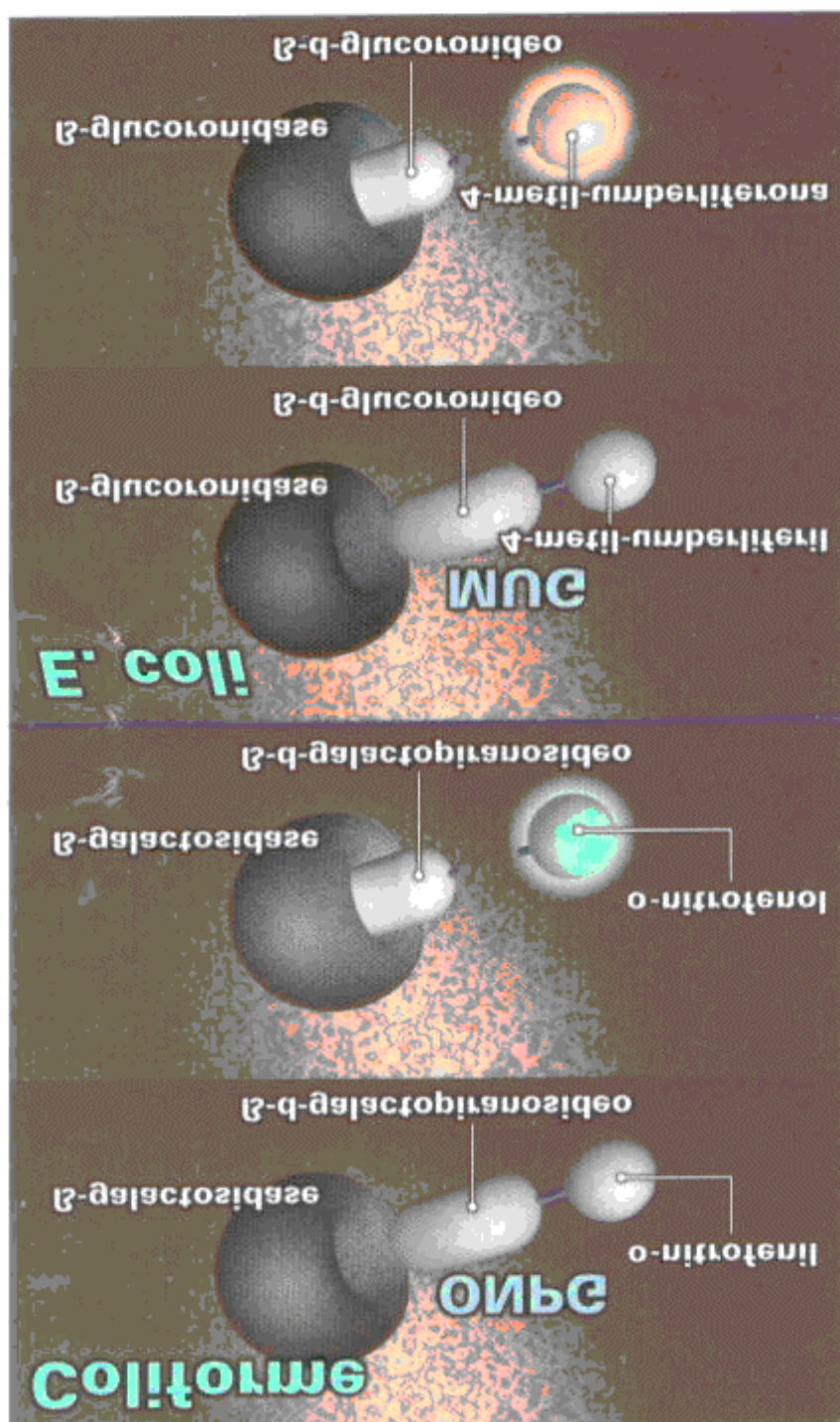
dispensa pessoal especializado na execução da análise;

aumenta a possibilidade de realizar a análise da amostra de água mais próximo do local evitando deslocamentos desnecessários para laboratório.

Apresenta limitações tais como: não deve ser utilizado para verificação de culturas com resultado presuntivo positivo na técnica dos tubos múltiplos ou Caldo P-A ou membrana filtrante, bem como em amostra de águas com pH ácido, as quais geram uma baixa fluorescência, necessitando a correção através da adição de um alcalinizante.

**Figura 3: Reagentes para o método cromogênico**

Fonte: Catálogo do fabricante IDEXX, 1999.



0

### 3.4-Desinfecção e Técnicas Especiais de Controle Bacteriológico da Água

A presença de qualquer tipo de organismo coliforme em águas tratadas sugere um

tratamento inadequado ou uma contaminação posterior da água tratada. A bactéria coliforme, seja total ou termotolerante, não deve estar presente em qualquer suprimento de água tratada. Infelizmente, os testes de determinação de coliforme são de alguma forma tediosos e consomem tempo, apesar de recentes simplificações do método que produzem resultados em 24 horas (JACOBS, ZEIGLER, REED et al., 1986). Na maioria das vezes, mesmo com o resultado do teste bacteriológico na mão, a água já foi consumida.

A desinfecção por cloro tem sido o mais importante processo para garantir a segurança bacteriológica de um sistema de abastecimento de água.

Com o propósito de controlar a qualidade da água, de uma forma mais ágil e com mais frequência, utilizamos testes para determinação dos níveis de turbidez e cloro residual. A turbidez interfere com a eficiência da desinfecção e muitos organismos indicadores patogênicos estão diretamente associados à matéria orgânica e inorgânica que compõe a turbidez. Por essa razão, a turbidez faz parte das regulamentações de água potável. Desta forma, foram desenvolvidos equipamentos eletrônicos que permite realizar essas análises em tempo real (on line) nos pontos de controle das ETA's (calha Parshall, entrada e saída dos filtros rápidos e após a câmara de contato e desinfecção).

A Portaria M.S./GM n.º 1469/00 - Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, limita o valor máximo de 1 UT na saída da ETA entretanto, admite 5 UT na água tratada encontrada na rede de distribuição; assim como estabelece o valor mínimo de 0,2 mg/l e máximo de 2,0 mg/l do teor de cloro residual presente na água distribuída.

A desinfecção final tem maior eficácia quando a água é submetida previamente a um tratamento para remoção da turbidez (OPAS, 1999) e, em particular as substâncias orgânicas são capazes de reagir e consumir o cloro (HESPANHOL, AZEVEDO NETTO, BOTELHO, 1982).

Se todos os processos de tratamento não são controlados ou falharem continuamente, somente uma supercloração permitirá obter uma desinfecção correta da água, porém com resultados que podem gerar sub-produtos tóxicos oriundos da desinfecção (CAMPOS, REALLI, DANIEL, 1999).

A aplicação de normas por procedimentos simples pode garantir a obtenção de água de boa qualidade (CARVALHO, MODENA, VIANA et al., 1984), porém dentre todas as normas, a desinfecção com cloro continua sendo prioritária e, deve-se dar preferência contra qualquer outro pós-tratamento de água com tecnologias altamente especializadas e caras (OPAS, 1999).

A maioria dos surtos e epidemias ocorrem na existência de falha de desinfecção nos sistemas de abastecimento de água. Desta forma, a vigilância em saúde deve realizar, rotineiramente, as análises de cloro residual para aferir de uma forma rápida a segurança ou

risco sanitário envolvido na água distribuída pelo sistema (OPAS, 1999).

A concentração do desinfetante químico (biocida) e o tempo de contato água-biocida são os principais elementos que determinam a boa desinfecção. A qualidade da água a ser tratada merece atenção para determinar-se a correta concentração e o tempo de contato (OPAS, 1999).

O produto da concentração residual de desinfetante (C) e o tempo de contato (T), ou CT em mg/l x minuto, associado com o pH e a temperatura, são utilizados para determinação do grau de inativação dos patogênicos na água. Essas associações estão se tornando base para a regulamentação da desinfecção nos EUA. Na atual regulamentação para água de consumo humano captadas na superfície, o organismo alvo principal é o protozoário *Giardia lamblia*, que exige um elevado valor CT para a inativação dos cistos (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992).

A tabela 7 indica os valores de CT associados para determinadas temperaturas, pH's, concentrações de cloro para os principais patogênicos. A inativação na casa dos dois dígitos (99,99%) requer a filtração antes da desinfecção. Na água potável, para consumo humano, captadas de fontes superficiais, a filtração é obrigatória antes da desinfecção para redução da turbidez com o intuito de retirar parte dos patógenos e exigir menos da desinfecção (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

**Tabela 7 - Quadro de resistência de microorganismos ao cloro com 99% de inativação**

| Organismo                                          | Temp. (° C) | pH  | Conc. de cloro(mg/l) | Valor CT <sup>1</sup> |
|----------------------------------------------------|-------------|-----|----------------------|-----------------------|
| <i>Escherichia coli</i>                            | 5           | 6,5 | 0,02-0,10            | 0,02                  |
|                                                    | 23          | 7,0 | 0,10                 | 0,014                 |
| (Enterovirus, Rotavirus, Adenovirus e Hepatite A). | 20          | 6,0 | 0,3-0,7              | 0,5-0,7               |
| <i>Giardia lamblia</i>                             | 5           | 7,0 | 2,0-8,0              | 25,5-44,8             |
|                                                    | 25          | 7,0 | 1,5                  | < 15                  |
| <i>Cryptosporidium parvum</i>                      | 25          | 7,0 | 80                   | 7200                  |

**Fonte: Adaptado por Sterling, 1990**

CT<sup>1</sup> é a concentração de cloro (mg/l) multiplicada por tempo de contato (minutos)

O Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995)

apresenta algumas técnicas especiais que estão sendo pesquisadas, conforme tabela 8, para aumentar a capacidade de determinação da presença de bactérias do grupo coliforme. Muitas técnicas exigem equipamentos de alta resolução e precisão que não estão ao alcance da maioria dos Sistemas de Abastecimento de Água e não oferecem resolutividade para o controle sistemático de qualidade de água.

**Tabela 8 –Técnicas Especiais para determinação de coliformes**

| <b>Técnicas</b>           | <b>Tempo de exame –horas</b> | <b>Sensibilidade células/ml</b> |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Radiometric               | 4-5                          | 2-20                            |
| Glutamate decarboxylase   | 10-13                        | 0,01 – 500.000                  |
| Electrochemical           | 1-7                          | 1.000.000                       |
| Impedance                 | 6-12                         | 200-1.000.000                   |
| Gas chromatographic assay | 9-12                         | > 50                            |
| Colorimetric              | 8-20                         | 5- 130.000                      |
| Potentiometric            | 3,5 – 15                     | 0,1 - > 10.000.000              |

**Fonte: Standard Methods for the Examination of water and wastewater,19 ed.**

Existem várias outras técnicas que utilizam parte dos métodos normatizados existentes e tentam acelerar o processo de crescimento e desenvolvimento de microrganismos, através de reagentes específicos e complexos procedimentos para execução das análises. Um exemplo é a detecção de Coliforme termotolerante através do radioisótopo marcador [ $^{14}$  C] Mannitol, como substrato no método da membrana filtrante com dois tempos e diferentes temperaturas de incubação (35° C por 2 horas seguido pela temperatura de 44,5° C durante 2,5 horas) além de exigir o uso de um espectrofotômetro (REASONER, GELDREICH, 1989).

Algumas técnicas aplicam métodos qualitativos para verificação de presença de contaminação da água através de reagentes modificados, como exemplo o uso do reagente (Oxoid 6M607) em frasco de vidro com tubo de Durham e equipamento de banho-maria, porém os resultados são apresentados depois de 48 horas do início da análise (FURNESS, HOLMES, 1987).

Outra técnica aplica um papel indicador para registrar a presença do gás H<sub>2</sub>S produzido pelos coliformes após a incubação (24 horas) na temperatura de 32° C, obteve bastante precisão quando comparado aos resultados apresentados por outros métodos (CASTILLO, G. DUARTE, R., RUIZ, et al., 1994).

A utilização dos colifagos como indicadores de presença de coliforme está ainda sob pesquisa para a confirmação de sua resolutividade conforme se apresenta no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

Um novo método rápido para detecção da bactéria *Escherichia coli* foi desenvolvido utilizando a enzima glutamate decarboxylase (GAD) para análise de águas

com a presença de traços de cloro residual e de águas naturais (RICE, JOHNSON, DUNNING, et al.,1993).

Outras técnicas tentam identificar novas formas de detecção de contaminação das águas tratadas, todavia o tempo para a realização da análise ainda é um fator que limita a aplicação da técnica pesquisada para a sua efetiva aplicação. A melhora da avaliação bacteriológica de uma água, tal como a análise de presença de bactérias heterotróficas, foi proposta através de uma pesquisa da identificação de uma bactéria pigmentada que é encontrada em redes de distribuição de água contaminada. O resultado final foi considerado altamente preciso, contudo o tempo total de análise foi de 7 dias em comparação com as 48 horas necessárias para a análise de bactéria heterotróficas (REASONER, BLANNON, GELDREICH et al., 1989).

### 3.5- Normas e Padrões de Potabilidade

No que tange à água de consumo humano, existem, em termos de legislação, um conjunto de valores máximos permissíveis das características físico-químicas e bacteriológicas, baseados em estudos toxicológicos resultantes da exposição do organismo aos agentes presentes na água e que constituem em fator de risco para a saúde humana.

As normas e o padrão são estabelecidos pelas autoridades sanitárias dos países por meio de leis, decretos ou regulamentos e podem variar de acordo com as condições de cada país. Utilizam-se como referência os valores definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que não tem caráter obrigatório e podem ser modificados pela autoridade sanitária do país segundo suas variáveis locais e/ou regionais relacionadas com aspectos econômicos, ambientais e sociais. A OMS estabelece esse padrão (OPAS,1995) através da avaliação de risco dos contaminantes físico-químicos, microbiológicos e radiológicos que não necessariamente estão presentes em sua totalidade em todos os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA). Por essa razão, segundo a OMS, ao estabelecer padrão de potabilidade, cada país deve realizar estudos criteriosos levando em consideração suas características hidrogeológicas e as atividades humanas desenvolvidas em seu território priorizando a proteção da saúde coletiva (OLIVEIRA LIRA,2000) .

Na Comunidade Européia Integrada, no qual fazem parte quinze países membros, encontramos a Diretiva n.º 80/776/EC- Quality of water intend for human consumption (EEC, 1980), que estabelece os parâmetros de referência mínimos, além de apresentar as frequências mínimas de amostragem para regulamentação em cada país membro pela autoridade nacional competente. Cada país pode estabelecer valores mais exigentes como por exemplo os parâmetros bacteriológico apresentados na tabela 9. Esta Diretiva está em vias de ser revisada para incorporar as inovações científicas desde os anos 80, devendo ser dividida em parâmetros microbiológicos, químicos e indicadores, sendo que o parâmetro

indicador representará o "gatilho" no que refere a mudança da qualidade da água de consumo para iniciar a ação da saúde pública.

**Tabela 9 - Resumo dos padrões microbiológicos para água de consumo humano nos países membros da Comunidade Européia**

| País                        | Coliforme total /100ml                      | Coliforme fecal/100ml                       | Streptococcus fecal/100ml | Clostridium reductor de sulfito | Contagem de colônia 37°- 48 horas | Contagem de colônia 22°- 72 horas                            |
|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Diretiva 80/778/EC          | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Áustria água s/ desinfecção | 0 (95%) (Obs 1)                             | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Áustria água c/desinfecção  | 0 / 250 ml (Obs.2)                          | 0 / 250 ml                                  | 0 / 250ml                 | 0 / 50ml                        | GV 5                              | GV10                                                         |
| Bélgica                     | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | 0 / 20 ml                       | -                                 | -                                                            |
| Dinamarca                   | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | 0 / 50ml                        | GV 20                             | GV 100- 21°C<br>GV 50- s/desinfecção<br>GV 10- c/desinfecção |
| Irlanda                     | 0 (NMP< 1)                                  | 0 (NMP< 1)                                  | 0 (NMP< 1)                | < 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Finlândia                   | < 1 (95%)                                   | < 1 ( <i>E. coli</i> )                      | < 1 (37°C-48 horas)       | < 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| França                      | 0 (95%) (Obs 3)                             | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | ≤ 20(37° C-24 horas)              | ≤ 100(22° C-72 horas)                                        |
| Alemanha                    | 0                                           | 0 ( <i>E.coli</i> )                         | 0                         | -                               | ≤ 100 ( 36 ± 1° C-44±4 horas)     | ≤ 100 (20° ± 2° C-44±4 horas)<br>≤ 20 - pós desinfecção)     |
| Grécia                      | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Itália                      | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | 0/ 100ml                        | GV 10- 36° C                      | GV 100                                                       |
| Luxemburgo                  | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | 0/ 20 ml                        | GV 2 (pós ETA)<br>GV 10( rede)    | GV 20 (pós ETA)<br>GV 100- 20° C (rede)                      |
| Holanda                     | < 1/ 300 ml (pós ETA)<br>< 1 / 100ml (rede) | < 1/ 300 ml (pós ETA)<br>< 1 / 100ml (rede) | 0                         | 0/ 100 ml                       | < 10 (rede)                       | < 100 (rede)                                                 |
| Portugal                    | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Espanha                     | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Suécia                      | 0 (95%)                                     | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | GV 10                             | GV 100                                                       |
| Reino Unido                 | 0 (95%)<br>0 (pós ETA)                      | 0                                           | 0                         | ≤ 1/ 20 ml                      | Não significativo                 | Não significativo                                            |

**Fonte : Extraído do texto.Drinking water quality regulation - A European Perspective- Waite, W M. - livro Coliforms and E. coli- Problem or Solution ?. University of Leeds,1997.312 p.**

Obs. 1 - Padrão adicional microbiológicos- *Pseudomonas aeruginosa* - 0 / 100 ml;

Obs. 2 - Padrão adicional microbiológicos- *Pseudomonas aeruginosa* - 0 / 250 ml;

Obs. 3 - Padrão adicional microbiológicos - patogênicos incluindo Salmonella - 0/ 5 litros, Enterovirus - 0/ 10 litros e Staphylococcus patogênica - 0/100 ml.

Obs .4 - GV = Valor Guia

No Brasil, as normas e o padrão de potabilidade são regulamentados através de

Portaria do Ministério da Saúde, que estabelece níveis máximos permitidos para as características da água de consumo humano, os quais devem ser observados em todo o território nacional. A primeira norma e padrão de potabilidade nacional - Portaria n.º 57/Bsb- foi estabelecida em 1977, a segunda norma - Portaria n.º 36/90 está sendo utilizada até que passe a vigorar integralmente a terceira norma de potabilidade - Portaria n.º 1469, de 29 de dezembro de 2000.

Todas as Portarias referentes a normas e padrão de potabilidade de água, foram oriundas do Decreto n.º 79.367, de 9 de março de 1977, que autorizou o Ministério da Saúde a estabelecer o padrão "... a serem observados em todo o território nacional. ", assim como determinava em seus artigos a fiscalização e controle da norma, a indicação para financiamento à melhoria dos serviços de controle de qualidade da água e a capacitação de recursos humanos. Destacamos abaixo alguns artigos referente ao Decreto n.º 79.367/77:

artigo 6º- que obrigava as Secretarias Estaduais de Saúde "... manter um registro permanente de informações sobre a qualidade da água dos sistemas de abastecimento público, bem como fornecer ao Ministério da Saúde... as informações de que trata este artigo, notificando imediatamente a ocorrência de fato epidemiológico que possa estar relacionado com o comprometimento da qualidade da água fornecida ..."; artigo 9º- que determinava que compete ao Ministério da Saúde estabelecer normas sanitárias sobre "... I - proteção de mananciais, II- serviço de abastecimento público de água, III- instalações prediais de água e IV- controle de qualidade da água dos sistemas de abastecimento publico..." (SENADO FEDERAL,1997,p.474).

Passados mais de vinte e três anos, podemos perceber que o fluxo de informações a que refere o artigo 6º ainda não foi implantado e que somente foi elaborado uma norma sanitária - Portaria Federal n.º 443/Bsb de 03 de março de 1978 - referente aos requisitos sanitários de projeto, construção, operação e manutenção dos SAA .

A nova Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, Portaria n.º 1469, de 29 de dezembro de 2000, alterou e incorporou, em relação à anterior, os seguintes aspectos:

- definição mais clara das competências e responsabilidades dos prestadores públicos e privados que operam SAA ;
- reconhecimento da existência de soluções alternativas de abastecimento de água e adotando procedimentos de controle e vigilância dos mesmos;
- garante ao consumidor o direito de ter acesso as informações de qualidade de água prestadas pelo SAA e pela autoridade pública competente;
- competência do município em realizar a vigilância da qualidade de água em consonância a legislação do Sistema Único de Saúde (SUS);

define critérios diferenciados de amostragem entre mananciais superficiais e subterrâneo e adota um enfoque sistêmico de análise desde o manancial até o consumo;

foram excluídos nove parâmetros, mantidos vinte e um, catorze tiveram seus limites reduzidos e acrescidos cinco novos parâmetros;

exigência de tratamento por filtração de água oriunda de manancial superficial e desinfecção de toda a água destinada ao consumo humano;

incorporação do parâmetro de turbidez como indicador de natureza sanitária e aumento do número de amostras bacteriológicas, principalmente, em cidades com populações de até 50.000 habitantes observando o número mínimo de 10 análise /mês e o superior de 1000 análise /mês;

recomenda análises e procedimentos relacionadas a presença de algas tóxicas e parasitas; adoção da bactéria *Escherichia coli* como indicador fecal de qualidade bacteriológica.

### 3.6 - Controle de Qualidade de Sistemas de Abastecimento de Água

A existência de um programa de controle de qualidade da água é essencial para a operação de qualquer sistema de abastecimento de água, não somente na estação de tratamento, mas em todo sistema, por ser uma medida de necessidade para a garantia da saúde da população. O controle da qualidade da água é uma atividade de caráter dinâmico, e que deve ser exercido nos sistemas de abastecimento de água tanto no meio urbano como no meio rural.

O controle da qualidade da água não deve se restringir somente a verificar por meio de exames e análises físico-químicas e bacteriológicas, se a mesma está preenchendo os padrões de potabilidade regulamentares, mas deve se estender a outros aspectos ligados ao projeto, construção, operação e manutenção do sistema de abastecimento de água.

Neste sentido, um sistema de abastecimento de água pode ser considerado como uma indústria de transformação e desta forma podemos aplicar os conceitos de processo produtivo a “água potável” para identificarmos as fases de controle (BATALHA, 1977):

**Tabela 10 - Analogia entre uma indústria de transformação e um SAA**

| Fase de Controle | Etapas do Sistema de Abastecimento de Água |
|------------------|--------------------------------------------|
| Fonte            | manancial                                  |
| Extração         | captação                                   |
| Transporte       | adução de água bruta                       |
| Transformação    | tratamento <sup>1</sup>                    |
| Embalagem        | embalagem <sup>2</sup>                     |
| Transporte       | adutora de água tratada                    |
| Armazenamento    | reservação                                 |

Distribuição

redes de distribuição

Consumo

consumo

**Fonte: Extraído do livro - Controle da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais.CETESB,1977.**

Observações:

tratamento<sup>1</sup>- O tratamento de água bruta é uma forma de transformação para torná-la potável para o consumo humano, pois compreende a retirada e adição de substâncias da matéria prima por meio de utilização racional de fenômenos físicos, químicos e biológicos.

embalagem<sup>2</sup>- O conceito de embalagem considera que a mesma deve possuir características especiais de acondicionamento para manter sua qualidade; no caso de água tratada nos sistemas de distribuição, podemos considerar tal como: presença de cloro residual ( evitar a deterioração do produto), manutenção da pressão mínima nas redes de distribuição e valores de pH entre outros fatores.

Desta forma a qualidade é representada por um conjunto de características denominadas características de qualidade.

Qualidade de água para consumo humano significa conhecer, estabelecer, estudar ou controlar o conjunto de características que fazem (ou não) com que ela seja considerada adequada para consumo humano; conhecer essas características com o objetivo de saber quais são e porque representam a condição pretendida; estabelecê-las para evidenciar a opção por determinada qualidade; estudá-las, a fim de aperfeiçoar seu conhecimento e, controlá-las, visando garantir sua adequação ao consumo humano.

Para que um processo produtivo possa produzir produtos com a qualificação estabelecida de forma contínua e consistente ao longo do tempo, é necessário que o processo produtivo esteja sob controle. A condição básica para que um processo produtivo esteja sob controle é que não haja causas assinaláveis (BATALHA, 1977). As causas assinaláveis fazem com que o processo produtivo saia de controle, comprometendo totalmente a qualidade do produto, por exemplo: em uma estação de tratamento de água (ETA) temos respectivamente: produto - água filtrada e como causas assinaláveis - rachaduras na tampa do reservatório de distribuição e desnivelamento das calhas de coleta de água decantada.

O objetivo do controle da qualidade da água é procurar manter as condições que fazem com que o sistema de abastecimento produza água potável; desta forma só existe controle após a eliminação das causas assinaláveis detectadas (BATALHA, 1977).

Como a continuidade e consistência ao longo do tempo da qualidade da água são fatores fundamentais para o estado de saúde da população e, considerando a dificuldade de

interrupção do abastecimento, com muito razão, um sistema de abastecimento de água deve estar sob controle permanente (WHO,1994).

Não devemos confundir controle de qualidade com obtenção da qualidade; esta é inerente ao produto e prevista nos processos produtivos e distributivos, pois o controle não agrega qualidade ao produto. A qualidade é obtida em todas as fases, desde a matéria - prima até o consumo. No caso da água para consumo humano, sua qualidade é obtida desde o manancial, passando pela captação, recalque, adução, tratamento e distribuição (BATALHA, 1977).

O produtor é o responsável pela qualidade e não o setor de controle de qualidade. Somente o setor de operação do sistema de abastecimento de água é que está envolvido diretamente com as instalações que irão ou não produzir a qualidade estabelecida. Portanto a responsabilidade pela qualidade é desse setor; o setor de controle de qualidade funciona como avaliador das condições de funcionamento do sistema.

A inexistência efetiva do controle de qualidade de água acaba gerando em muitos sistemas de abastecimento de água uma atividade pontual e isolada do todo, ocasionando somente um produto final - relatório de análise de laboratório. Devemos registrar a existência de uma idéia errônea que considera a execução das análises de laboratório como se estas fossem um fim, quando na realidade não passam de um meio (BATALHA,1977).

É evidente que se faz necessária a execução de análises de laboratório para conhecer a qualidade da água produzida e distribuída. Todavia, é fundamental que sua execução e os dados obtidos sejam compatíveis com o objetivo a alcançar: corrigir as falhas do sistema que fazem com que a qualidade da água não satisfaça aos requisitos estabelecidos. Desta forma se os dados não forem obtidos e utilizados de forma a permitir a informação pretendida, perdem sua razão de ser.

No controle de qualidade da água para consumo humano a amostragem é estratégica, baseada no critério fundamental que é amostrar o sistema de forma a maximizar a probabilidade de descoberta de causas assinaláveis. Em vista disso, a qualidade da água distribuída deve ser rotineiramente controlada através de exames físicos, análises químicas e exames bacteriológicos, completados com inspeção sanitária. Para alcançar este objetivo é essencial ter pessoal habilitado, equipamentos, procedimento de coleta e análises sendo realizadas através de métodos padronizados (APHA, 1995).

O número de amostras deve representar a população abastecida assim como a distribuição da frequência de coleta/análise ao longo do mês, conforme preconiza a legislação específica - Portaria GM n.º 1469/2000 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000) .

Neste sentido a aplicação de regulamentos e/ou padrões de qualidade da água deve ser aplicada de forma abrangente, pois "... impõe-se que os padrões de potabilidade não

mais sejam resumidos, estatisticamente, num quadro de valores numéricos. A água de nossas torneiras é o resultado de um conjunto de operações e qualquer falha, numa delas, provocará alterações na sua qualidade. Por isso, seria mais justo, modernamente, considerarem-se padrões de serviços, em vez de verificar meramente se uma amostra insignificante está enquadrada dentro dos limites, mais ou menos rígidos, de uma norma ou regulamento. Lembremo-nos de que a água potável é um produto industrial e que, como tal, depende das condições da matéria prima, do equipamento, do pessoal, etc. Para se obter constância na boa qualidade é necessário que todos esses fatores concorram convenientemente”...“ o controle esporádico do produto acabado não é suficiente; indispensável se torna a vigilância constante, acompanhando todas as fases de preparação e a previsão de alterações dos processos, adequadas a uniformes elaborações das diversas composições prováveis da matéria bruta...(CAPOCCHIO, 1962, p.29)”.

Avançando no tempo encontramos a mesma concepção sobre o controle de qualidade da água em sistemas de abastecimento, “...nenhuma análise química ou bacteriológica de amostra de água, sem importar com a minuciosidade que se efetue, pode substituir o conhecimento total das condições que existem na fonte e no sistema de abastecimento de água, a conveniência do tratamento e a idoneidade e desempenho dos operadores. As amostras representam um ponto definido no tempo e os resultados das análises se traduzem em posterioridade aos fatos. As inspeções sanitárias devem ser realizadas com regularidade por pessoal do organismo prestador do sistema de abastecimento de água e por pessoal do organismo encarregado da vigilância...” (OPAS, 1995, p.29).

Um programa de qualidade da água deveria realizar exames e análises de água, em todas as partes do sistema, pois este cuidado permitiria um melhor controle da qualidade da água além de permitir a correção do processo de tratamento tornando-o mais eficiente, econômico e seguro.

Esses cuidados vem em encontro ao principio básico do saneamento, segundo que “... a inobservância de detalhes mínimos nas medidas de saneamento, coloca-nos em grande risco de adoecermos...” ( CYNAMON, 1975).

Para que um sistema de abastecimento de água possa produzir seu produto “água potável” deverá atentar para os seguintes pontos:

- as características de qualidade da água do manancial sejam compatíveis com os processos de tratamento economicamente disponíveis;
- os parâmetros da qualidade da água bruta se mantenham suficientemente estáveis, ao longo do tempo; isto implica que se realize o controle do manancial;
- o sistema seja projetado, construído, operado e mantido de forma a prover as

condições que irão possibilitar a obtenção de água adequada.

“A função de uma estação de tratamento de água (ETA) é produzir e garantir a todo instante água de qualidade para consumo humano...” “...para garantir esta função nobre da saúde pública, o projeto deve sempre estar subordinado à operação, pois deixando esta última de ser levada a efeito, adequadamente, não serão atingidos os objetivos desejados, isto é, a produção de uma água de qualidade satisfatória e garantida, além do mais baixo custo de operação. Deve pois, o projeto facultar o preenchimento de tal finalidade, ao mesmo tempo que reduzir ao máximo as possibilidades de produção de uma água de má qualidade. Em outras palavras, não é bastante prover a ETA com os requisitos indispensáveis à obtenção de uma água de qualidade garantida, mas projetá-la de modo a limitar ao mínimo os perigos de mau efluente em consequência de erros de operação...” (HARDENBERGH, 1955, p.252).

A maioria das empresas públicas de sistema de água e esgotos no Brasil, apresentam grandes dificuldades institucionais de financiamento para investimento, isto se reflete principalmente nas tarifas que ficam abaixo dos custos previstos para a prestação dos serviços e não são cobrados de forma uniforme. Com isso, existe a tendência de que a zona urbana formal das cidades recebam água potável regularmente e com qualidade em detrimento da periferia (BIO, 2001).

“A baixa arrecadação e a falta de investimento por parte dos poderes públicos impedem a expansão dos serviços a áreas desassistidas (baixo padrão), ainda limitando os gastos com manutenção e controle de qualidade. Como resultado, parte da população recorre a outros meios para obter água potável. Alguns se arriscam a consumir águas de nascentes contaminadas ou poços freáticos e, a médio prazo, têm grandes gastos com a saúde. Outros recorrem a conexões clandestinas na rede pública de abastecimento” (NETTO, 2000, p.10). No Estado do Rio de Janeiro, este quadro apresenta-se até na Região Metropolitana, pois devido à falta de continuidade, por sucessivos Governos, na ampliação e melhoria do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana (ETA Guandu), responsável por mais de 75% do atendimento da Região, registram-se déficits no atendimento à população refletindo assim na qualidade de água potável distribuída aos usuários do sistema e a adoção de alternativas de abastecimento de água para a população não atendida. Essas condições acabam acarretando o consumo pela população de uma água contaminada, conforme pesquisas tais como Qualidade de Água enquanto indicador de impacto de Ações de Saneamento na Saúde e qualidade de vida (HELLER, MORAES, MONTEIRO et al, 1997) e levantamentos de campo (BARCELOS, BARBOSA, PINA, 1997), (d'AGUILA, ROQUE, 2000).

A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), órgão ambiental do Estado do Rio de Janeiro, no ano de 1977, estabeleceu um convênio com a

Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE) para controlar a qualidade da água consumida pelos usuários de seus sistemas de abastecimento de água; esse controle se dava através de coleta mensal de amostras da rede de distribuição para determinação dos parâmetros bacteriológicos e do teor de cloro residual.

A FEEMA utilizou na época a legislação de potabilidade de água em vigor, Portaria nº56/Bsb-14/março/1977, sendo que a maior parte das amostragens mensais foi realizada nos sistemas de maior porte tais como: Guandu (Região Metropolitana), Laranjal (São Gonçalo e Niterói), Juturnaíba (Região dos Lagos) e na cidade de Campos dos Goitacazes. O resultado final anual indicava se os municípios, onde houve a série de amostragens mensais, apresentavam condições de receber a certificação da qualidade por parte do órgão ambiental.

Várias violações mensais das normas de potabilidade e dificuldade de manter o número de amostras mensais em alguns municípios, foram fatores que prejudicaram a avaliação anual de qualidade (FEEMA, 1990).

Em 1988, outro programa de monitoramento importante realizado pela FEEMA, consistiu em realizar uma determinação dos parâmetros tóxicos da água bruta do Rio Paraíba do Sul que atravessa várias regiões do Estado e a avaliação operacional do tratamento das respectivas ETAs que se utilizavam do manancial no que se refere a qualidade da água tratada.

Na bacia do rio Paraíba do Sul foi realizado o levantamento do Guandu (Região Metropolitana) e mais onze ETAs compreendendo os municípios de Resende, Barra Mansa, Volta Redonda, Pirai, Barra do Pirai, Vassouras, Três Rios, São Fidélis e Campos dos Goitacazes. Do total das doze ETAs estudadas, seis eram operadas pelos próprios municípios e as outras pela CEDAE.

Foi realizada também nesta pesquisa a avaliação da ETA Juturnaíba, na época operada pela CEDAE, que abastecia os municípios da Região dos Lagos.

Uma das conclusões deste programa, ao longo do rio Paraíba do Sul, foi a identificação da violação do padrão de potabilidade da água através do composto benzo(a)pireno em seis ETAs causando o fechamento/transferência da fábrica PROTEC - Produtos Químicos em Barra Mansa pela Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA. Foi encontrada também a presença de metais tais como: cádmio, alumínio, chumbo e mercúrio além de compostos aromáticos ( fenóis ).

Na água bruta da Lagoa de Juturnaíba foram encontradas violações dos padrões de cádmio, cobre e mercúrio e na água tratada descobriu-se trihalometano causado pela operação de tratamento (pré-cloração) conjugado com a grande quantidade de vegetação encontrada no manancial.

No que se refere às questões operacionais das doze ETAs estudadas, concluiu-se nesse relatório que: “... de um modo geral, as ETAs apresentam sérios problemas de operação, refletindo pelos valores de pH, cor, turbidez e alumínio fora dos padrões recomendados...” e “...foi verificada a falta de manutenção geral, o descuido na operação e a forma de tratamento. Todas as ETAs têm problemas nos processos de coagulação/decantação...”(FEEMA, 1991).

Infelizmente após 1990, devido ao enfraquecimento do órgão ambiental do Estado, decorrente de cortes orçamentários feitos por sucessivos Governos, a FEEMA não teve mais como executar de forma marcante esta importante e fundamental ação de vigilância ambiental em saúde.

Nos dias de hoje, no Rio Grande do Sul existe grande preocupação com a situação do saneamento e da qualidade de água consumida pela população, levando a Associação Gaúcha de Empresas de Obras de Saneamento (AGEOS) a desenvolver um levantamento para o projeto “RS 100% Água”. Segundo o presidente da AGEOS: “.. o empresariado brasileiro que atua na área de saneamento precisa se envolver mais no debate e na busca de soluções para as questões mais importantes do setor. E o primeiro passo é identificar a extensão do problema...” e “... com esse projeto a entidade também pretende chamar a atenção para os verdadeiros números do saneamento, acrescentando que pouca gente sabe que no Rio Grande do Sul - e certamente o resto do país não é diferente - há mais de 1,5 milhão de pessoas bebendo água sem controle de qualidade e que alguns municípios têm ainda índices elevados de mortalidade infantil e sistemas muitos precários de abastecimento de água... (HIRANO, 2000, p.6).”

Reforçando a posição pública assumida pela AGEOS (isolando o interesse estritamente empresarial/ comercial que possa estar embutido) que conclama a participação da sociedade na necessidade de compreender, avaliar e cobrar das autoridades constituídas as melhorias das condições do ambiente que afetam as condições da vida nas cidade; a Organização Pan-Americana de Saúde Pública vem estimulando e desenvolvendo a participação de entidades organizadas nas cidades para a implantação do conceito de Atenção Primária Ambiental levando-as a adotar uma visão integrada das interfaces do meio ambiente e as intervenções antrópicas (OPAS, 2000).

Uma das questões abordadas na Atenção Primária Ambiental (OPAS, 2000) diz respeito à avaliação das condições do abastecimento de água; acreditamos que esta avaliação levará, na maioria das vezes, a identificar a contínua falta de investimento/manutenção dos serviços de abastecimento de água na maior parte das cidades, algumas das quais refletindo na qualidade de água fornecida à população(WHO,1994). Por exemplo, as interrupções de fornecimento “misteriosas”, são resultados da prática freqüente de rodízios da água de várias seções da rede de distribuição

em zonas de escassez de água que associada ao estado precário de conservação da rede de esgoto, aliado a falta de manutenção/limpeza da rede de distribuição causam a contaminação da água potável quando retorna a abastecer o consumidor (MORAES,BORJA,TOSTA,1999).

“Os bairros pobres e nas zonas marginais e/ou periféricas de grande crescimento, apresentam problemas especiais quanto à manutenção da qualidade da água potável. Isto ocorre mesmo considerando que essas zonas podem estar incluídas em um sistema de distribuição, pois os fatores tais como: a densidade da população, a falta de ligações hidráulicas às casas , o serviço intermitente, a pressão baixa , os vazamentos e a falta de rede de esgoto podem tornar perigosa a água distribuída. Será sempre preciso dar prioridade à expansão do abastecimento de água potável a essas zonas periféricas , assim como, se requer uma maior vigilância sobre elas...” (OPAS, 1985, p.11).

Quando não conta com água distribuída por rede, a população pode recorrer ao consumo de água subterrânea contaminada , águas superficiais não protegidas, água distribuída por caminhões pipas e a ligação clandestina no sistema de distribuição mais próximo, mediante formas irregulares que representam um grande risco de contaminação para o sistema de distribuição.

Um dos principais problemas nos sistemas de abastecimento de água, está relacionado com a modificação da qualidade da água nas redes de distribuição (BABBITT, 1952), devido a várias condições da rede tais como:

Corrosão das tubulações;

Lavagem, na qual desloca a matéria orgânica externa;

Ingresso de organismos vivos ou sujeiras através de vazamentos;

Conexões cruzadas com águas poluídas;

Crescimento retardado de microorganismos;

Dissolução de metais em contato com a água;

"A deterioração da qualidade da água pós-tratamento pode ser mais sutil, desanimadora e mais difícil de corrigir do que as características da água bruta" (BABBITT, 1952, p.226).

Muitas das alterações da qualidade da água existente nas redes de distribuição estão associadas às falhas de controle operacionais das ETAs que ocasionam modificações das condições físicas e químicas da água produzida tais como: falta de verificação da turbidez final da água tratada, aumento do pH e redução e/ou excesso da dosagem de cloro . Essas alterações ocorrem com mais intensidade nos períodos chuvosos das estações do ano.

A Constituição Federal de 1988, aumentou os direitos dos cidadãos e posteriormente, através do Código de Defesa do Consumidor- Lei n.º 8078 de 11/9/1990, garantiu aos usuários um direito de questionar sobre a qualidade de um produto e/ou serviço ofertado. Nesta ótica, o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC) ao final do ano de 2000, realizou em três estados (São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná) um levantamento sobre a qualidade da água ofertada pelos Concessionárias Estaduais, Empresas Públicas Municipais e Serviços Privatizados de Sistemas de Abastecimento de Água. O resultado final, nos estados, foi a identificação de contaminação bacteriológica, falta de cloro residual e alteração das características físico-químicas da água recebida pelos consumidores em suas casas (ESTUDO,2001).

A Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento - ASSEMAE que congrega cerca de 1200 municípios, que opera seu próprio sistema de saneamento, e tem trabalhado muito para capacitar os municípios no desenvolvimento das ações de saneamento, reconhece “... outro problema é a qualidade da água servida à população...” (COSTA, MELO , 1997, p.7).

Não foram encontrados registros de surtos e epidemias de doenças de veiculação hídrica causados diretamente por problemas de operação de sistemas de abastecimento de água, sendo identificados somente dados epidemiológicos. No Brasil, o último caso registrado com mortes está associado à presença de algas cianofíceas no sistema de abastecimento de água da cidade de Caruaru, Pernambuco, em 1996; em que a água foi utilizada para realizar procedimentos de hemodálises em pacientes renais crônicos causando diretamente a morte de 50 desses por intoxicação por algas microcistinas (AZEVEDO,1996).

Nos Estados Unidos, estudos de epidemias veiculadas por água em sistemas de abastecimento de água, entre 1946 -1980, tiveram as seguintes causas:

1. Uso de água superficial tratada ou não tratada;
2. Uso de água subterrânea não tratada;
3. Tratamento interrompido ou inadequado;
4. Problemas na rede de distribuição;
5. Outros

Neste estudo, conclui-se que mais de 80% das epidemias foram associadas com deficiências no tratamento ou falhas na distribuição de águas (LIPPY, WALTRIP, 1984).

Em outra pesquisa realizada por Craun<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Gunther F. Craun- Enfermedades transmitidas por el agua en EUA,1996.

(OPAS, 1996) apresentadas nas tabelas 11,12,13 e 14 a seguir, procurou-se determinar com mais detalhes os agentes patogênicos associados, o número de pessoas afetadas e as percentagem das causas dos surtos de doença de veiculação hídrica no período compreendido entre 1971 a 1992, nos EUA.

**Tabela 11 – Surtos de enfermidades transmitidas pela água nos EUA por tipo de sistema de água 1971-1992**

| Sistema de água<br>(a) | Surtos<br>(b)     | Casos<br>de Enfermidades<br>(c) | Casos Hospitalizados<br>(d) | Mortes<br>(e) |
|------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Comunitário            | 255 (37%)         | 108727                          | 415 (d)                     | 7             |
| Não comunitário        | 286 (42%)         | 49375                           | 652                         | 2             |
| Individual             | 71 (10%)          | 1066                            | 43                          | 3             |
| Recreativo             | 72 (11%)          | 4990                            | 60                          | -             |
| <b>Total</b>           | <b>684 (100%)</b> | <b>164158</b>                   | <b>1170</b>                 | <b>12</b>     |

**Fonte :**Extraído do texto *Enfermedades transmitidas por el agua en EUA- CRAUN, Gunther F. - livro . La calidad del agua potable en América Latina. Washington: OPAS, ILSI,1996.222 p .*

**Observação:**

(a)- A classificação se dá conforme Safe Drinking Water Act 92-523 e corresponde:

Comunitário - São serviços que abastecem cidades grandes ou pequenas. Pode atender até estacionamento de trailer com o mínimo de 25 pessoas durante todo o ano ou 15 ligações de águas;

Não Comunitário - Devem abastecer regularmente, pelo menos, 25 pessoas durante 60 dias no ano ( incluem instituições, indústrias, acampamentos, parques, hotel e estacionamento de serviços que dispõe de próprio serviço de abastecimento para uso de empregado e público em geral);

Individuais - Utilizados em áreas sem sistema ou por viajantes-excursionistas;

Recreativo - Incluem os que produzem água para atividades recreativas ou náuticas.

(b)- Excluído o surto de *Cryptosporidium* em Milwaukee, Wisconsin, 1993, com mais de 400.000 casos de diarreia aquosa.

(c)- Dos casos hospitalizados 56% foram causados por agentes patogênicos bacterianos (*Shigella* e *S. typhi*).

(d)- Dos 415 casos hospitalizados, oriundo dos sistemas comunitário, 52% foram causado por contaminação na rede de distribuição.

(e)- Das mortes ocorridas, 4 ocorreram em um surto por *E.coli*, 2 anções no surto de *Shigellose* e 2 pessoas por ingestão de água de poço com arsênico.

**Tabela 12 - Causas de surtos de enfermidades transmitidas pela água nos EUA 1971-1992**

| <b>Causa do surto</b>                                  | <b>Sistema de água comunitário</b> | <b>Outros sistemas de água</b> |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Contaminação do sistema de distribuição                | 29%                                | 7%                             |
| Desinfecção inadequada de água superficial sem filtrar | 24%                                | 8%                             |
| Desinfecção inadequada de água subterrânea             | 14%                                | 30%                            |
| Água subterrânea sem desinfecção                       | 11%                                | 42%                            |
| Filtração inadequada de água superficial               | 11%                                | 1%                             |
| Causas desconhecidas                                   | 5%                                 | 6%                             |
| Dosagem química inadequada                             | 3%                                 | 1%                             |
| Água superficial sem tratamento                        | 2%                                 | 5%                             |
| Filtração inadequada de água subterrânea               | 1%                                 | 0%                             |
| <b>TOTAL</b>                                           | <b>100%</b>                        | <b>100%</b>                    |

**Fonte:** Extraído do texto *Enfermedades transmitidas por el agua en EUA- CRAUN, Gunther F. - livro . La calidad del agua potable en América Latina. Washington: OPAS, ILSI,1996.222 p .*

**Tabela 13-Etiologia dos agentes identificados com mais freqüência nos EUA nos surtos de enfermidades contagiosas transmitida pela água 1971-1992**

| <b>Agente etiológico</b>      | <b>Surtos</b> | <b>Casos de enfermidade</b> |
|-------------------------------|---------------|-----------------------------|
| <i>Giardia lamblia</i>        | 118           | 26.733                      |
| <i>Shigella</i>               | 57            | 9.967                       |
| Vírus do tipo Norwalk         | 24            | 10.908                      |
| Hepatite A                    | 29            | 807                         |
| <i>Campylobacter</i>          | 13            | 5.257                       |
| <i>Salmonella</i>             | 12            | 2.370                       |
| <i>Cryptosporidium parvum</i> | 7             | 17.194                      |
| Todos os demais (*)           | 23            | 4.243                       |
| <b>Total</b>                  | <b>283</b>    | <b>77.470</b>               |

(\*)-*E. coli* toxinogenica, *Yersinia*, rotavirus, *S.typhi*, *V.cholerae* e outros

**Fonte:** Extraído do texto *Enfermedades transmitidas por el agua en EUA- CRAUN, Gunther F. - livro . La calidad del agua potable en América Latina. Washington: OPAS, ILSI,1996.222 p .*

**Tabela 14 - Taxa de surtos de enfermidades transmitidas pela água atribuída à contaminação das fontes e deficiências do tratamento dos serviços de água comunitários que utilizam água superficial nos EUA 1971-1992**

| <b>Tratamento de água</b>            | <b>Surtos de enfermidade / 1000 sistemas</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| Água superficial sem tratamento      | 40,0 (14,7 – 87,2)*                          |
| Somente água superficial desinfetada | 46,0 (35,3 – 58,9)*                          |
| Água superficial tratada             | 5,9 (3,9 – 8,6)*                             |

\* margem de confiabilidade: 95%

**Fonte:** Extraído do texto *Enfermedades transmitidas por el agua en EUA- CRAUN, Gunther F. - livro . *La calidad del agua potable en América Latina*. Washington: OPAS, ILSI,1996.222 p .*

#### **4– SISTEMA DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL EM SAÚDE**

##### **4.1- Vigilância Ambiental em Saúde**

A saúde é definida como a condição essencial à qualidade de vida humana, produzida por fatores intrínsecos e extrínsecos aos indivíduos, sendo os fatores intrínsecos os atributos dos indivíduos e os fatores extrínsecos aqueles relativos ao ambiente, às questões políticas, econômicas e socioculturais e também aos aspectos da interação com fatores físicos, químicos e biológicos, conforme figura 4.

O controle e o monitoramento da qualidade da água consumida por uma população está evidentemente relacionada a sua saúde(HELLER,1997).

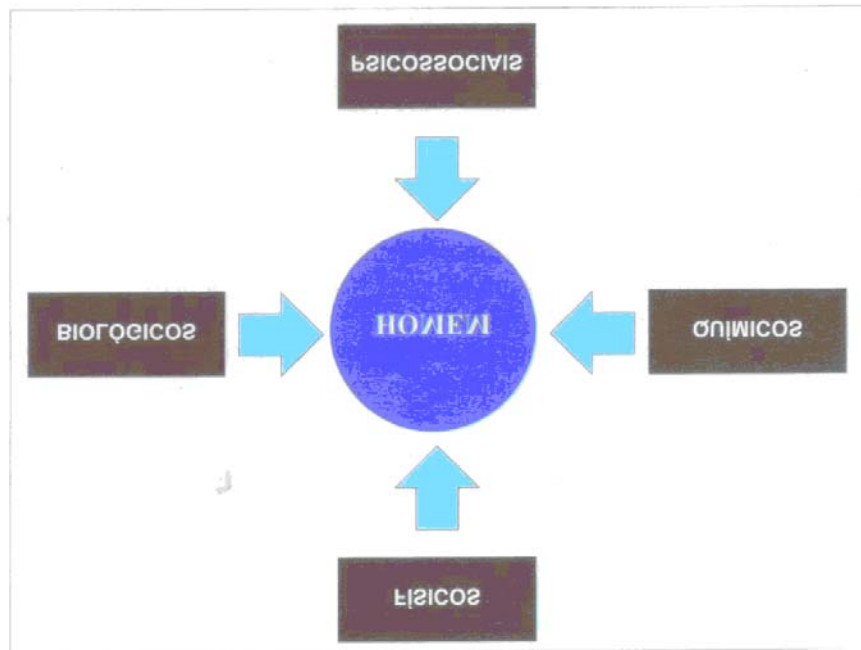
A saúde e a doença são processos. O homem está em interação permanente com as forças biológicas, físicas, mentais e sociais que tendem a ameaçar o equilíbrio do seu estado de saúde, ver figura 5 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1998).

A evolução do conhecimento, dos processos saúde/doença, levou o homem a

compreender a sua inserção no ecossistema e as suas relações com a natureza.

Esta relação entre o homem e o meio ambiente está sendo restaurada a partir da compreensão de que as doenças que afetam o homem são em parte decorrentes do desequilíbrio dos ecossistemas no qual o homem sempre esteve envolvido, e não apenas uma visão estanque de compartimentos isolados – homem e meio ambiente. No Brasil essa visão estanque teve origem, na década de 70, onde a política da saúde emanada por organismos internacionais de fomento, excluiu dos programas de atenção primária à saúde as intervenções ambientais (abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos) tendo o seguinte argumento: “... que o custo de cada disfunção infantil, prevenida por meio de programas de abastecimento de água e esgoto, configurava-se muito superior ao custo correspondente ao de outras medidas de atenção primária, como a terapia de rehidratação oral, vacinais, aleitamento materno e etc...” (HELLER, 1997, p.7). Esse erro cometido no passado é comentado, no presente, por MAXCY quando alerta que “... o principal atrativo da terapia de rehidratação oral (TRO) é o seu aparente baixo custo per-capita para evitar morte por diarreia em comparação com os sistemas de saneamento. Entretanto, os sistemas de saneamento providenciam muito mais benefícios que são essenciais para a manutenção de vidas salvas pelo TRO, e aumentam a qualidade de vida de crianças e adultos. Os sistemas de saneamento previnem diarreias e muitas outras doenças...” , “...além de implantar qualidade de vida a uma comunidade é um investimento de longo prazo para a saúde preventiva, enquanto a TRO é uma resposta a um imediato risco de vida...” e “...sem os sistemas de saneamento e a educação sanitária, não existirá programa de TRO que melhore a saúde das crianças...” (MAXCY, ROSENAU, LAST, 1992, p.631).

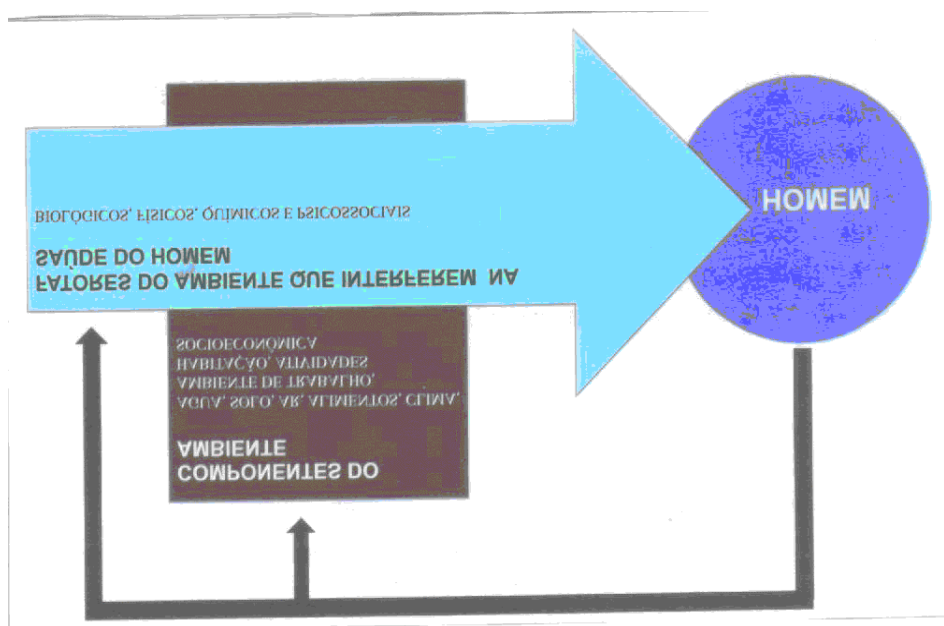
**Figura 4: Fatores que interferem na saúde do Homem**



0

FÍSICOS: CLIMA, RUÍDO, RADIAÇÃO, LUMINOSIDADE  
 QUÍMICOS: SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS E AGROTÓXICAS, DROGAS, FUMO, ADITIVOS ALIMENTARES  
 BIOLÓGICOS: BACTÉRIAS, VÍRUS PARASITAS, VETORES, RESERVATÓRIOS E HOSPEDEIROS  
 PSICOSSOCIAIS: STRESS, DOENÇAS DO TRABALHO, RELAÇÕES HUMANAS, SITUAÇÕES PERIGOSAS  
 Fonte: Ministério da Saúde, 1998

**Figura 5: Variáveis do ambiente relacionados com os problemas de saúde**



0

O modelo do Capitalismo Técnico - Científico, apresentado na tabela 15, respalda a ação da saúde através do novo modelo da Vigilância da Saúde, tendo este como pressuposto que a saúde do homem depende da capacidade da sociedade em controlar as interações entre as atividades humanas e o meio físico e biológico, visando a salvaguarda e promoção da saúde, porém sem ameaçar a integridade dos sistemas naturais que dependem do ambiente físico e biológico. Desta forma, se faz necessário que se mantenha um controle dos fatores ambientais principalmente: os agentes patogênicos e seus vetores/reservatórios, os agentes físicos e químicos que podem ser prejudiciais à saúde e os agentes físicos e químicos nocivos agregados das atividades humanas.

**Tabela 15 - Modelagem Histórica da Saúde Pública**

| <b>Modelo</b>                     | <b>Organização</b>           | <b>Processos</b>                |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
|                                   | <b>Sócio - Espacial</b>      | <b>Saúde Enfermidade</b>        |
| Capitalismo Molecular             | Teoria do Processo Infecioso | Educação e Campanhas Sanitárias |
| ( Controle Social)                | Higiene                      |                                 |
| Capitalismo Monopolista de Estado | História Natural das Doenças | Saúde Materna Infantil          |
| (Planejamento Central)            | Medicina Preventiva          | Saneamento                      |
|                                   | Saúde Coletiva               | Programa de Controle            |
|                                   | Epidemiologia Social         | Vigilância dos Agravos          |
|                                   |                              | Extensão de Cobertura           |
|                                   |                              | Saúde do Trabalhador            |
|                                   |                              | Medicalização                   |
| Capitalismo                       | Teoria dos Fatores de Risco  | Vigilância da Saúde             |

|                     |                                 |                   |
|---------------------|---------------------------------|-------------------|
| Técnico –Científico | Teoria da Emergência de Doenças | Promoção da Saúde |
| (Informação)        | Modelo de Carga da Doença       | Normatização      |
|                     |                                 | Avaliação         |
|                     |                                 | Autocuidados      |
|                     |                                 | SILOS             |

**Fonte: Apresentação do Prof. Paulo Sabroza (FIOCRUZ) –SES-RJ 17/8/2000**

Com o intuito de avançar mais objetivamente neste modelo, o Ministério da Saúde apresentou em 1998, o Projeto VIGISUS, que tem como objetivo criar uma infra-estrutura e capacidade técnica, nas três esferas de governo, destinado a compor um Sistema de Vigilância em Saúde abrangente, capaz de permitir ao Sistema Único de Saúde desempenhar o seu papel primordial, que é evitar o aparecimento das doenças.

A definição do conceito de Vigilância Ambiental em Saúde (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2000, p.3) é apresentada como “... um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos e das doenças ou agravos”, vide figura 6.

As tarefas fundamentais da vigilância ambiental em saúde estão centradas nos processos de produção, integração, processamento e interpretação de informações, visando o conhecimento dos problemas de saúde existentes, relacionados aos fatores ambientais, além de sua priorização para tomadas de decisão e execução de ações relativas às atividades de promoção, prevenção e controle recomendadas e executadas pelo Sistema.

O Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde- SINVAS, compreende o conjunto articulado de instituições do setor público e privado componentes do Sistema Único de Saúde - União, Estados, Municípios e Distrito Federal além do IBAMA (SENADO FEDERAL, 1997), Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, Universidades que exerçam ações e atividades de vigilância ambiental em saúde, mostrada conforme figura 7.

A sua sustentabilidade está vinculada ao SUS, fazendo parte dos planos de saúde dos níveis de governo, com fontes de financiamento partilhados e provenientes da União, Estados e Municípios além de existir mecanismos de transferência de recursos de um nível de governo para outro (BRASIL, 1999).

Dentre seus principais objetivos, segundo a FUNASA, encontramos:

“Normatizar os principais parâmetros, atribuições, procedimentos e ações

relacionadas à vigilância ambiental em saúde nos diversos níveis de competência”;

Identificar os riscos e divulgar as informações referentes aos fatores condicionantes e determinantes das doenças e agravos à saúde relacionados aos ambientes naturais e antrópicos;

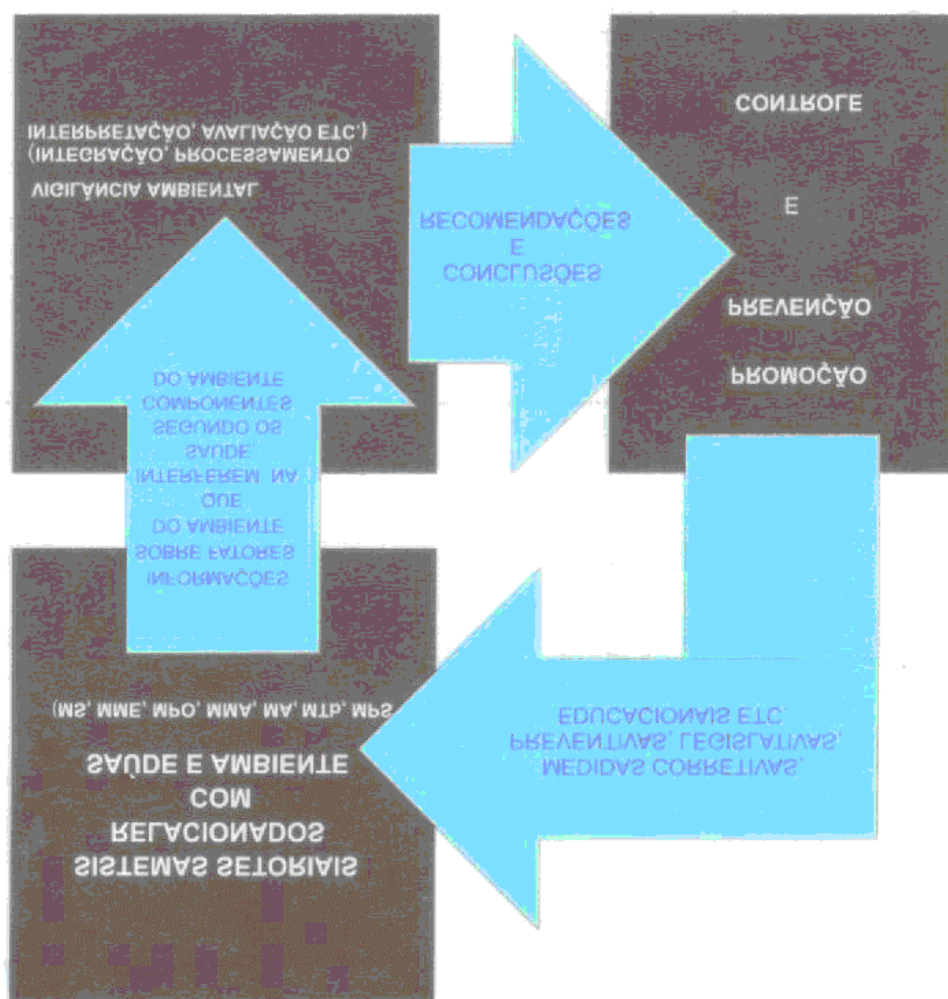
Intervir, com ações diretas de responsabilidade do setor ou demandando para outros setores, com vistas a eliminar os principais fatores ambientais de riscos à saúde humana;

Promover ações junto aos órgãos afins, para proteção, controle e recuperação da saúde e do meio ambiente, quando relacionadas aos riscos à saúde humana;

Conhecer e estimular a interação entre saúde, meio ambiente e desenvolvimento visando o fortalecimento da participação da população na promoção da saúde e qualidade de vida.”(FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE , 2000, p.4).

A ferramenta fundamental para viabilizar esse Sistema será a Epidemiologia, principalmente a Epidemiologia Ambiental, que necessitará utilizar informações dos fatores de riscos existentes sobre as características especiais do ambiente que podem interferir no padrão de saúde de uma dada população e sobre seus efeitos adversos à saúde estando, portanto, incluída a água de consumo humano.

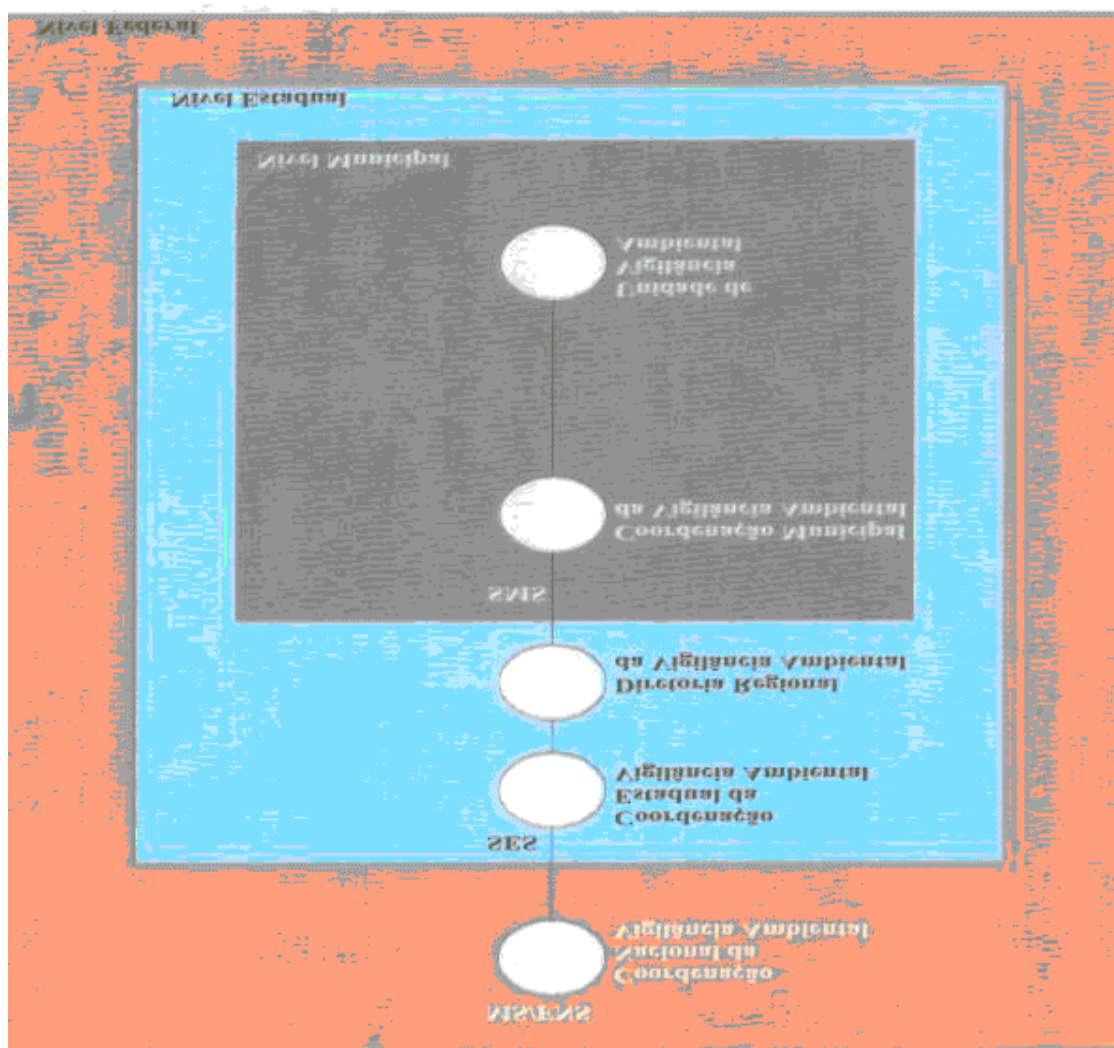
Figura 6: Vigilância ambiental



0

Fonte: Ministério da Saúde, 1998

Figura 7: Estrutura hierarquizada da Vigilância ambiental



0

Um outro ponto crucial será a mudança da visão médica do sistema atual que privilegia o indivíduo para uma necessidade de observação/interpretação de uma dimensão ambiental interagindo com a saúde do homem. Acreditamos que essa transformação exigirá um grande investimento em capacitação contínua dos quadros técnicos das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde além da necessidade de reestruturação das áreas fim (vigilância sanitária, vigilância epidemiológica e controle de zoonose) das respectivas estruturas de saúde.

Vislumbramos assim, que haverá a necessidade de modificação dos conteúdos programáticos de algumas disciplinas dos diversos estabelecimentos de formação/especialização de profissionais da área de saúde pública.

“Há processos e problemas que são bem conhecidos, mas, para muitos deles, existem dúvidas e desconhecimento, principalmente nessa interface da saúde com o ambiente. Por esta razão, há que se considerar a necessidade de indicadores que auxiliem o

monitoramento através de um princípio de precaução e que não são menos importantes que outros para que a prevenção seja instituída. Neste sentido, levar em consideração, de forma flexível, os problemas conhecidos e potenciais de riscos...”(OLIVEIRA, AUGUSTO, CANCIO, 1998, p. 49).

Desta forma, foram escolhidos os fatores ambientais (físicos, químicos, biológicos e antrópicos) e posteriormente foram divididos em duas grandes sub-áreas com as respectivas áreas de agregação:

vigilância e controle de fatores de riscos biológicos

- vetores;
- hospedeiros e reservatórios;
- animais peçonhentos.

vigilância e controle de fatores de riscos não biológico

- **água de consumo humano;**
- contaminante ambientais;
- desastres naturais e acidentes com produtos perigosos.

#### 4.2- Qualidade da Água de Consumo Humano pela Vigilância Ambiental

O Ministério da Saúde emitiu, em 1957, um dos primeiros documentos retratando a situação de abastecimento de água e esgotamento sanitários de cada município por Estado da Federação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1959). Esta publicação apresenta o enfoque do saneamento sobre a ótica de infra-estrutura urbana; isso se reflete, como exemplo, nas informações sobre abastecimento de água, em que são apresentados os dados físicos e equipamentos de cada sistema de abastecimento, sem contudo, preocupar-se com a existência de laboratório ou análises de qualidade da água utilizada para o abastecimento. As análises e conclusões apresentadas do referido documento ressaltam um grande déficit das condições de abastecimento de água e a quase inexistência de redes coletoras de esgotos nos municípios.

A primeira legislação federal vinculada ao Ministério da Saúde no aspecto de vigilância ambiental foi o Decreto n.º 79.367 de 9/3/1977, que autoriza o Ministério da Saúde a estabelecer as Normas e o Padrão de Potabilidade a serem observados em todo o território nacional (SENADO FEDERAL, 1997).

As condições de abastecimento de água no Brasil, embora tenham evoluído muito nas décadas de 70 e 80, ainda apresentam deficiências de atendimento a uma grande parte da população.

Estudos do Programa de Modernização do Setor de Saneamento-SEPURB/Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão revelaram que em 1989 somente 42% dos domicílios nos municípios com população inferior de 20.000 habitantes, eram servidos por sistemas de abastecimento de água; confirmando que os municípios menores e sua respectivas populações são as mais sacrificadas na falta de condições de saneamento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE, em 1991 revelou que apenas 34% dos domicílios brasileiros possuíam uma oferta regular de água de qualidade satisfatória, fato que comparado aos elevados níveis de cobertura dos sistemas de abastecimento de água nas zonas urbanas causam dúvidas sobre o padrão de qualidade do serviço prestado. Mais adiante o PNAD, de 1998, revela que os sistemas públicos de abastecimento de água cobrem 88,6% dos domicílios urbanos brasileiros, sendo equivalente a 87,8% da população urbana; porém essa informação se torna mais clara ao saber que 15,2 milhões de brasileiros, nos centros urbanos, não têm acesso a esse serviço. Na área rural o quadro sanitário se torna mais grave, pois apenas 17,3% são ligados a uma rede de abastecimento e 26,7 milhões não têm acesso a um abastecimento de água regular.

A abordagem quantitativa das condições sanitárias apresenta um quadro preocupante, todavia, o mais grave é que não foram considerados os aspectos qualitativos dos serviços prestados pelos sistemas de abastecimento de água ou soluções alternativas.

A pesquisa de opinião pública de âmbito nacional, realizada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), em 1998, encomendada pelo Conselho Nacional dos Secretários Estaduais de Saúde (CONASS), revelou que "... má qualidade ou inexistência das redes de água e esgoto" foi apontada pela população como o principal fator de risco à saúde... " (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000, p.24).

No Estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 1989 e 1990, foi realizado o Programa de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano, através da Comissão de Vigilância Sanitária compostas por técnicos da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) - órgão ambiental do Estado e da Secretaria Estadual de Saúde. O objetivo foi verificar o atendimento do Padrão de Potabilidade da Água para consumo humano nos municípios, através de visitas técnicas e investigações das condições dos sistemas de abastecimento de água (mananciais, ETAs e rede de distribuição) e, caso fosse necessário, propor medidas de correção.

Foram visitados trinta e cinco municípios, sendo que a Companhia de Água e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE) era o órgão responsável pelo sistema de abastecimento de água de 23 municípios e os outros 12 sistemas eram operados pela própria Prefeitura. Ao término do ano de 1990, Secretaria Estadual de Saúde já havia enviado 16 documentos contendo intimações (13 ofícios à CEDAE e 3 ofícios às Prefeituras) e 14 documentos

contendo recomendações ( 5 ofícios à CEDAE e 9 ofícios às Prefeituras) com o propósito de implementar-se as correções necessárias.

Apresentamos trechos dos relatórios levantados pela Comissão nos municípios visitados referente ao Programa: “...identificou como principal problema a vulnerabilidade do sistema de cloração que não permite uma desinfecção constante e regular das águas distribuídas..”, “...embora estivesse em funcionamento um sistema de cloração, a água chegava ao consumidor com ausência total de cloro residual. Em 12 amostras coletadas na rede de distribuição, 11 registraram a presença de coliforme total e fecal...”, “... instalações precárias necessitando pintura com vazamentos, equipamentos com funcionamento irregular e sem manutenção, operadores mal treinados, dosagem de produtos químicos sem qualquer critério...” e “...abastecimento efetuado através de dois poços com a presença de coliforme total na água sendo enviado a um reservatório e posteriormente distribuído à população sem cloração...” (FEEMA, 1990, p.23).

Ao final do relatório é apresentada a conclusão final: “... de modo geral, a situação dos sistemas de abastecimento vistoriados revela deficiência e vulnerabilidade, seja na proteção aos mananciais, no tratamento e na distribuição...” (FEEMA, 1990,p.28).

Acreditamos que a conclusão acima apresentada, manteve-se no mínimo inalterada pois na década de 90 “... se inicia com uma grande reforma administrativa no país, com profundos reflexos na economia, para combater o processo inflacionário e redefinir a interferência do governo na economia...” e “...os recursos cada vez mais inacessíveis por conta da insistência do Governo em promover a privatização do serviço em todo o país...” (BRASIL, 2000). Neste período houve um intenso processo de corte de recursos orçamentários e falta de financiamento interno e externo, comprometendo: a ampliação e reforma dos sistemas, a reposição dos equipamentos de operação, a capacitação/atualização do quadro de servidores/funcionários envolvidos e as admissões de pessoal para repor as vagas operacionais dos sistemas. Ao mesmo tempo ocorreu a terceirização da atividade (sem o devido controle) e a tentativa do processo de reforma administrativa – privatização (DECRETO N.º 22.872/96).

A situação acima exposta, ocorreu de forma similar na execução da vigilância da qualidade da água por parte da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro pois houve igualmente falta de recursos orçamentários e falta de pessoal capacitado em decorrência do desarranjo do serviço público.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) através de levantamentos sobre a vigilância da qualidade da água<sup>12</sup> enumerou as falhas mais freqüentes observadas em uma pesquisa de âmbito internacional.

---

<sup>12</sup> McJunkin, F.E. Vigilancia de la calidad del agua potable OMS, Ginebra. 1977

Entre as falhas mais freqüentes na vigilância da qualidade da água se encontram:

- a ausência de políticas e procedimentos estabelecidos de vigilância;
- falta de análises físico-químicas e bacteriológicas antes e depois da distribuição da água;
- ausência de medidas corretivas;
- falta ou inadequação de normas de qualidade e de proteção dos mananciais contra a contaminação e falta de cloro residual nos sistemas de abastecimentos.

A juízo da OMS, muitas dessas deficiências são devidas à falta de recursos financeiros e humanos, associado a alguma condescendência e desinteresse das autoridades encarregadas dos serviços de água, especialmente nos subsistemas de operação e manutenção e também das autoridades de saúde responsáveis do controle e da vigilância (HEDERRA, 1996).

A vigilância e o controle da qualidade da água de consumo humano tem como finalidade o mapeamento de áreas de risco em determinado território, utilizando a vigilância da qualidade da água consumida pela população, quer seja distribuída por sistemas de abastecimento de água e/ou solução alternativa (mananciais superficiais, poços ou caminhão-pipa), para avaliação das características de potabilidade, ou seja, da qualidade e quantidade consumida, com vistas a assegurar a qualidade da água e evitar o adoecimento das pessoas por doença de veiculação hídrica ou por outros contaminantes presentes nas coleções hídricas (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2000).

A vigilância da qualidade da água está embasada na utilização de seus elementos práticos tais como: termo de responsabilidade, tempo, freqüência, critérios, normas e documentos.

As atividades de controle e vigilância podem agrupar-se em duas áreas:

Inquérito sanitário, incluindo o institucional;

Exames de amostras de água.

O inquérito sanitário como instrumento tem evoluído com o passar dos tempos. Até algumas décadas atrás este era definido como uma inspeção de campo com o propósito de determinar as condições higiênicas e/ou riscos de saneamento de uma comunidade.

As crescentes complexidades da saúde ambiental obrigaram a adicionar um grande número de informações e análises a estes inquéritos. Tendo o propósito de controle e vigilância, o inquérito sanitário é necessário para determinar a confiabilidade de um sistema de abastecimento de água potável para distribuir água adequada ao consumidor de um modo contínuo e seguro.

Os atuais inquéritos sanitários são uma lembrança de antigas práticas baseadas em

uma inspeção do terreno que evoluiu para uma análise de todo o sistema de abastecimento de água ou partes, com o propósito de identificar deficiências e riscos para a saúde, ou seja, exercer também a vigilância epidemiológica. Outros aspectos tais como organização, procedimentos, operação, manutenção, recursos humanos, sistemas de informação e indicadores, deverão ser abordados durante o inquérito. (HEDERRA,1996)

Com certeza os exames de amostras de água devem ser realizados junto ao inquérito sanitário, já que complementam as informações e podem dar indicações diretas de falhas, contaminação ou riscos.

O monitoramento da qualidade da água deve ser uma atividade rotineira, tanto da parte do prestador de serviço de água potável como da autoridade de saúde que têm a responsabilidade da vigilância da saúde ambiental.

Nos sistemas de abastecimento de água (SAA) que servem a uma grande população e que existam riscos evidentes e/ou potenciais de poluição, deverá dar prioridade ao aumento das informações, ou seja, aumentar o número de amostras além do mínimo indicado pela legislação específica.

A partir da regulamentação da Norma Operacional Básica (NOB), de 1996 do Sistema Único de Saúde, o Ministério da Saúde apontou o novo modelo de Vigilância da Saúde, transferindo ao município a execução de mais ações de vigilância. Esta transformação acabou ocorrendo com o início da implantação da Vigilância Ambiental em Saúde, conforme estabelecido na Portaria M.S. n.º 1.399/99 (BRASIL,1999), que levou as Secretarias de Saúde – níveis Estadual e Municipal - a realizarem em conjunto as Programações Pactuadas Integradas (PPI-ECD) para o estabelecimento de metas a serem cumpridas nos respectivos níveis, no cumprimento das ações de Epidemiologia e Controle de Doenças.

No que se refere a água de consumo humano, a Portaria M.S. n.º 1.399/99, definiu como atribuição do município: “... o monitoramento da qualidade da água para consumo humano, incluindo o provimento dos exames físicos, químicos e bacteriológicos de amostras, em conformidade com a normatização federal”.

Na ação de vigilância da qualidade de água para consumo humano foi estabelecido como primeira atividade na PPI-ECD, que as secretarias municipais realizariam o cadastramento das fontes de abastecimento de água – coletivas e alternativas – em seus municípios. Na prática, isto significará, uma descentralização para a implantação da atividade de vigilância de qualidade de água que combinada com o atual Padrão de Potabilidade de Água destinada ao consumo humano (Portaria M.S./n.º 1469/00) obrigará as secretarias municipais de saúde a executarem uma contínua atividade de vigilância .

No Estado do Rio de Janeiro, a Secretaria Estadual de Saúde realizou, em 2000, um

programa de capacitação dos técnicos dos municípios para desenvolvimento da atividade de vigilância da água de consumo humano, tendo em vista as dificuldades de implantação de um programa de monitoramento a nível municipal coordenado pelo nível estadual.

Desta forma, as ações de vigilância da água para o consumo humano exigirão uma grande conjugação de esforços interinstitucionais contínuos, a nível municipal e estadual, para superar as dificuldades que estarão fora do alcance do setor em prol da saúde da população envolvida.

#### 4.3- Considerações de Investimento e Custeio para o monitoramento da água

A implantação de um programa de monitoramento da água de consumo humano no município, com a realização dos seus próprios exames de amostras de água, requer tradicionalmente, um mínimo de investimento em: equipamentos para análises físico-química e bacteriológica, a adaptação de um ambiente para servir de laboratório, a existência de um grupo de servidores tecnicamente capacitados para a execução das análises e emissão de parecer conclusivo do resultado final (Anexo III). O investimento somente em equipamentos, para realização de análises bacteriológicas por meio do método dos tubos múltiplos está estimado em R\$ 9.700,00 e por membrana filtrante em cerca de R\$ 14.700,00 tendo como referência o mês de agosto de 2001. Essas estimativas parciais acarretam, na prática, a desistência da intenção do município em investir no próprio laboratório de vigilância da qualidade da água.

A pactuação das metas da PPI-ECD, no que refere à vigilância da água de consumo humano estabeleceu um quantitativo de amostras de água para realização de análises físico-químicas e bacteriológica em função da população total do município. No que refere às análises físico-química ficou estabelecido a execução dos parâmetros de pH, cloro residual, turbidez, mercúrio e compostos organoclorados; destes os dois últimos são extremamente complexos para serem executadas análises no nível local.

O investimento médio dos equipamentos mínimos para a execução das análises perfaz o total de R\$ 3.460,00, com referência ao mês de agosto de 2001, sendo: pH (potenciômetro com eletrodo de pH- R\$ 1.200,00), turbidez (turbidímetro portátil com padrão de calibração sólido -R\$ 2.100,00) e cloro residual (comparador portátil colorimétrico -DPD -R\$ 160,00).

No aspecto da realização da análise bacteriológica uma alternativa viável, conforme apresentada nessa Dissertação, é a adoção do método do substrato definido cromogênico por parte do município, pois permite a montagem dos próprios equipamentos para análise (incubadora simples e câmara de leitura de resultados) com o custo total aproximado de R\$ 360,00 (Tabela 20) ou utilizar equipamentos comerciais com investimento médio de R\$ 850,00 (estufa bacteriológica e lâmpada ultravioleta portátil).

## **5 - CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS**

### **5.1- Caracterização geral e sanitária do município de Quatis**

O município está situado ao longo do eixo da estrada Rio de Janeiro - São Paulo; nessa região vem ocorrendo grande investimento de indústrias montadoras de veículos e paralelamente a criação de várias firmas e pequenas indústrias. Embora seja um município jovem, vem se destacando juntamente com o município vizinho de Porto Real, distante cerca de oito quilômetros, na criação de um parque industrial criando novos postos de trabalho.

O município localiza-se no Estado, na região do médio Paraíba, em área com potencial de desenvolvimento do ecoturístico, devido à presença do maciço das Agulhas Negras e da Serra da Mantiqueira que faz divisa com o Estado de Minas Gerais.

**Tabela 16- Dados gerais e indicadores de abastecimento de água - município de Quatis**  
**Geral**

**Data de criação: 09/01/1991**

**Região do Estado: Médio Paraíba**

**Área Geográfica: 286,9 km<sup>2</sup>**

**Número total de habitantes –IBGE: 9.866(1996) e 10.699 (2000)**

**Número de Distritos:**

**Quatis- 136,9 km<sup>2</sup>- População: 8.856(1996)**

**São Joaquim- 82,0 km<sup>2</sup> – População: 395**

**Falcão- 68 km<sup>2</sup> – População: 615**

**Orçamento:**

**Orçado – 1999: R\$ 9.748.000,00**

**Realizados-1999: R\$ 5.336.000,00 (até outubro/1999)**

**Receitas (até outubro/1999):**

**ICMS- 54%**

**FPM- 23%**

**IPTU- 2,6%**

**ISS- 2,0%**

**SUS- 2,7 %**

**Outras- 15,7 %**

**(continuação tabela 16)**

**Principal Atividade Econômica:**

**Avicultura de corte, pecuária leiteira, comércio e serviços.**

**Saúde-**

**Estabelecimento:**

**Uma Policlínica**

**Três Centros de Saúde**

**Epidemiologia:**

**Mortalidade infantil n.º de casos em 1999-( 0 ) e 1998-( 6)**

**Dengue n.º de casos em 1999- (0) e 1998 (0)**

**Leptospirose n.º de casos em 1999- (0) e 1998 (0)**

**Hepatite n.º de casos em 1999- (5) e 1998 (2)**

**Diarréia n.º de casos em 1999- (3) e 1998 (8)**

**Saneamento**

**Abastecimento de Água:**

**Órgão responsável - Departamento de Água e Esgoto**

**Número total de funcionários: 14**

**Dados operacionais:**

**Volume médio de água distribuída-1800 m<sup>3</sup>/dia**

**Estimativa de população abastecida – 8600**

**Número de economias-2146**

**Número de ligações-1853**

**Número de ligações com hidrômetro-1626**

**Sistema de abastecimento de água:**

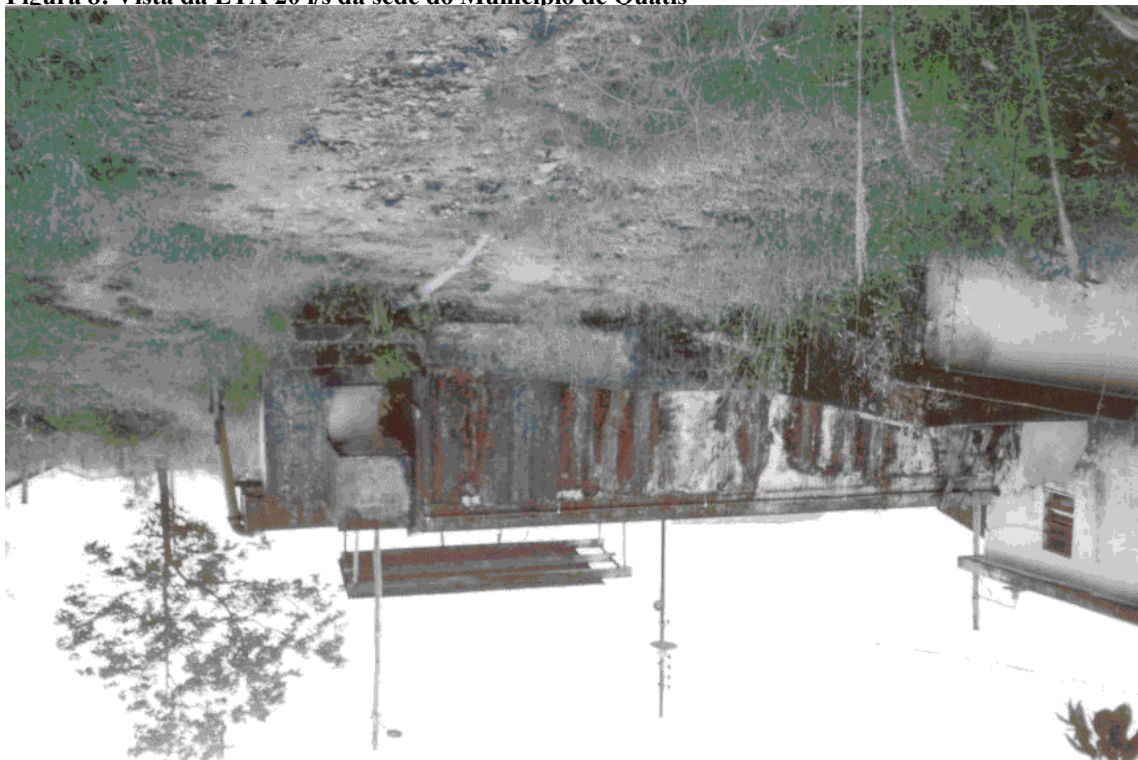
**Sede- ETA convencional com 20 l/s, reservatório de 350m<sup>3</sup> e 1852 ligações.**

**Sede -Poço artesiano com 3 l/s, reservatório de 50m<sup>3</sup> e 48 ligações.**

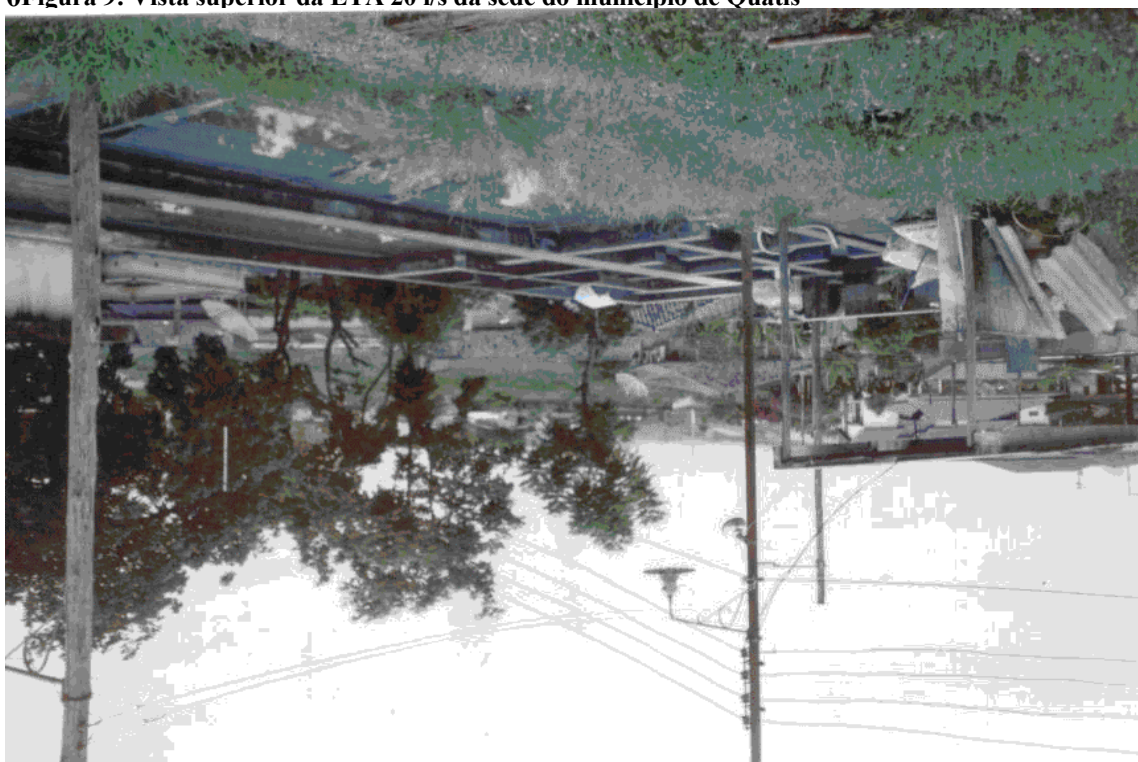
**Frequência de análises bacteriológica-11 amostras/mês**

**Fonte: I Diagnóstico de Saneamento Ambiental do Estado do Rio de Janeiro-SES RH**

**Figura 8: Vista da ETA 20 l/s da sede do Município de Quatis**



**Figura 9: Vista superior da ETA 20 l/s da sede do município de Quatis**



## **0 5.2- Caracterização geral e sanitária do município de Quissamã**

O município de Quissamã apresenta um crescimento contínuo e ordenado desde o início de sua emancipação do município de Macaé. A Prefeitura tem conseguido diversificar sua economia, inicialmente baseada no cultivo e transformação da cana de açúcar em uma usina, por outras culturas tais como coco verde e abacaxi. Existe um grande

investimento em infra-estrutura em todo o município, apoiado pelo repasse dos royalties do petróleo extraído em seu litoral .

Tabela 17: Dados gerais e indicadores de abastecimento de água- município de Quissamã

**Geral**

Data de criação: 04/01/1989

Região do Estado: Norte Fluminense

Área Geográfica: 717,7 km<sup>2</sup>

Número total de habitantes –IBGE: 12.583(1996) e 13.668(2000)

Número de Distritos: 01

Orçamento:

Orçado – 1999: R\$ 18.296.000,00

Realizados-1999: R\$ 28.252.811,00

Receitas:

ICMS-33 %

FPM-3,9 %

IPTU- 0,4 %

ISS- 1,1 %

SUS- 1,2 %

Outras-60,4 % (maioria royalties da extração do petróleo )

Principal Atividade Econômica:

Agropecuária

Saúde-

Estabelecimento:

Um Hospital –40 leitos- 623 internações/ano 1999

Um Centro de Saúde

12 Postos de Saúde

(continuação tabela 17)

Epidemiologia:

Mortalidade infantil n.º de casos em 1999-( 3 ) e 1998-( 5)

Dengue n.º de casos em 1999- (-) e 1998 (-)

Leptospirose n.º de casos em 1999- (-) e 1998 (-)

Hepatite n.º de casos em 1999- (2) e 1998 (8)

Diarréia n.º de casos em 1999- (1) e 1998 (9)

### **Saneamento**

#### **Abastecimento de Água: Sede**

Órgão responsável – CEDAE/SURMA

Número total de funcionários: 10

Dados operacionais:

Volume médio de água distribuída-1745 m<sup>3</sup>/dia

Estimativa de população abastecida – 5127

Número de economias-2220

Número de ligações-2074

Número de ligações com hidrômetro-1870

Sistema de abastecimento de água:

Sede-ETA convencional com 22l/s, reservatório de 200m<sup>3</sup> e 2074 ligações.

Frequência de análises bacteriológica-03 amostras/mês

#### **Abastecimento de Água: Prefeitura Municipal**

Órgão responsável – Secretaria de Meio-Ambiente

Número total de Sistema de Abastecimento de Água operados: 03

Dados operacionais:

Estimativa de população abastecida – 1651

Número de economias-322

Número de ligações-322

Número de ligações com hidrômetro-0

Sistema de abastecimento de água: Barra do Furado-manancial Lagoa Feia

ETA convencional com 7l/s, reservatório de 80m<sup>3</sup> e 250 ligações.

Frequência de análises bacteriológica-02 amostras/mês

(continuação tabela 17)

Sistema de abastecimento de água: Machadinho-manancial subterrâneo

ETA pressão com retirada de dureza 3l/s, reservatório 10 m<sup>3</sup> e 48 ligações

Frequência de análises bacteriológica-01 amostra/mês

Sistema de abastecimento de água: Conde de Araruama-manancial subterrâneo

Desinfecção simples, 700 l/h, reservatório 10 m<sup>3</sup> e 24 ligações

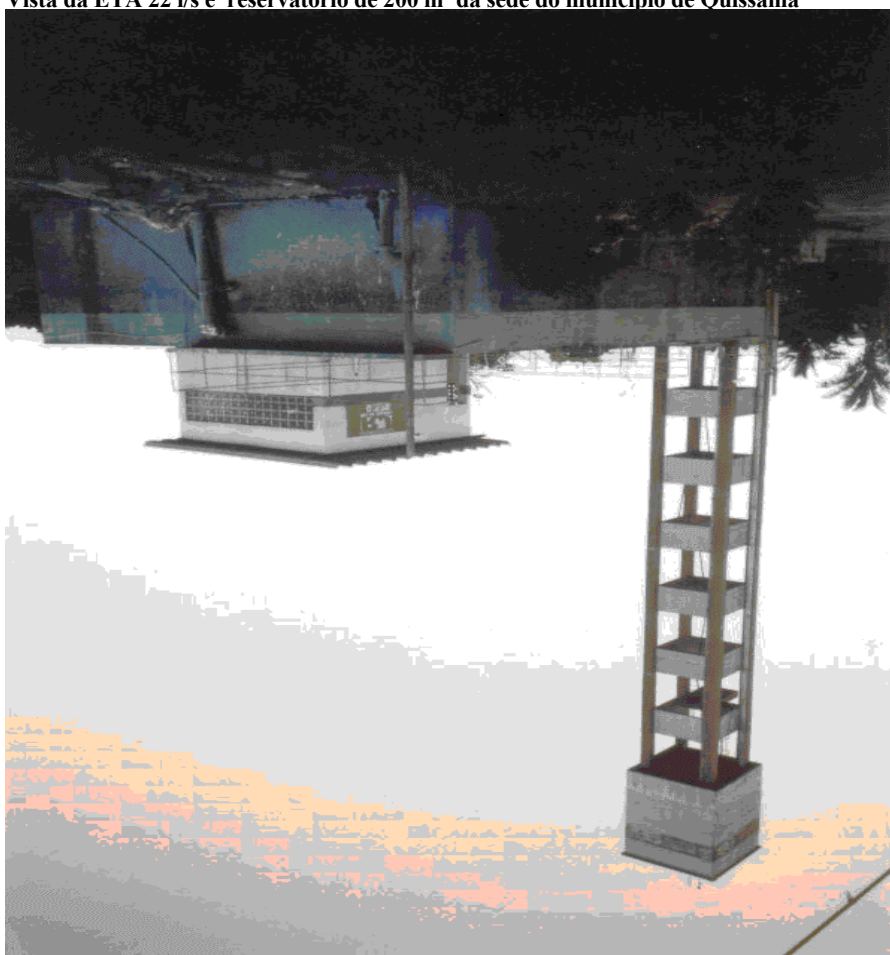
Fonte: I Diagnóstico de Saneamento Ambiental do Estado do Rio de Janeiro- SESRH

**Figura 10: Vista do escritório e ETA 22 l/s na sede do município de Quissamã**



0Figura 11:

Vista da ETA 22 l/s e reservatório de 200 m<sup>3</sup> da sede do município de Quissamã



0

Figura 12: Vista do poço Freático e casa de química do SAA da localidade de Conde de Araruama



0

**Figura 13: Vista parcial da localidade de Conde de Araruama**



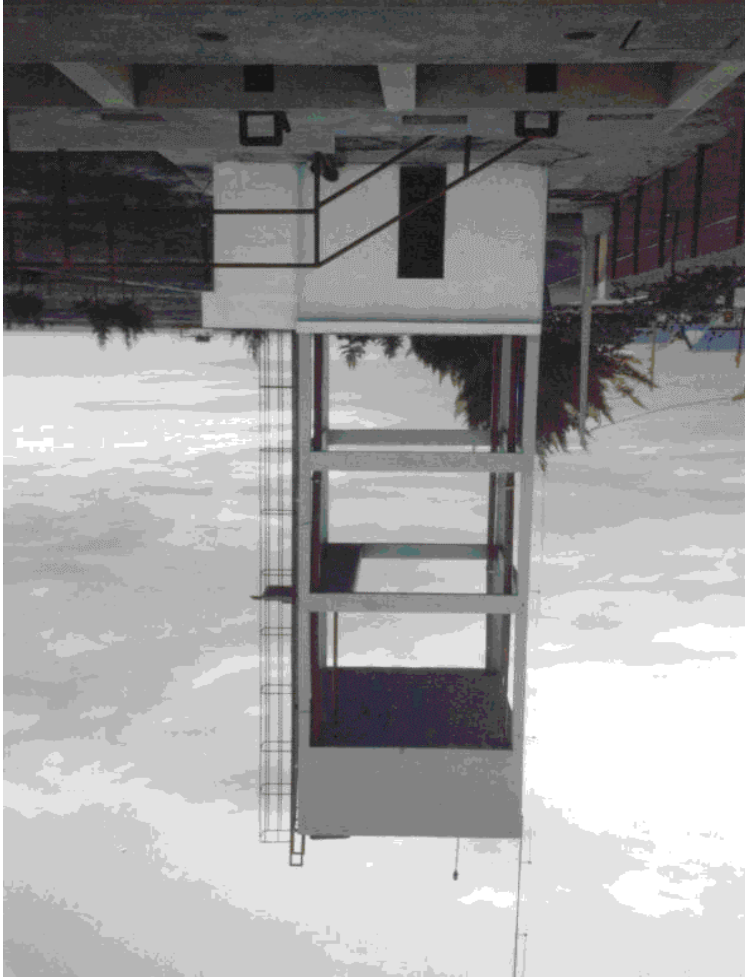
0

**Figura 14: Vista da ETA 7 l/s da localidade de Barra do Furado**



0Figura 15:

Vista do reservatório superior 30m<sup>3</sup> e parte da localidade de Barra do Furado



0

## 6- METODOLOGIA

A metodologia adotada nessa dissertação baseou-se no trabalho desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde em municípios do estado do Rio de Janeiro, ou seja, optou-se por um processo aplicado, motivado pela necessidade de resolver problemas concretos. Teve, portanto uma atividade prática de pesquisa de campo, apoiada por exames

laboratoriais.

Tendo o propósito de atender a estruturação da Vigilância Ambiental, no que se refere à vigilância da qualidade de água para consumo humano nos municípios, os técnicos da Unidade de Saneamento de Barra de São João, pertencente à Fundação Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, com base na experiência de saneamento, propuseram desenvolver uma solução técnica confiável e com menor investimento para a implantação e manutenção da atividade, sendo o mais compatível com a realidade dos municípios (dificuldade de mão-de-obra especializada, falta de espaço físico para laboratório e custeio para manter a atividade de monitoramento).

Dentro desta perspectiva foi estudada a técnica do substrato definido cromogênico que apresenta grande facilidade de operação, redução do número de equipamentos e eliminação de vidraria (que normalmente se faz necessária para os outros métodos de pesquisa bacteriológica). Esta técnica, além de estar reconhecida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Edição nº 19, enquadra-se na legislação, na época em vigor, Portaria M.S./GM n.º 36/90 e na atual Portaria M.S. / GM n.º 1469/00.

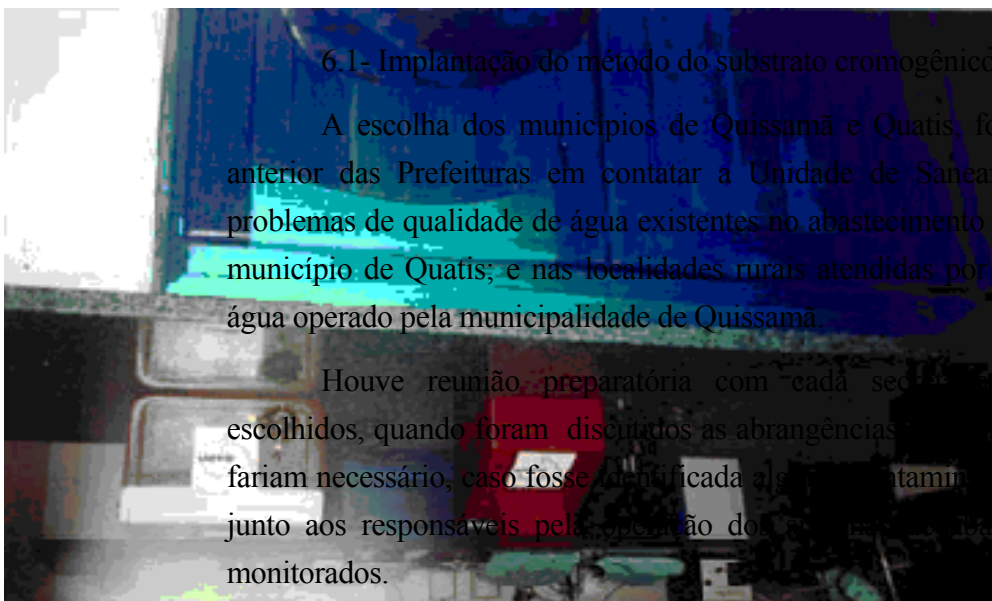
A primeira etapa do trabalho foi realizada a partir de levantamentos bibliográficos sobre o método bacteriológico e os condicionantes legais existentes nas normas, portarias da legislação brasileira. Foi desenvolvido uma pesquisa de laboratório, com o propósito de avaliar a confiabilidade do método; foram executados vários testes comparativos com os métodos padrão de análise de potabilidade – membrana filtrante e tubos múltiplos, no laboratório de controle de qualidade de água existente na Unidade. Os resultados de Presença / Ausência de poluição por coliforme total e contaminação por *Escherichia coli* se mostraram idênticos com as amostras testadas.

No sentido de reduzir o investimento em equipamentos e garantir uma manutenção fácil e econômica nos municípios, foram desenvolvidas, pelos técnicos da Unidade de Saneamento, uma câmara de leitura /identificação do resultado da amostra de água analisada e uma adaptação de caixa térmica para servir de estufa portátil, ver figura 16. Esses equipamentos foram testados no laboratório da Unidade e no campo, através de execução de análises bacteriológicas de águas das aldeias indígenas dos municípios de Paraty e Angra dos Reis.

Com base nestes resultados, o passo seguinte foi implantar o método do substrato definido cromogênico e os equipamentos na realidade do Sistema Único de Saúde – nível municipal - objetivo principal do trabalho; para tanto, foram escolhidos dois municípios, que apresentavam populações de até 25.000 habitantes e tinham sistemas de abastecimento de água (SAA) operados por secretarias municipais de obras e/ou meio-ambiente além de contar com a presença da concessionária estadual (CEDAE) no atendimento de uma sede municipal.

Neste sentido foram selecionado os municípios de Quatis e Quissamã, como sítios de estudos do trabalho de pesquisa de campo, mantendo-se o eixo do monitoramento da qualidade da água, tendo como pano de fundo o processo em que está inserida a Vigilância Ambiental dentro do Sistema Único de Saúde (SUS).

**Figura 16: Equipamentos utilizados para o monitoramento da água pelo método cromogênico**



#### 6.1- Implantação do método do substrato cromogênico definido nos municípios

A escolha dos municípios de Quissamã e Quatis, foi determinada pelo interesse anterior das Prefeituras em contatar a Unidade de Saneamento para a resolução dos problemas de qualidade de água existentes no abastecimento de água em sua sede, no caso município de Quatis; e nas localidades rurais atendidas por sistema de abastecimento de água operado pela municipalidade de Quissamã.

Houve reunião preparatória com cada secretaria de saúde dos municípios escolhidos, quando foram discutidos as abrangências do trabalho e as providências que se fariam necessário, caso fosse identificada alguma contaminação na água de abastecimento, junto aos responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento de água a serem monitorados.

As secretarias municipais de saúde foram orientadas no sentido de adotar os procedimentos estabelecidos pela legislação do SUS, principalmente a Portaria/GM n.º 1399 de 15/12/99 e comunicar à Unidade de Saneamento qualquer anormalidade e/ou dúvida que pudesse comprometer o objetivo da implantação do monitoramento da qualidade da água para consumo humano em seus municípios.

A implantação do monitoramento da qualidade da água para consumo nos municípios, conforme preconiza a nova estrutura da Vigilância Ambiental, exigirá uma mudança da consciência dos profissionais da saúde pública, pois se espera que as secretarias municipais de saúde incorporem o conceito ambiental e a necessidade de suas relações interinstitucionais em prol da saúde das populações.

Posteriormente as reuniões, cada município encaminhou dois servidores lotados nas respectivas secretarias municipais de saúde que foram treinados na Unidade de Saneamento de Barra de São João, tendo cumprido a carga horária de 24 horas.

A capacitação teórico-prática inseriu disciplinas tais como: legislação do SUS, coleta de amostras, desinfecção e noções de tratamento de água, execução de análises bacteriológicas através do método cromogênico e noções de biossegurança. Os servidores foram capacitados a interpretar corretamente os resultados encontrados e a buscarem

medidas de correção com os responsáveis dos sistemas de abastecimento de água monitorados.

O número de análises bacteriológicas foi determinado de acordo com o quantitativo da população abastecida (conforme preconiza a legislação) e sugerido a escolha de pontos de coleta de amostras, preferencialmente, na ponta de rede de distribuição e locais com importância sanitária tais como creches, hospitais e centros de saúde.

6.1.1-Descrição sucinta do método, dos procedimentos adotados e da leitura dos resultados.

A- Descrição : Método de determinação de coliformes totais e *Escherichia coli* em água tratada – Sistema enzimático (P/A – presença / ausência)

aplicação: caldo de enriquecimento seletivo para detecção simultânea de coliformes totais e *Escherichia coli* na água tratada;

princípio: a alta qualidade nutricional dos reagentes incorporados ao meio garantem um crescimento rápido de coliformes, a presença de inibidores para o crescimento da microbiota acompanhante, especialmente de gram-positivos, a adição do substrato cromogênico e do substrato fluorogênico garantem a detecção de coliformes totais e *Escherichia coli*, respectivamente.

B-Procedimento operacional:

Pontos de coleta - escolha sob a responsabilidade do servidor do município

Número de amostras – distribuída, semanalmente, de acordo com a Portaria GM /MS nº. 36/90 (em vigor na época)

Rotina da análise:

1. Fazendo uso da técnica padrão de coleta da amostra, verificar a presença de cloro residual na água (exigência da Norma de Potabilidade) , utilizando o comparador colorimétrico e registrar o resultado na ficha de coleta, conforme a figura 17;
2. Coletar a amostra de água normalmente utilizando a bolsa estéril com tiosulfato de sódio, conforme a figura 18;
3. Em 100 ml de amostra acrescentar o conteúdo de um frasconete de reagente, fechar e agitar levemente. Não há necessidade de dissolver totalmente, pois essa dissolução ocorrerá normalmente, conforme figura 20;
4. Colocar a bolsa na incubadora a 35°C +/- 0,5°C, conforme a figura 19;
5. Após 24 horas de incubação retirar da estufa;

Ocorrendo alteração de cor, basta colocar uma lâmpada UV 365 nm em frente à bolsa, para

identificação de presença de *Escherichia coli*, como demonstrado na figura 21.

C- Leitura dos resultados:

A verificação do resultado é feita após 24 horas do início da incubação da amostra e checada a olho nu e através do contraste da luz ultravioleta sobre a amostra de água:

Ausência – nenhuma alteração de cor no caldo, que permanece transparente ou amarelo claro;

Presença de coliformes totais – alteração na cor do caldo para verde azulado ou amarelo, dependendo do reagente a ser utilizado;

Presença de *E. coli* – alteração na cor do caldo, o qual apresenta fluorescência quando exposto à luz UV 365 nm.

A presença de um resultado positivo de poluição e/ou contaminação por *Escherichia coli*, acarretará uma nova coleta de amostra no mesmo ponto (recoleta) e exigirá a imediata comunicação ao responsável do SAA para as devidas providências.

#### 6.1.2- Equipamentos e materiais utilizados na análise.

Os equipamentos e materiais utilizados para a execução das análises são extremamente leves e portáteis, exigindo somente instalações simples: elétrica-1 ponto de luz 110 Volts e hidráulica/sanitária- 1 bancada simples com uma cuba. No município de Quatis foi adaptado um ambiente (sanitário) servindo para a guarda dos equipamentos e execução das análises.

Equipamento e materiais exigidos:

Incubadora simples, confeccionada na Unidade de Saneamento: caixa térmica, termostato 0° a 40°C, lâmpada de 7W/127V e termômetro comum;

Gabinete com lâmpada negra para verificação de fluorescência, confeccionada na Unidade de Saneamento: acrílico, lâmpada negra fluorescente de 6W, transformador 110V para 12V e inversor 12V/20W;

Comparador de cloro (colorímetro);

Bolsa descartável estéril com tiosulfato de sódio, utilizada para coleta de amostras de água;

Reagente N,N-dietil-p-fenilenadiazina (DPD) para verificação de cloro residual;

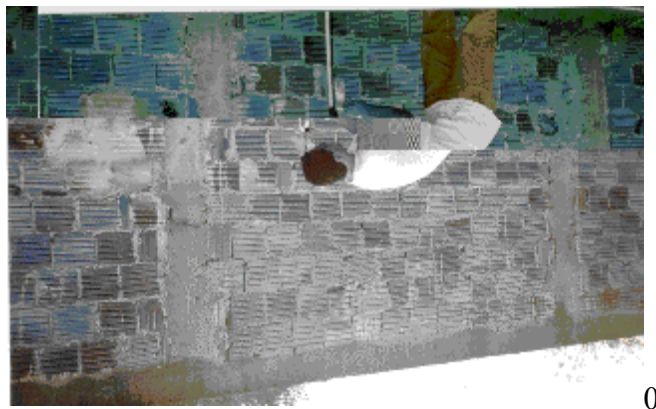
Reagente cromogênico.

Figura 17: Verificação de cloro residual no local a serem realizadas as coletas

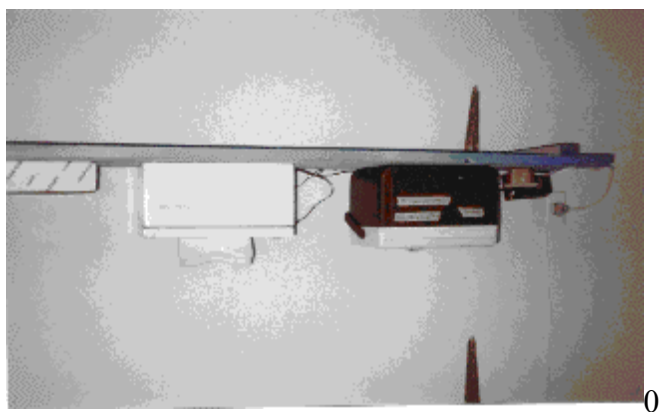
Av. Roberto Silveira, nº1250 – Barrinha – Quatis.



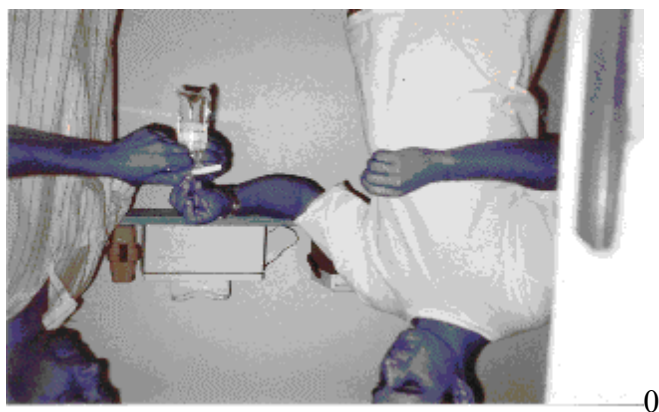
**Figura 18: Coleta de amostra de água tratada para análise qualitativa, realizada pelo funcionário do município de Quatis**



**Figura 19: Equipamentos utilizados na análise qualitativa: gabinete com a lâmpada UV e estufa simples (incubadora)**



**Figura 20: Adição do frascote contendo o reagente cromogênico: análise qualitativa**



-----

**Figura 21: Resultado após 24 h de incubação da análise da amostra da água bruta coletada no distrito de São Joaquim: visualiza-se facilmente a coloração azul-esverdeada da bolsa contendo a amostra**

-----



**Figura 22:** Para efeitos comparativos, vemos os resultados após 24 h de incubação: bolsa com amostra azul-esverdeada, água bruta; bolsa com amostra de cor amarelada, água tratada.



Obs: a variação de cor dependerá da marca do reagente que está sendo utilizado;

## **7 –RESULTADOS E COMENTARIOS**

### **7.1- Controle de qualidade da água do Município de Quatis**

A execução do monitoramento da qualidade bacteriológica ficou a cargo de um Farmacêutico -Bioquímico, lotado no Departamento de Vigilância Sanitária e um servidor, no cargo de leitorista, lotado no Departamento de Água e Esgoto; esta parceria foi uma determinação do Sr. Prefeito, preocupado que os possíveis resultados positivos de

contaminação tivessem as providências tomadas no menor intervalo de tempo, junto ao Departamento de Água e Esgoto.

**Tabela 18: Relação dos resultados das Análises de Controle de Qualidade de Água Potável - Município de Quatis- Janeiro a Março de 2000.**

| N. ° amostra/mês | Data da coleta | Cloro livre mg/l | Local da coleta                  | Resultados                        | Observações                 |
|------------------|----------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 01/01            | 06/01          | 0,7              | Estrada Quatis – Amparo, nº1535. | Ausência                          |                             |
| 02/01            | 06/01          | 0,4              | Av. Roberto Silveira, nº1250.    | Ausência                          |                             |
| 03/01            | 11/01          | 0,3              | Av. Roberto Silveira, nº1000.    | Presença coliforme totais         | Necessidade de nova amostra |
| 04/01            | 11/01          | 0,2              | Hospital Lucas                   | São Presença de coliformes totais | Necessidade de nova amostra |
| 05/01            | 12/01          | 0,4              | Av. Roberto Silveira, nº1000     | Ausência                          | 2ª amostra                  |
| 06/01            | 12/01          | 0,5              | Hospital Lucas                   | São Ausência                      | 2ª amostra                  |
| 07/01            | 17/01          | 0,3              | Rua Jaime C. Oliveira, n. ° 667  | Ausência                          |                             |
| 08/01            | 17/01          | 0,8              | Rua Bela Vista                   | Ausência                          |                             |
| 09/01            | 17/01          | 0,4              | Rua 23, nº 77.                   | Ausência                          |                             |
| 10/01            | 24/01          | 0,5              | Rua Elomir Nogueira, nº528.      | Ausência                          |                             |
| 11/01            | 24/01          | 0,1              | Av. Roberto Silveira s/n         | Ausência                          |                             |
| 12/01            | 24/01          | 0,7              | Creche Comunitária               | Ausência                          |                             |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Vigilância Sanitária da Secretaria Municipal de Saúde de Quatis**

(cont. Tabela 18).

| N.º amostra/mês | Data da coleta | Cloro livre<br>mg/l | Local da coleta                | Resultados                                    | Observações                 |
|-----------------|----------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| 01/02           | 01/02          | 1,0                 | Av. Roberto Silveira, nº1250.  | Ausência                                      |                             |
| 02/02           | 01/02          | 0,0                 | Av. Roberto Silveira, nº1000.  | Ausência                                      |                             |
| 03/02           | 01/02          | 0,6                 | Estrada Quatis-Amparo nº1535   | Ausência                                      |                             |
| 04/02           | 07/02          | 0,7                 | Rua Jaime C. Oliveira, nº666   | Presença de coliformes totais                 | Necessidade de nova amostra |
| 05/02           | 07/02          | 0,5                 | Rua Elomir Nogueira            | Ausência                                      |                             |
| 06/02           | 08/02          | 1,0                 | Rua Jaime C. Oliveira, n.º 666 | Ausência                                      | 2ª amostra                  |
| 07/02           | 17/02          | 0,2                 | Av. Roberto Silveira, nº1250.  | Ausência                                      |                             |
| 08/02           | 17/02          | -----               | Posto de Saúde São Joaquim     | Presença coliformes totais e Escherichia coli | Água bruta                  |
| 09/02           | 24/02          | 0,6                 | Hospital Lucas                 | São Ausência                                  |                             |
| 10/02           | 24/02          | -----               | Posto de Saúde Falcão          | Presença coliformes totais e E. coli          | Água bruta                  |
| 11/02           | 24/02          | 0,6                 | Estrada Quatis-Amparo n.º 1535 | Ausência                                      |                             |

|       |       |     |                                                       |
|-------|-------|-----|-------------------------------------------------------|
|       |       |     | Amparo n. ° 1535                                      |
| 12/02 | 28/02 | 0,8 | Cap.Aprégio Lima Ausência<br>(ao lado<br>Col..Ednéia) |
| 13/02 | 28/02 | 0,9 | Esc. Henry Nestlé Ausência                            |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Vigilância Sanitária da Secretaria Municipal de Saúde de Quatis**

(cont. Tabela 18).

| N. ° amostra/mês | Data da coleta | Cloro livre<br>mg/l | Local da coleta                   | Resultados | Observações |
|------------------|----------------|---------------------|-----------------------------------|------------|-------------|
| 01/03            |                |                     | Estrada Quatis-<br>Amparo n° 1535 | Ausência   |             |
| 02/03            |                |                     |                                   | Ausência   |             |
| 03/03            |                |                     | Esc. Henry Nestlé                 | Ausência   |             |
| 04/03            |                |                     |                                   | Ausência   |             |
| 05/03            |                |                     |                                   | Ausência   |             |
| 06/03            |                |                     |                                   | Ausência   |             |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Vigilância Sanitária da Secretaria Municipal de Saúde de Quatis.**

**Sede-** Foram realizadas 27 coletas e análises de água fornecida pelo sistema de abastecimento municipal. As amostras do dia 11/01 apresentaram presença de coliforme total, mesmo com um pequeno teor de cloro residual de 0,2 e 0,3 mg/l . A ETA foi

comunicada e foi corrigido o problema com o aumento da dosagem de cloro, confirmado pela coleta no dia seguinte (ausência de poluição e aumento do teor de cloro residual).

Uma amostra apresentou presença de coliforme total no dia 07/02 embora, tenha sido detectado cloro residual com um teor de 0,7 mg/l. No dia seguinte, foi realizada a coleta, apresentando resultado negativo.

A presença de resultados positivos na análise bacteriológica associados com resultados de cloro residual na amostra de água, não é contraditória conforme atestam vários autores: (CERQUEIRA,1999), (HESPANHOL,AZEVEDO NETO,BOTELHO,1982) e (ROQUE, DÁGUILLA,MIRANDA et al.,2000) devido a existência de nutrientes na água e às condições de manutenção da rede distribuidora. Acreditamos que estes resultados bacteriológicos, também, possam estar associados à falta do controle de pH, originando compostos desinfetantes com baixa eficiência em função de um possível pH na faixa alcalina. Todavia não foi possível confirmar essa possibilidade, devido à inexistência do equipamento específico - potenciômetro; mesmo assim foi sugerida uma pesquisa mais detalhada a Secretaria de Obras, para verificar uma possível deficiência da rede de distribuição em torno desses pontos de amostragem.

A média aritmética de cloro residual do período, foi de 0,6 mg/l com o desvio padrão de 0,32. Deve ser registrado que foi encontrado uma grande variação da dosagem de cloro residual (0,1 a 1,5 mg/l), sendo que 6,9% do total das amostras coletadas encontravam-se com teores abaixo de 0,2 mg/l, estando fora dos padrões da Portarias GM n.º 36/90 e 1469/00. Esses resultados, conforme apresentado no Gráfico 2, refletem as claras deficiências de operação da ETA de Quatis.

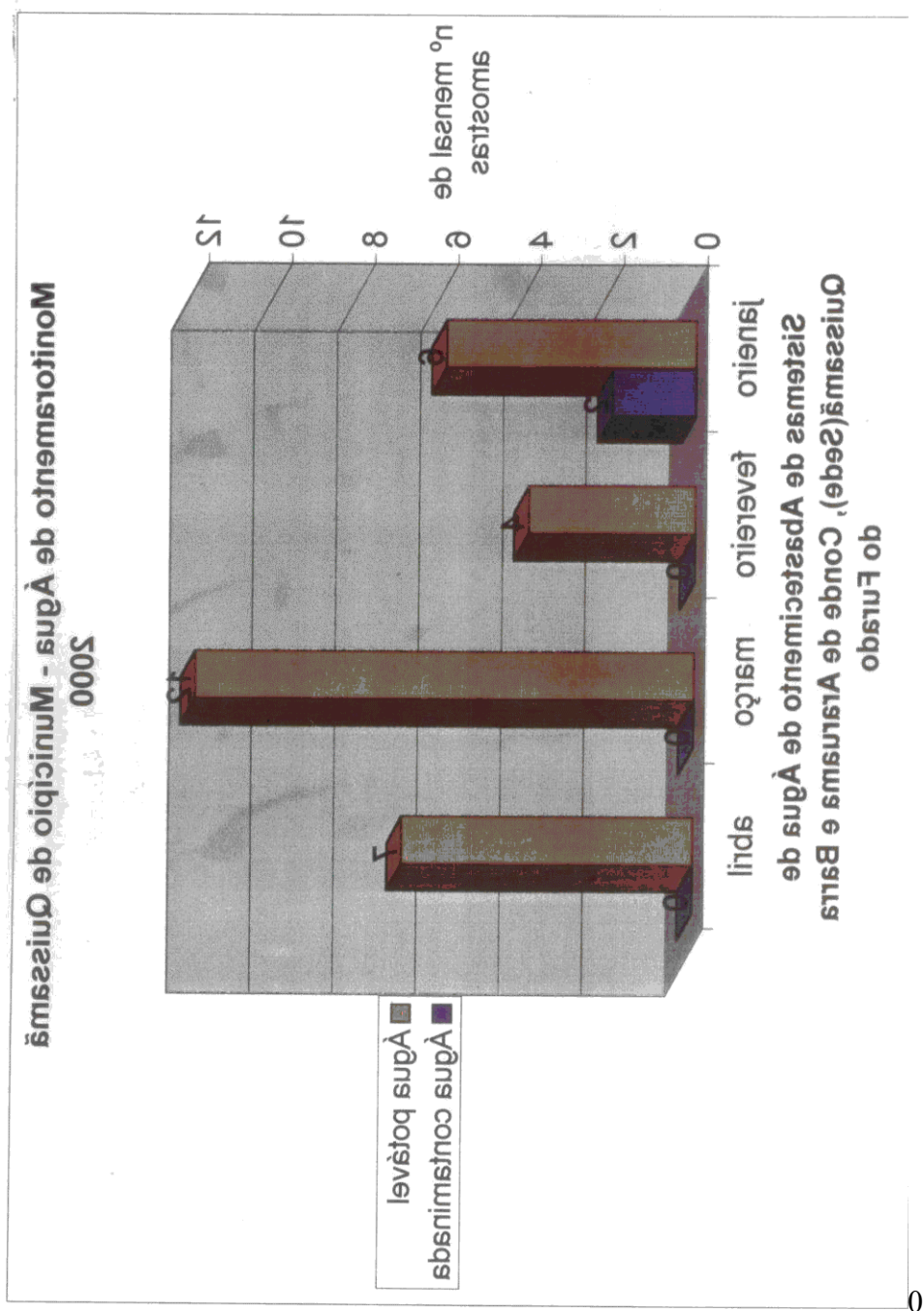
A operação da ETA era comprometida devido à inexistência de equipamentos de análise do tratamento da água e da falta de equipamento específico para a realização da cloração. O controle de dosagens da solução de cloro era ineficiente assim como a forma de estocagem do produto, comprometendo e tornando mais difícil a manutenção do teor do produto na água de abastecimento.

**Localidades** - Foram realizadas duas coletas de água nas localidades de Falcão e São Joaquim. Nessas localidades, não existe tratamento de água, os sistemas de distribuição de água são mantidos pela Prefeitura. Os resultados positivos, tanto a presença de coliforme total e a de *Escherichia coli*, encontrados na análises bacteriológicas das amostras de água bruta, comprovaram a eficácia do método na detecção de contaminação, indicando a necessidade de implantação de Estações de Tratamento de Água nos dois sistemas considerados .

No monitoramento da água da sede houve um número maior de análises do que o

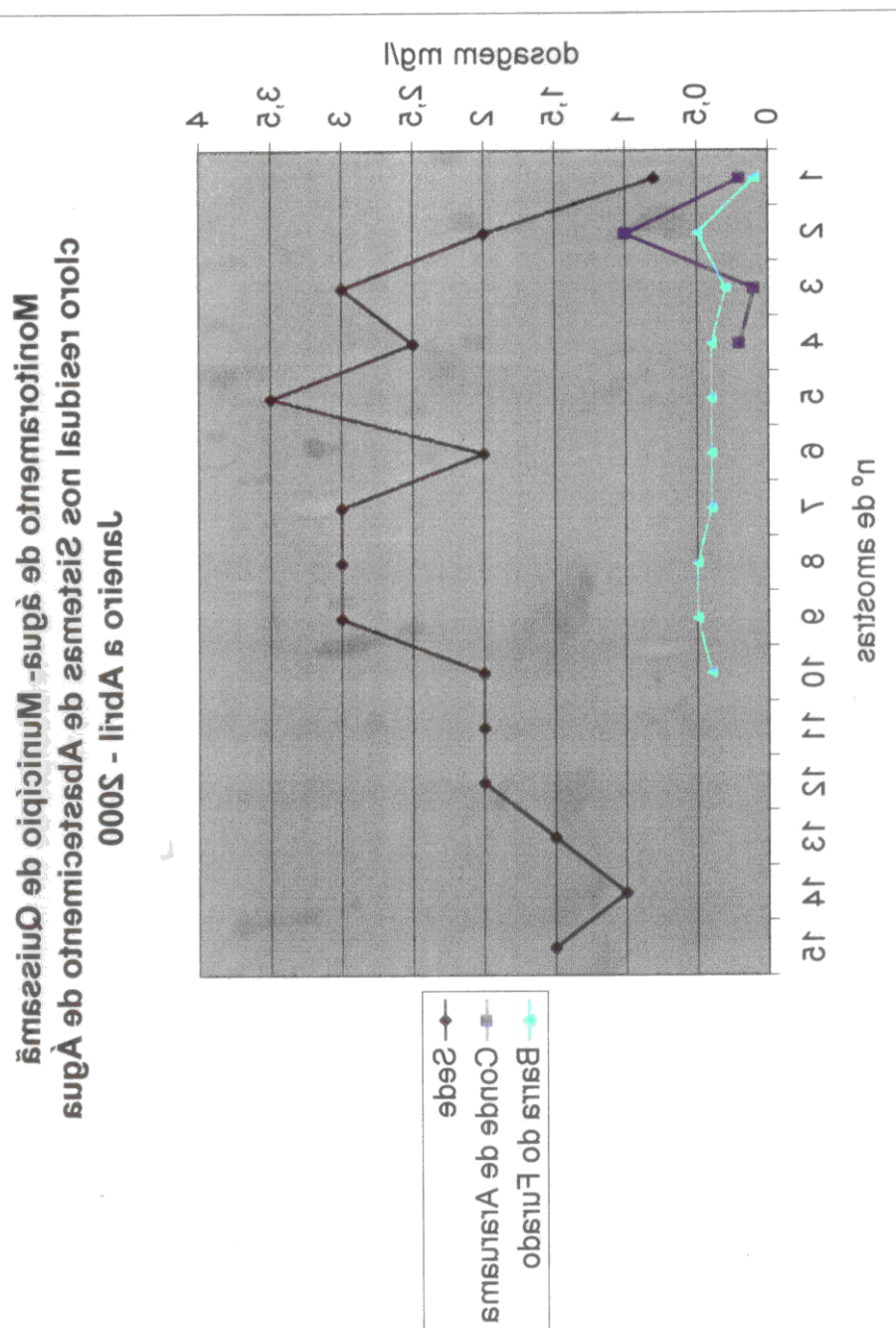
proposto pela antiga legislação ( Portaria GM/MS nº36/90); este fato foi decorrência do interesse por parte da Secretaria de Saúde e da Secretaria de Obras em avaliar as condições operacionais da ETA da sede do município.

Gráfico 1



Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quatis

Gráfico 2



0

## 7.2- Controle de qualidade da água do Município de Quissamã

A execução do monitoramento da qualidade bacteriológica ficou a cargo de um Técnico de Vigilância Sanitária e Saúde Ambiental, lotado no Departamento de Saneamento e uma Agente Municipal de Saneamento, lotada no Posto de Saúde da localidade de Barra do Furado. Os equipamentos ficaram guardados no próprio Departamento e as análises eram realizadas na própria Secretaria de Saúde. Um fator

importante para a tomada imediata de providência de correções nas ETA's é a existência de Agentes de Saneamento operando em sintonia, nas localidades com SAA, com os servidores da Secretaria de Meio Ambiente responsáveis pela operação.

**Tabela 19: Relação dos resultados das Análises de Controle de Qualidade de Água Potável - Município de Quissamã- Janeiro a Abril de 2000.**

**Locais: Sede do município e localidades de Barra do Furado, Conde de Araruama e Santa Catarina.**

| <b>Data da coleta</b> | <b>Cloro livre</b> | <b>Proprietário/local coleta</b>                                   | <b>Resultados</b>             | <b>Observações</b>          |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                       | <b>mg/l</b>        |                                                                    |                               |                             |
| 05/01                 | 0,2                | Manoel Silva - Conde de Araruama                                   | Presença de coliformes totais | Necessidade de nova amostra |
| 05/01                 | 0,8                | Idalina Fernandes - Rua Belizário, n.º 160 - Santa Catarina        | Ausência                      |                             |
| 05/01                 | 2,0                | André Luiz - Rua Antônio de Almeida, nº 195.<br><br>Santa Catarina | Ausência                      |                             |
| 06/01                 | 0,1                | Frigofish - Barra do Furado                                        | Presença de coliformes totais | Necessidade de nova amostra |
| 12/01                 | 1,0                | Manoel Silva - Conde de Araruama                                   | Ausência                      | 2ª amostra                  |
| 13/01                 | 0,5                | Frigofish - Barra do Furado                                        | Ausência                      | 2ª amostra                  |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Saneamento da Secretaria Municipal de Saúde de Quissamã**

(cont. Tabela 19).

| <b>Data da coleta</b> | <b>Cloro livre</b> | <b>Local da coleta</b>                  | <b>Resultados</b> | <b>Observações</b> |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------------------|-------------------|--------------------|
|                       | <b>mg/l</b>        |                                         |                   |                    |
| 24/02                 | 0,3                | Frigofish - Barra do Furado             | Ausência          |                    |
| 24/02                 | 0,4                | Posto de Saúde Mário Barros             | Ausência          |                    |
|                       |                    | Av. Francisco Manhães - Barra do Furado |                   |                    |
| 24/02                 | 0,4                | Eliete Cordeiro - Av. Atlântica.        | Ausência          |                    |
|                       |                    | Barra do Furado                         |                   |                    |
| 24/02                 | 0,4                | Marina Ribeiro - Barra do Furado        | Ausência          |                    |

**Fonte:** Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Saneamento da Secretaria Municipal de Saúde de Quissamã

(cont. Tabela 19).

| <b>Data da coleta</b> | <b>Cloro livre</b> | <b>Local da coleta</b>                                                | <b>Resultados</b> | <b>Observações</b> |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
|                       | <b>mg/l</b>        |                                                                       |                   |                    |
| 13/03                 | 3,0                | Hospital Maria de Jesus - Av. Francisco de Assis, n.º 560             | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 0,1                | Daniel de Souza - Conde de Araruama                                   | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 2,5                | Idalina Fernandes - Rua Belizário, nº 160 - Santa Catarina            | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 3,5                | André Luiz Figueiredo, Rua Antônio de Almeida, nº195.                 | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 2,0                | Posto de Gasolina "Dauro Aragão" - Loteamento Quissamã                | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 3,0                | Prefeitura de Quissamã                                                | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 3,0                | José Roberto Pereira - Rua Luiz Alfaiate, n.º 1551 - Carmo - Quissamã | Ausência          |                    |
| 13/03                 | 3,0                | Fernando de Souza - Rua José Saturnino, 322 - Caxias - Quissamã.      | Ausência          |                    |
| 30/03                 | 0,4                | Frigofish - Barra do Furado                                           | Ausência          |                    |
| 30/03                 | 0,5                | Posto de Saúde Mário Barros-Barra do Furado                           | Ausência          |                    |
| 30/03                 | 0,5                | Liete Cordeiro-Av. Atlântica-Barra do Furado.                         | Ausência          |                    |
| 30/03                 | 0,4                | Marina Ribeiro-Barra do Furado                                        | Ausência          |                    |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Saneamento da Secretaria Municipal de Saúde de Quissamã**

(cont. Tabela 19).

| <b>Data da coleta</b> | <b>Cloro livre<br/>mg/l</b> | <b>Local da coleta</b>                                     | <b>Resultados</b> | <b>Observações</b> |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 03/04                 | 2,0                         | Prefeitura de Quissamã                                     | Ausência          |                    |
| 11/04                 | 2,0                         | Fernando de Souza, R. José Saturnini, 322-Caxias-Quissamã. | Ausência          |                    |
| 11/04                 | 2,0                         | Hospital M.M. de Jesus, Alto Alegre-Quissamã.              | Ausência          |                    |
| 26/04                 | 1,5                         | Idalina Fernandes-Sta. Catarina                            | Ausência          |                    |
| 26/04                 | 0,2                         | Daniel Gomes de Souza-Conde de Araruama                    | Ausência          |                    |
| 26/04                 | 1,0                         | José Roberto Pereira, Carmo-Quissamã.                      | Ausência          |                    |
| 26/04                 | 1,5                         | André Luiz Figueiredo de Souza, Canto da Saudade-Quissamã. | Ausência          |                    |

**Fonte: Extraídos dos resultados das Fichas de coletas de amostras – Departamento de Saneamento da Secretaria Municipal de Saúde de Quissamã**

**Sede e localidade de Santa Catarina** - Foram realizadas 15 coletas de água fornecida pela CEDAE, não foi detectado nenhuma poluição/contaminação nas amostras, conforme os Gráficos 5,6,7 e 8.

A média aritmética de cloro residual do período, foi de 2,2 mg/l com o desvio padrão de 0,77. Deve ser registrado que foi encontrado uma grande variação da dosagem de cloro residual (0,8 a 3,5 mg/l), conforme apresenta o Gráfico 4, sendo que 40,0% do total das amostras coletadas encontravam-se com teores acima de 2,0 mg/l, em desacordo com a atual legislação Portaria GM/MS n.º 1469/00 que recomenda o teor máximo de 2,0 mg/l em qualquer ponto do sistema de abastecimento. A Secretaria Municipal de Saúde não comunicou o fato à CEDAE, por entender que não foi encontrado nenhum problema de ordem bacteriológica, além de que naquele período do monitoramento não existia limites na legislação para o produto na água.

**Barra do Furado**- Executado, em três meses, o total de 10 amostras de água coletadas na rede de distribuição do sistema operado pela Prefeitura, conforme os Gráficos 5,6 e 7. Na amostra do dia 06/01, foi detectado presença de coliforme total, o problema foi corrigido através do aumento da dosagem de cloro na ETA. Posteriormente com a manutenção da regulagem da dosagem de cloro, não apresentou mais problemas de qualidade bacteriológica na água.

A média aritmética de cloro residual do período, foi de 0,4 mg/l com o desvio padrão de 0,12. Deve ser registrado que foi encontrado uma pequena variação da dosagem de cloro residual (0,1 a 0,5 mg/l), sendo que 10,0% do total das amostras coletadas encontravam-se com teores abaixo de 0,2 mg/l, estando fora dos padrões da Portarias GM n.º 36/90 e 1469/00. Esses resultados, conforme apresentados no Gráfico 4, refletem a razoável operação da ETA de Barra do Furado.

**Conde de Araruama** - Executado o total de 4 amostras de água coletadas na rede de distribuição do sistema operado pela Prefeitura. A análise da amostra do dia 05/01, apresentou coliforme total mesmo tendo sido detectado a presença de cloro residual; o problema foi corrigido através do aumento da dosagem de desinfetante na água distribuída pelo sistema.

A média aritmética de cloro residual do período, foi de 0,4 mg/l com o desvio padrão de 0,17. Deve ser registrado que foi encontrado uma variação da dosagem de cloro residual (0,1 a 1,0 mg/l), sendo que 25,0% do total das amostras coletadas encontravam-se com teores abaixo de 0,2 mg/l, estando fora dos padrões da Portarias GM n.º 36/90 e 1469/00. Esses resultados, conforme apresentados no Gráfico 4, refletem uma dificuldade de manter a desinfecção na operação do sistema.

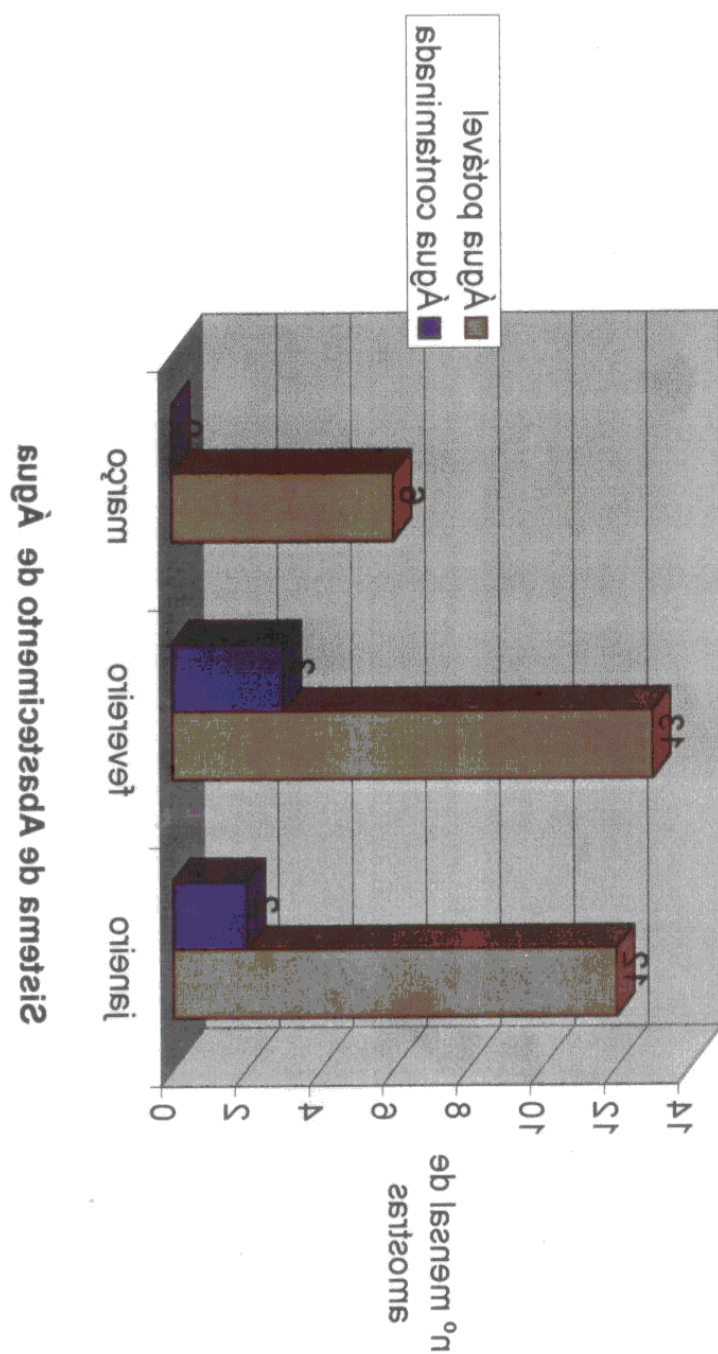
Um dos pontos comentados na utilização do método bacteriológico, tal qual no

município de Quatis, foi a comprovação de presença de coliforme totais na presença de cloro residual pois, os servidores da Secretaria Municipal de Saúde consideravam segura sanitariamente a água após detectarem a presença de cloro residual.

O número de amostras na sede do município ficou abaixo do que preconizava a antiga Portaria GM/MS nº36/90, este fato estava associado a uma dificuldade da equipe em requisitar transporte na Secretaria para a coleta das amostras.

Um dos fatores que contribuiu para a normalização das dosagens de cloro nas localidades foi a presença de agentes de saneamento vinculados aos Posto de Saúde que após a comunicação de anormalidade pela Secretaria de Saúde, eram instruídos para alertar os servidores da Secretaria Municipal de Meio Ambiente para melhoria dos sistemas e participavam da coleta da água junto do servidor capacitado.

### **Gráfico 3**



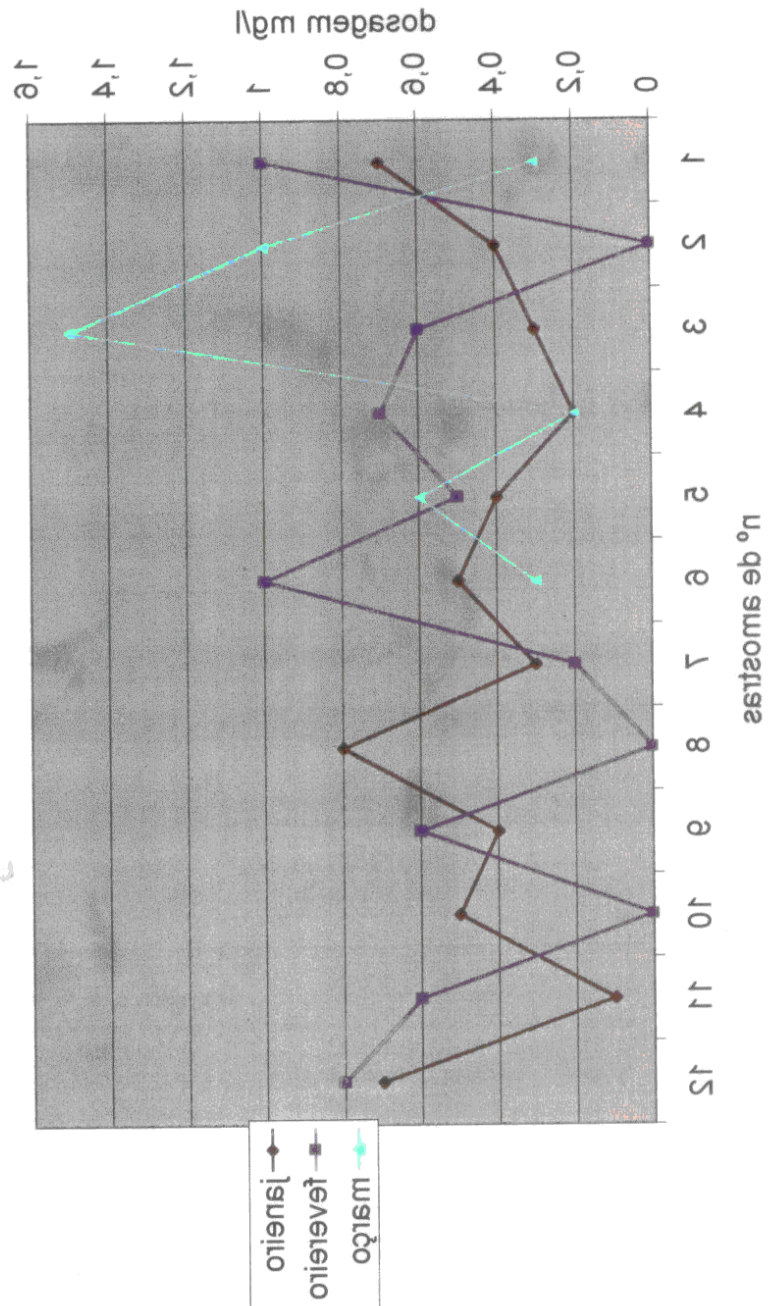
- situação de origem - água de tratamento  
2000

0

Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

Gráfico 4

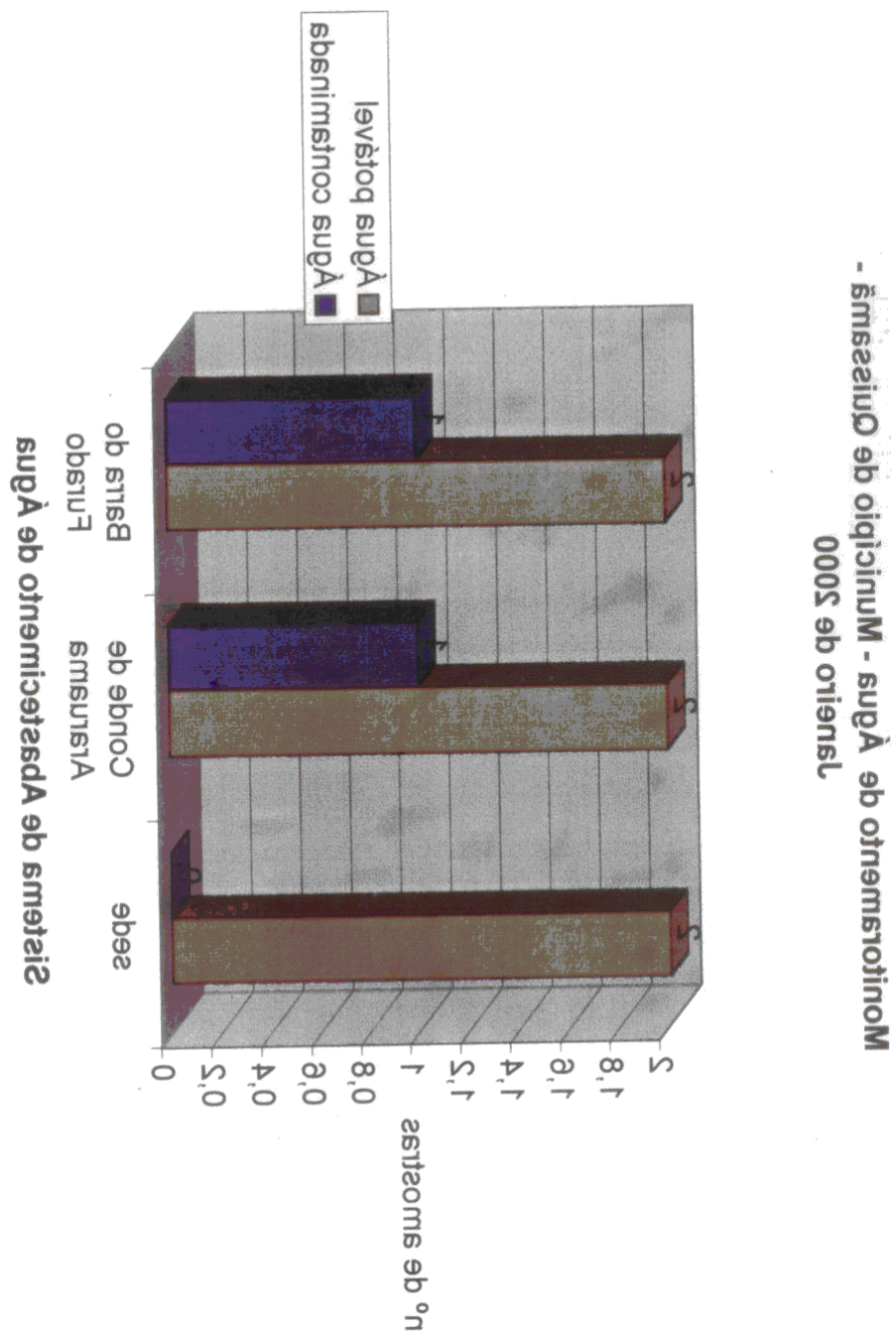
**Monitoramento de Água - Município de Quatis**  
**cloro residual no Sistema de Abastecimento de Água da Sede**  
**Janjeiro a Março - 2000**



0

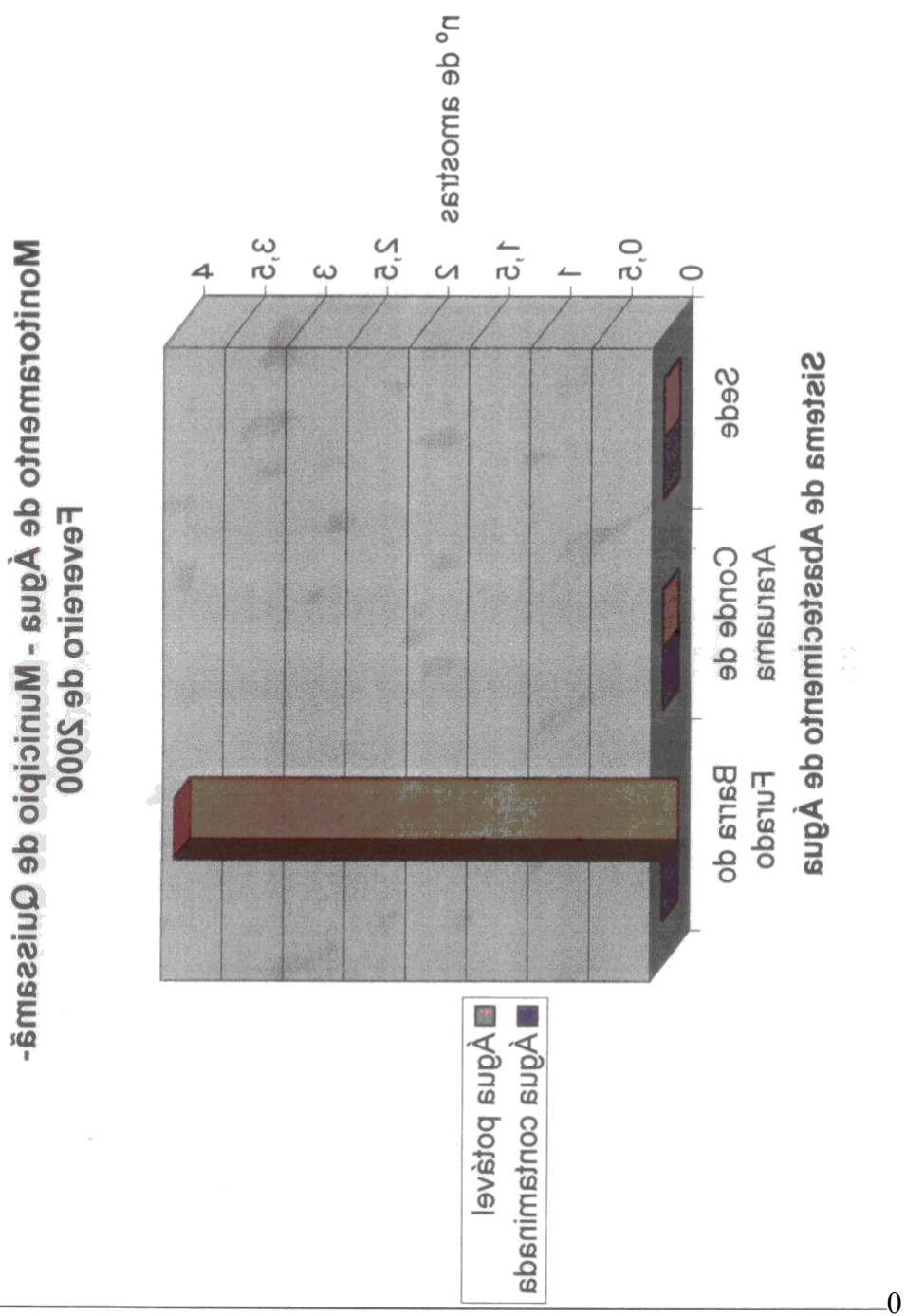
Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

Gráfico 5



Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

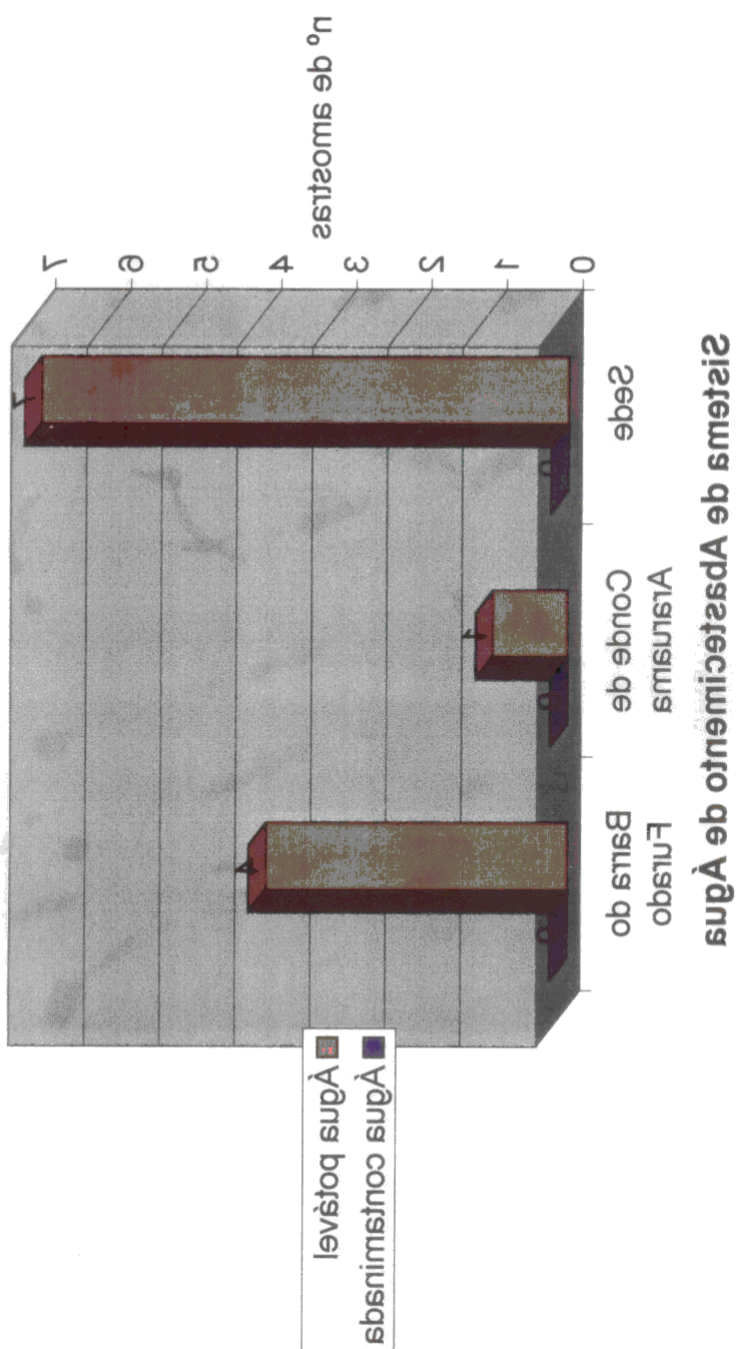
Gráfico 6



Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

Gráfico 7

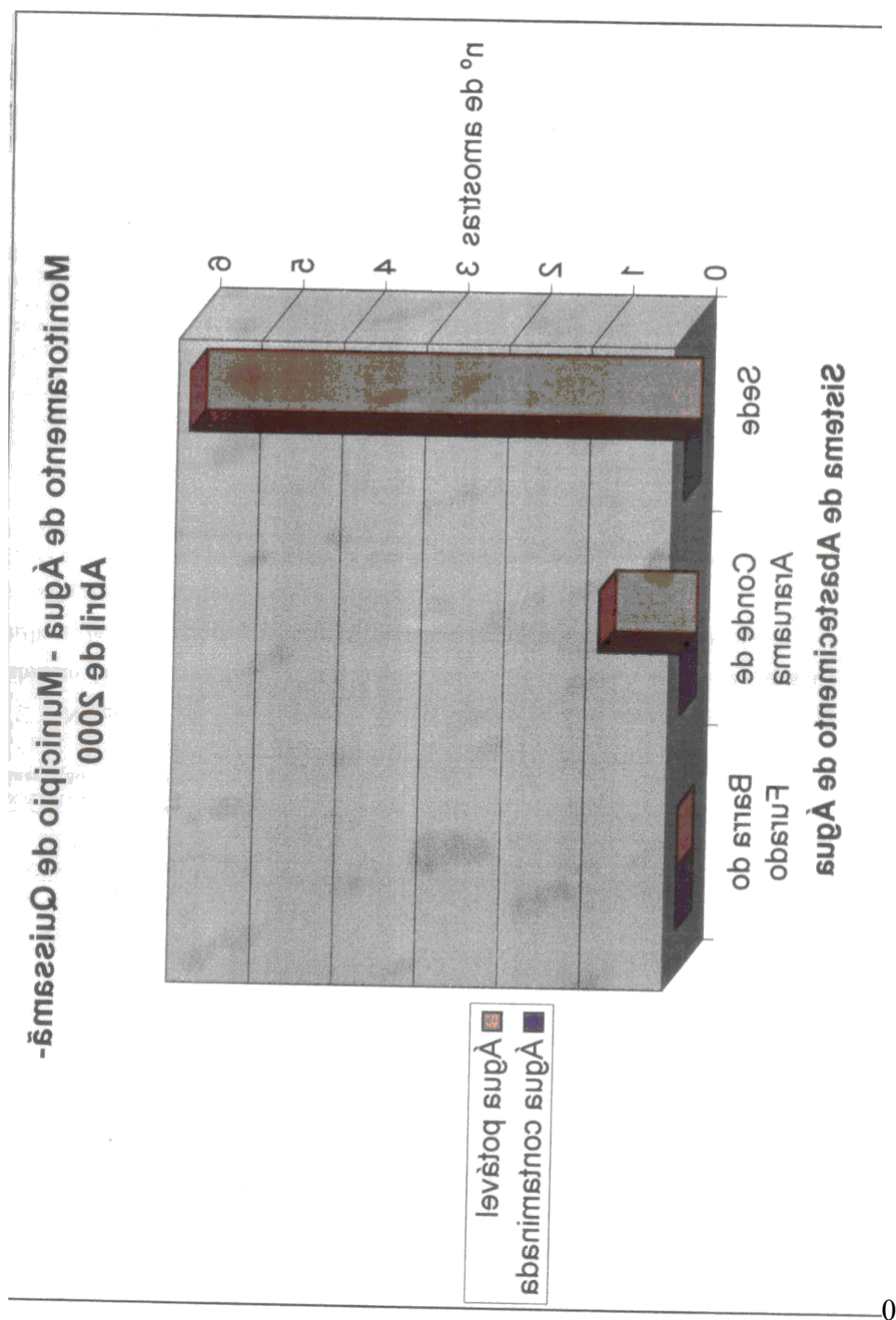
**Sistema de Abastecimento de Água**  
**Monitoramento de Água - Município de Quissamã -**  
**Março de 2000**



0

Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

Gráfico 8



Fonte: Fichas de coletas de amostras – SMS Quissamã

### 7.3- Custo do monitoramento da água nos municípios

Apresentamos a seguir os valores de investimento e de custeio, referente a implantação do método. Ressaltamos que os equipamentos, câmara de leitura e a incubadora simples, foram montados utilizando-se de materiais e componentes simples, a maioria encontrados nos próprios municípios, facilitando deste modo, a aquisição e a manutenção corretiva por parte das secretarias municipais de saúde.

**Tabela 20 - Investimento dos equipamentos para monitoramento da água através do método do substrato definido cromogênico**

| Item                                               | Preço unitário R\$ | Preço Total R\$   |
|----------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| ·Incubadora simples                                |                    | 79,02             |
| - material                                         | 62,50              |                   |
| - mão-de-obra                                      | 16,52              |                   |
| ·Câmara de leitura                                 |                    | 118,70            |
| - material                                         | 69,07              |                   |
| - mão-de-obra                                      | 49,63              |                   |
| 3) Comparador colorimétrico de cloro residual -DPD | 160,00             | 160,00            |
|                                                    |                    | <b>R\$ 357,72</b> |

Fonte: FUNASA-CECAP/B.S.João  
Observação: Os preços referem-se a agosto/2001.

No que se refere ao custeio do monitoramento de água através do método do substrato definido cromogênico, utilizamos o critério de determinar o custo de quatro análises bacteriológicas simultâneas, tentando reproduzir um plano semanal de amostragem conforme estabelece a legislação.

**Tabela 21 - Custeio para monitoramento da água de 4 amostras semanais através do método do substrato definido cromogênico-**

| Item                                    | Quantidade/ Parâmetro | Preço unitário R\$ | Preço Total R\$  |
|-----------------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| 1) Bolsa plástica de coleta descartável | 04                    | 1,00               | 4,00             |
| 2) Reagente cromogênico                 | 04                    | 6,50               | 26,00            |
| 3) Reagente para cloro tipo DPD         | 04                    | 0,67               | 2,68             |
| 4) Energia Elétrica                     |                       |                    | 0,05             |
| - incubadora simples-                   | 0,17 KW               | 0,25 KW/h          |                  |
| - câmara de leitura -                   | 0,0005 KW             | 0,25KW/h           |                  |
| 5) Água sanitária-                      | 20 ml                 | 1,50/ litro        | 0,03             |
| 6) Mão-de-obra -                        | 0,6/h                 | 4,13/ h            | 2,48             |
|                                         |                       |                    | <b>R\$ 35,24</b> |

Fonte: FUNASA- CECAP/ B.S.João  
Observação: Os preços referem-se a agosto/2001.

Desta forma, podemos comparar com a previsão de gasto com o envio das amostras de água para o Laboratório Central de Saúde Pública "Noel Nutels" , situado na cidade do Rio de Janeiro, para realização da análise bacteriológica; sendo que no caso específico das cidades de Quatis e Quissamã estas estão distantes respectivamente 145 quilômetros e 237 quilômetros da cidade do Rio de Janeiro.

**Tabela 22- Custeio para monitoramento da água de 4 amostras semanais através do envio ao Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN-RJ)**

| Item                                    | Quantidade/Parâmetro                           | Preço Unitário R\$  | Quatis - Quantidade / Preço Total R\$ | Quissamã - Quantidade / Preço Total R\$ |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| 01) Transporte por veículo tipo pick-up | Distância x 1,05 (desvios Transito) x 2 (ida e | 1,85/litro gasolina | 30,4 litros / 56,24                   | 49,8 litros / 92,30                     |

Saveiro- consumo 10 volta)

km/l gasolina

|                          |                          |                           |                    |                   |               |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| Outros                   | desgaste                 | Distância x 1,05 (desvios | 0,0185/ quilometro | 304 km / 5,62     | 498 km / 9,23 |
| veiculo ( pneus, óleos e | Transito) x 2 (ida e     |                           |                    |                   |               |
| etc.)                    | volta)                   |                           |                    |                   |               |
| 02) Pessoal- motorista   | 8 horas                  | 3,30/ hora                | 26,40              | 26,40             |               |
| Ajuda de custo           | Dia/deslocamento fora do | 15,00/ dia                | 15,00              | 15,00             |               |
|                          | município                |                           |                    |                   |               |
| 3) Reagente para cloro   | 04                       | 0,67                      | 2,68               | 2,68              |               |
| tipo DPD                 |                          |                           |                    |                   |               |
|                          | -                        | -                         | <b>R\$ 105,94</b>  | <b>R\$ 145,61</b> |               |

Fonte: FUNASA - CECAP/ B.S.João

Observação:

- Os preços referem-se a agosto/2001;
- Foi considerado o mesmo valor para mão-de-obra e a ajuda de custo.

Com base na tabela 21 podemos determinar o custo unitário de R\$ 8,81 da análise bacteriológica utilizando o método do substrato cromogênico associado a uma determinação de cloro residual.

De acordo com a tabela 22, o custo unitário de uma análise bacteriológica, considerando o transporte e a execução sem custo no LACEN- RJ, é de R\$ 26,48 para o município de Quatis e R\$ 36,40 para o município de Quissamã. Devemos registrar que não foram considerados os custos para a coleta de amostras de água em cada município, por se tratar de uma atividade comum às duas situações apresentadas nesse estudo.

## 8 –CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O método do substrato definido cromogênico foi utilizado pelas Secretarias Municipais de Saúde dos municípios de Quatis e Quissamã, no monitoramento da qualidade bacteriológica das águas de consumo humano distribuídas pelos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) operados pelos próprios municípios e pela concessionária do Estado.

A aplicação do método bacteriológico associado com a verificação da dosagem do cloro residual (obrigatório pela Portaria M.S nº 1469/00) demonstrou a existência de problemas de contaminação/poluição das águas distribuídas à população. Tais problemas decorrem principalmente da falta e/ou inexistência de equipamentos de análises para o controle do tratamento, falhas na aplicação e controle da solução desinfetante além da falta de rotina de verificação do estado de conservação/manutenção da rede de distribuição de água.

A realização da prática da vigilância ambiental da água de consumo humano nos municípios, tal como preconiza a legislação, apresentou pontos positivos importantes na utilização do método do substrato definido cromogênico tais como:

- o baixo custo das análises combinadas (R\$ 8,81) executadas no município em relação ao custo despendido ( R\$ 26,48 - município de Quatis e R\$ 36,40 - município de Quissamã) para realização das mesmas análises no laboratório de referência situado na capital do Estado ;
- possibilidade de execução das análises da água de forma freqüente e em dias da semana aleatórios, dificultando a adoção de procedimentos "preparatórios" por parte do prestador do SAA;
- a realização da análise da água em 24 horas, permitiu a rápida comunicação do resultado positivo para adoção de medidas corretivas por parte do prestador do SAA e posterior coleta de nova amostra para confirmação do resultado;
- a adoção de uma nova tecnologia para a atuação mais objetiva, segura e de resposta rápida, motivando os profissionais das secretarias de saúde em suas atividades de vigilância sanitária e de saneamento;
- um início de troca de informações entre o prestador do SAA e os profissionais da saúde, anteriormente inexistente, em razão dos resultados positivos das análises de água e a sua associação com os problemas existentes nas ETA e nas redes de distribuição.

Embora tenha sido comprovado a viabilidade econômica da análise, a eficiência do método, a simplicidade e o baixo investimento em equipamentos (R\$ 357,72), existem alguns pontos que apresentam questionamento por parte de outros profissionais das mesmas secretarias municipais a saber:

- a desconfiança do método adotado devido a falta de reconhecimento por parte

do Laboratório Central de Saúde Pública do Rio de Janeiro;

- tendência a desacreditar o método quando o mesmo apresenta um resultado positivo de poluição na presença de cloro residual na amostra. Isso reflete a falta de conhecimento técnico do profissional que pode ser superado através de treinamento e reciclagem dos conteúdos sobre abastecimento e tratamento de água;
- a dúvida sobre a possível dificuldade de aquisição dos reagentes importados por parte da Prefeitura, impossibilitando a realização do monitoramento;
- a tendência de comprovação do resultado positivo através de análises bacteriológicas mais "tradicionais" antes de iniciar algum procedimento de verificação junto ao prestador do SAA;
- desconhecimento da atribuição legal da Secretaria Municipal de Saúde em realizar o monitoramento e a vigilância da água de consumo humano, acarretando desinteresse em apoiar e desenvolver uma rotina de coleta de amostras em vários pontos dos SAA localizados na sede e nas localidades.

#### 8.1- Município de Quatis:

A principal conclusão da utilização do método do substrato definido cromogênico por parte da Secretaria Municipal de Saúde e da Secretaria Municipal de Obras foi a comprovação da necessidade de investimento em nova Estação de Tratamento de Água por parte da Prefeitura e, posteriormente, a melhoria ou troca de parte da antiga rede de distribuição de água. Esta conclusão foi embasada nos resultados positivos da água de consumo humano com a presença de poluição (10,34% do total de amostras), insuficiência na dosagem de cloro residual (6,9 % do total de amostras) e déficit da vazão de abastecimento a sede. No primeiro momento, houve dúvidas quanto a atuação e/ou capacidade técnica dos operadores em manter a desinfecção da água na ETA devido a presença de alguns operadores que eram da cooperativa de prestadores de serviço; porém, posteriormente, ficou comprovado que o principal ponto era a operação deficiente em razão da falta/inexistência de equipamentos para dosagens assim como para análises de qualidade do tratamento da água, originando assim uma posição conjunta das Secretarias.

A operação dos equipamentos no monitoramento, por parte dos servidores capacitados, não apresentou problemas e não se registrou nenhuma manutenção corretiva.

A utilização do método do substrato definido cromogênico na execução semanal de quatro análises bacteriológicas no município, possibilita uma redução de 66,7% do custo total em relação ao envio dessas amostras de água para a realização das análises bacteriológicas no Laboratório Central de Saúde Pública, situado na cidade do Rio de Janeiro. Esses resultados permitem comprovar a viabilidade econômica do método bacteriológico como importante ferramenta na implantação da vigilância ambiental na água

de consumo humano no município.

## 8.2-Município de Quissamã

A principal conclusão após a utilização do método do substrato definido cromogênico foi a constatação das boas condições de operação das Estações de Tratamento de Água das localidades de Barra do Furado e de Conde de Araruama; pois havia uma desconfiança da comunidade local sobre a qualidade do serviço prestado pela Prefeitura. Nas primeiras análises bacteriológicas realizadas, se identificou positivamente presença de poluição nas águas de consumo humano nas redes das localidades - Barra de Furado ( 10% do total das amostras) e Conde de Araruama ( 25% do total das amostras) , o problema foi rapidamente superado através das orientações técnicas prestadas pelos agentes de saneamento lotados nas localidades.

O principal questionamento quanto ao monitoramento foi a identificação da presença de coliforme total com a existência de baixo teor de cloro residual na água de consumo humano (6,9% do total das coletas), o que originou questionamento por parte de outros profissionais sobre o metodologia adotada na análise bacteriológica e na coleta da amostra. Essa dúvida foi esclarecida pelos servidores capacitados e sanada após a correção e a manutenção da dosagem aplicada de cloro nas respectivas ETA's .

Foi identificado, também, o problema de excesso de cloro residual em 40% das amostras de águas coletadas, no SAA da sede do município operado pela concessionária estadual. Nesse caso, não houve questionamento oficial por parte da Secretaria Municipal de Saúde ao prestador, por acreditar que isso era um procedimento operacional padrão e não afetaria a saúde dos moradores.

A operação dos equipamentos no monitoramento, por parte dos servidores capacitados, não apresentou problemas e não foi registrado nenhuma manutenção corretiva.

A utilização, com uma frequência semanal de quatro análises bacteriológicas no município, do método do substrato definido cromogênico, possibilita uma redução de 75,7% do custo total em relação ao envio dessas amostras de água para a realização das análises bacteriológicas no Laboratório Central de Saúde Pública, situado na cidade do Rio de Janeiro.

Essa conclusão permite comprovar a viabilidade econômica do método bacteriológico como importante ferramenta na implantação da vigilância ambiental na água de consumo humano no município.

## 8.3-Recomendações

Foi observado, em ambos os municípios, que não existe o procedimento de verificação de cloro residual na rede de distribuição por parte do prestador/operador do Sistema de

Abastecimento de Água (SAA), somente fazendo-o na saída da ETA, comprometendo a eficiência da desinfecção e possibilitando o aparecimento de poluição/contaminação assim como o excesso do cloro na água de abastecimento. Desta forma recomendamos que as Secretarias Municipais de Saúde orientem os prestadores para a realização das amostras de cloro residual na rede e verifiquem dos tempos de contato do produto da desinfecção na água antes de ser distribuída.

Uma maior participação dos prestadores de serviço dos SAA nos municípios tais como a CEDAE, Secretaria Municipal de Obras e/ou Secretaria de Meio Ambiente com a Secretaria Municipal de Saúde na avaliação conjunta das informações relativas à qualidade da água de consumo humano e propor planos mínimos de investimento tais como: aquisição de equipamentos operacionais mínimos para desinfecção e controle analítico ( turbidímetro, potenciômetro para pH, comparador de cloro residual do tipo DPD e medidor de cor ) em razão da total inexistência de equipamentos no município de Quatis e a insuficiência no município de Quissamã, além de realizarem a capacitação e qualificação de seus operadores de ETA.

Faz-se necessário que as respectivas Secretarias Municipais de Saúde estabeleçam procedimentos de rotina de solicitação e recebimento de relatórios mensais dos prestadores dos SAA, estando nestes, incluídas informações mínimas operacionais e as análises preconizadas pela legislação atual - Portaria M.S./GM n.º 1469 de 29/12/2000, assim como que os mesmos sejam apresentados, mensalmente, juntamente com os resultados do monitoramento da vigilância da água de consumo ao Conselho Municipal de Saúde.

Tendo em vista que o método bacteriológico permite o levantamento de dados sanitários da água de consumo humano, sugerimos que estas informações sejam utilizadas como critério epidemiológico para a priorização de investimento por parte dos municípios na melhorias das condições de tratamento (filtração) nos Sistemas de Abastecimento de Água nas comunidades .

O método do substrato cromogênico é superior em sensibilidade e na especificidade na detecção de coliforme total e *Escherich coli*, porém não deve ser utilizado na avaliação sanitária de águas naturais, em razão que pode deixar de registrar os falso-negativos. Sua aplicação deve estar limitada na avaliação da qualidade da água tratada, onde a presença de coliforme total pode indicar falhas no tratamento e/ou no pós-tratamento e ainda a presença de nutriente em excesso, nos reservatórios e redes de distribuição, assim como a presença de matéria fecal através da existência de *Escherich coli*.

Tendo em vista que os coliformes só prestam como indicadores de qualidade bacteriológica da água, reforçamos a necessidade das Secretarias Municipais de Saúde, utilizarem os indicadores não biológicos - turbidez, cloro residual e pH, como parâmetros

de aferição complementares das condições de tratamento da água (filtração e controle de pH) para assegurar a retenção de protozoários e inativação de vírus.

Em conformidade da Portaria M.S. n.º 1469/2000, as Secretarias Municipais de Saúde que desejarem executar as análises bacteriológicas e físico-química deverão realizar o credenciamento/certificação junto ao órgão ambiental .

A implantação do método do substrato definido cromogênico aliado às análises dos parâmetros físico - químico nas Secretarias Municipais de Saúde deverá ser integrado e articulado com Secretaria Estadual de Saúde, tendo em vista o envio das informações para compor o Sistema Nacional de Vigilância Ambiental .

Os resultados obtidos demonstraram que o método do substrato definido cromogênico, utilizado pelas Secretarias Municipais de Saúde de Quatis e Quissamã para o monitoramento bacteriológico da água, é uma solução técnica e viável economicamente, para ser implantado na vigilância ambiental da água de consumo humano nos outros municípios, pois permitirá que o imprescindível Laboratório Central de Saúde Pública " Noel Nutels", deixe de realizar as inúmeras análises bacteriológicas semanais dos municípios, para se concentrar nas importantes análises ambientais da água tais como: substâncias inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos e cianotoxinas.

## 9 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the examination water and wastewater*. 19. ed. Washington: American Public Health Association, 1995.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Água - Tratamento e Qualidade*. 2. ed. Tradução de Allyrio Macedo Filho e Zadir Castello Branco. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1964. 465 p. [tradução Water Quality and Treatment. USAID].
- AZEVEDO, Sandra M. F. O . *Toxic cyanobacteria and the Caruaru Tragedy*. Livro resumo do IV Simpósio da Sociedade Brasileira de Toxinologia. São Paulo: SBTx, 1996. 84 p.
- BABBITT, Harold E., DOLAND, James J., CLEASBY, John L.. *Abastecimento de Água*. Tradução Zadir Castello Branco. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 592 p.[tradução de Water Supply, 6º edition].
- BABBITT, Harold E. *Engineering in Public Health*. New York: Mc Graw-Hill, 1952.582 p.
- BARCELLOS, Christovam, BARBOSA, Kátia C., PINA, Maria de Fátima et al. Análise de Risco em Saúde utilizando Sistemas de Informações Geográficas: o Caso do Abastecimento de Água no Rio de Janeiro. *Anais do III Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento*.Curitiba: [s.n.], 9 p., maio 1997.
- BATALHA, Bem-Hur Luttembarck. *Controle da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. São Paulo: CETESB, 1977. 198 p. [convênio BNH/ABES/CETESB].
- BERG, James D.,FIKSDAL, Liv . Rapid Detection of Total and Fecal Coliforms in Water Enzymatic Hydrolysis of 4- Methylumbelliferone- $\beta$ -D-Galactoside. *Applied and Environmental Microbiology*, v.54, nº 8, p.2118-2122, Aug.1988.
- BIO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Brasil. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro: ABES, ano XI nº 17, p.19-36, jan./mar. 2001.
- BRASIL, Ana Lúcia. Brasil 500 anos. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 10, n.13. p.18-21, jan./mar. 2000.
- BRASIL. Portaria nº1.399, de 15 de dezembro de 1999. Regulamenta a NOB SUS 01/96

no que refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal, na área de epidemiologia e controle de doenças, define a sistemática de financiamento e dá outras providências. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, v. 137, n.240, 16 dez. 1999.

BRENNER, Kristen P., RANKIN, Clifford C.. New Screening Test to Determine the Acceptability of 0.45  $\mu$ m Membrane Filters for Analysis of Water. *Applied and Environmental Microbiology*, v.56, nº 1, p. 54-64, Jan. 1990.

CAMPOS, José Roberto, REALI, Marco Antônio P., DANIEL, Luiz Antônio. *Conceitos Gerais sobre Técnicas de Tratamento de Água de Abastecimento, Esgoto Sanitários e Desinfecção*. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, 1999. 48 p.

CAPOCCHIO, José. Padrões de Qualidade de Águas. *Revista DAE*, São Paulo, v. 47, nº 23, p. 21-29, dez. 1962.

CARVALHO, Angela Cleusa de Fatima Banzato, MODENA, Celina Maria, VIANA, Francisco Cecílio et al.. Efeito dos Cloradores Simplificados sobre a Qualidade Bacteriológica de Águas de Poços Rasos (Cisternas) na Comunidade de Bom Jardim-Ibirité - MG. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v. 36, nº 3, p. 303-319, 1984.

CASTILLO, G., DUARTE, R., RUIZ, Z. et al.. Evaluation of Disinfected and Untreated Drinking Water Supplies in Chile by the H<sub>2</sub>S paper strip test. *Water Resource*, v.28, nº 8, p.1765-1770, 1994.

CERQUEIRA, Daniel Adolpho. A Rede de Distribuição de Água: Um Spa Microbiológico?. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.4, nº 4, p.99, out./dez. 1999.

CERQUEIRA, Daniel A., HORTA, Mário Cesar de Sá. Coliformes Fecais não existem. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.1239-1244.

- CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo. E - coli Teste de Fluorescência, baseado na detecção da enzima  $\beta$ -D glucoronidase, para diferenciação de colônias de outros coliformes (técnica de membrana filtrante). São Paulo: CETESB, dez. 1992, 13 p. [Método de ensaio L5.531].

COSTA, André Monteiro, MELO, Carlos Henrique de. *Saneamento: responsabilidade do município*. Brasília: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, 1997. 32 p.

COVERT, T. C., RICE, E.W., JOHNSON, S. A. et al.. Comparing Defined-Substrate Coliform Test for the Detection of *Escherichia coli* in Water. *Journal AWWA*, nº

84, p. 98-104, 1992.

CYNAMOM, S.E. Subsídios para um instrumental de análise. Anais do VIII Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro: ABES, 1975.

DAYLOR, Edwin Windle. *The Examination of water and water supplies*. 6.ed. Philadelphia: Blakiston CO, 1949. 830 p.

D'AGUILA, Paulo Soares. *Pseudomonas aeruginosa como indicador em análises bacteriológicas de águas de abastecimento público*. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 1996.

DECRETO N.º 22.872, de 26 de dezembro de 1996 - Aprova o Regulamento dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Estado do Rio de Janeiro, a cargo das concessionárias ou permissionárias.[ Publicado no DORJ em 27-12-96].

EDBERG, Stephen C., ALLEN, Martin J., SMITH, Darrell B. et al . National Field Evaluation of a Defined Substrate Method for the Simultaneous Enumeration of Total Coliforms and *Escherichia coli* from Drinking Water : comparison with the Standard Multiple Tube Fermentation Method. . *Applied and Environmental Microbiology*, v.54, nº 6, p. 1595-1601, Jun. 1988.

EDBERG, Stephen C., ALLEN, Martin J., SMITH, Darrell B. et al . National Field Evaluation of a Defined Substrate Method for the Simultaneous Detection of Total Coliforms and *Escherichia coli* from Drinking Water; comparison with Presence-Absence Techniques. *Applied and Environmental Microbiology*, v.55, nº 4, p. 1003-1008, Apr. 1989.

EDBERG, Stephen C., ALLEN, Martin J., SMITH, Darrell B. et al . Enumeration of Coliforms and *Escherichia coli* from Source Water by Defined Substrate Technology.. *Applied and Environmental Microbiology*, v.56, nº 2, p. 366-369, Feb. 1990.

EDBERG, Stephen C. ,PATTERSON, J. E. , SMITH, D.B..Differentiation of distribution systems, source water and clinical Coliforms by DNA analysis. *Journal of Clinical Microbiology*, nº 32, p. 139-142, 1994.

ESTUDO do IDEC crítica água do Rio. *O Globo*, Rio de Janeiro, 7 fev.2001, Primeiro

Caderno, p.12.

EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY. EEC(1980)-Directive relating to the quality of water intended for human consumption. 80/778/EC. Official Journal L229, 1980.

EVANS, Harry B. , *Water Distribution in Ancient Rome: The Evidence of Frontinus*. Wisconsin: Ann Arbor-The University of Michigan Press, 1994.168 p.

FRICKER, C. R.,CLANCY J.L. .Crypto's Protocol Prospects. *Water Quality International*..p. 11-15, May/June 1998.

FRICKER, C.R., COWBURN J., GOODALL T.,WALTER K.S.. Use of the colilert system in a large United Kingdom Water Quality In. Water Utility Technology Conference. Florida: *American Water Works Association* , 1993,p. 525-527,Nov. 1993.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. *Qualidade das Águas do Estado do Rio de Janeiro: período 1987-1989*.Rio de Janeiro: FEEMA, maio 1991.

---

. *Relatório do Programa Estadual de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Rio de Janeiro: FEEMA, 1990. 28 p.

---

.*Relatório de Avaliação Mensal da Qualidade da Água de Abastecimento no ano de 1988: sete municípios*. Rio de Janeiro: FEEMA,1990. 28 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde*.Brasília: Funasa/Cenepi/Covam, ago. 2000. 21 p.

FURNESS, M. L., HOLMES P.. Bacteriological Monitoring of Water with 'Jungle Kits'. *Journal of Institution of Water Environmental Management*, v.1, p. 227-230, 1987.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Água: qualidade, padrões de potabilidade e poluição*. São Paulo: Secretaria de Obras Públicas, CETESB,1974.[...]. p. 39 - 41. [Edição patrocinada pela ABES/BNH/CETESB].

HARDENBERGH, W.A. *Abastecimento e Purificação da Água*. Tradução de Walter R.R.Sanches, José de Azevedo Neto, João Geraldo da Silva et al.. Rio de Janeiro:

Serviço Especial de Saúde Pública, 1955. 466 p. [Tradução de Water Supply and Purification].

HEDERRA, Raimundo. *Manual de vigilancia sanitaria*. Washington: OPAS, 1996. 144p.

HELLER, Léo. *Saneamento e Saúde*. Brasília: OPAS, 1997. 97 p.

HELLER, Léo, MORAES, Luiz Roberto Santos, MONTEIRO, Tófilo Carlos et al. (Organizadores). *Saneamento e Saúde nos Países em Desenvolvimento*. Rio de Janeiro: CC&P, 1997. 390p.

HESPANHOL, Ivanildo, AZEVEDO NETTO, J.M., BOTELHO, M.H.C.. Uso do Cloro na Engenharia Sanitária e Ambiental: Novas Tecnologias de Aplicação e Quantificação dos Impactos Associados. *Revista DAE – SABESP*, São Paulo: v.42, nº 130, p. 61-71, set. 1982 .

HIRANO, Cecy Oliveira. Quais os verdadeiros números do saneamento. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro: v. 10, nº 13. p.5-8, jan./ mar. 2000.

JACOBS, Nicholas J. , ZEIGLER, Wanda L., REED , Frank C. et al. Comparison of Membrane Filter, Multiple-Fermentation-Tube, and Presence-Absence Techniques for Detecting Total Coliforms in Small Community Water Systems. *Applied and Environmental Microbiology*, v.51, nº 5, p. 1007-1012, May. 1986.

KAY, David. *Coliforms and E. coli. Problem or Solution?*. London :The Royal Society of Chemistry, 1997. 278 p.

LIEBMANN, Hans. *Terra um planeta inabitável?*. Tradução de Flávio Meurer. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979. 180 p.[ Tradução de Ein Planet wird unbewohnbar].

LIPPY, E.C. & WALTRIP, S.C. 1984. Waterborne disease outbreaks - 1946-1980: A thirty-five-year perspective. *Journal of the American Water Works Association* 76 :2:60.

MAXCY, Kenneth F., ROSENAU, Milton J., LAST. *Public Health & Preventive Medicine*. 13.ed. Connecticut: Appleton & Lanre, 1992. 1257 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Atuação do Setor Saúde em Saneamento*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, ago. 2000. 50 p. [versão preliminar].

\_\_\_\_\_. *Projeto VIGISUS: Estruturação do Sistema Nacional de*

*Vigilância em Saúde*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 1998.203 p.

---

\_\_\_\_\_. *Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano*.  
Brasília: 2000.[ Portaria GM n.º 1469 de 29/12/2000].

---

\_\_\_\_\_. *Brasil Melhoramentos Urbanos 31/12/1957: Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário nas Sedes Municipais*. Rio de Janeiro: Serviço Estatísticas da Saúde, 1959.

MORAES, Luiz Roberto S. ,BORJA ,Patrícia C. ,TOSTA, Cristiane S.. Qualidade de Água da rede de distribuição e de beber em assentamento periurbano: estudo de caso. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro: ABES,1999.p.1462-1472.

NETTO, Antônio Marsiglia. Indicadores revelam panorama mundial do setor de saneamento. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*, Rio de Janeiro:ABES, v. 10, n.13. p.10-11, jan./mar. 2000.

OLIVEIRA, Mara Lúcia C., AUGUSTO, Lia Giraldo, CANCIO, Jacira. Indicadores de Saúde e Ambiente. *Informativo Epidemiológicos do SUS*: Brasília, v.7, p.45-52, abr./jun. 1998.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE. *Atenção Primária Ambiental*. 2. ed. Brasília: Opas, 2000. 60 p.[OPAS/BRA/HEP/001/99].

---

\_\_\_\_\_. *A desinfecção da Água*.  
Washington: OPAS, 1999.20 p. [OPAS/HEP/99/38].

---

\_\_\_\_\_. *Água e Saúde*. Washington:  
OPAS, 1999.20 p. (OPAS/HEP/99/40).

---

\_\_\_\_\_. *La calidad del agua potable en América Latina*. Washington: OPAS,ILSI,1996.222 p .

---

\_\_\_\_\_. *Guia para la calidad del agua potable v.I*.Washington: OPAS,1985.136 p [Publ. Cient. 481].

---

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.2.ed.Ginebra: OPAS,  
1995.195 p .

OLIVEIRA LIRA, Osman. *Manual Técnico de Controle da Qualidade da água para consumo humano destinado aos operadores de ETA*.. Belo Horizonte: FUNASA, 2000.69 p.

REASONER, D.J. ,BLANNON, J.C. ,GELDREICH, E.E.. et al.. Nonphotosynthetic Pigmented Bacteria in a Potable Water Treatment and Distribution System. *Applied and Environmental Microbiology*, v.55, nº4, p. 912 –921, Apr. 1989.

- REASONER, Donald J., GELDREICH, Edwin E. .Detection of Fecal Coliforms in Water by Using [  $^{14}\text{C}$  ] Mannitol, *Applied and Environmental Microbiology*, v.55, nº4, p. 907 –911, Apr. 1989.
- RICE, E.W., JOHNSON, C.H.,DUNNIGAN H.E. et al.. Rapid Glutamate Decarboxylase Assay for detection of *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, v.59, nº12, p.4347 –4349, Dec. 1993.
- ROQUE, Odir Clécio , D'AGUILLA, Paulo Soares, MIRANDA, Carlos Alberto S..et al. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. *Caderno de Saúde Pública-FIOCRUZ*, Rio de Janeiro: v.16, nº 3, p.791-798,jul./set.2000.
- RUIZ, João Álvaro. *Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1996. 178 p.
- SENADO FEDERAL. *Direito Administrativo: tema água* .Brasília: Senado Federal, 1997. 607 p.[Caderno Legislativo nº 001/97].
- SNOW, J. *On the Mode of Communication of Cholera*. 2. Ed. London: John Churchill, 1855.
- TEBBUTT, T. H. Y.. *Principles of Water Quality Control*. 2. ed. Great Britain: Butler &Tanner,1977. 201 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Operation and Maintenance of Urban Water Supply and Sanitation - A guide for managers*. Geneve: 1994, 120 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for Drinking Water Quality - vol 2 Recomendations*.Geneve: WHO,p.8-29, 1998.

## 10. ANEXOS

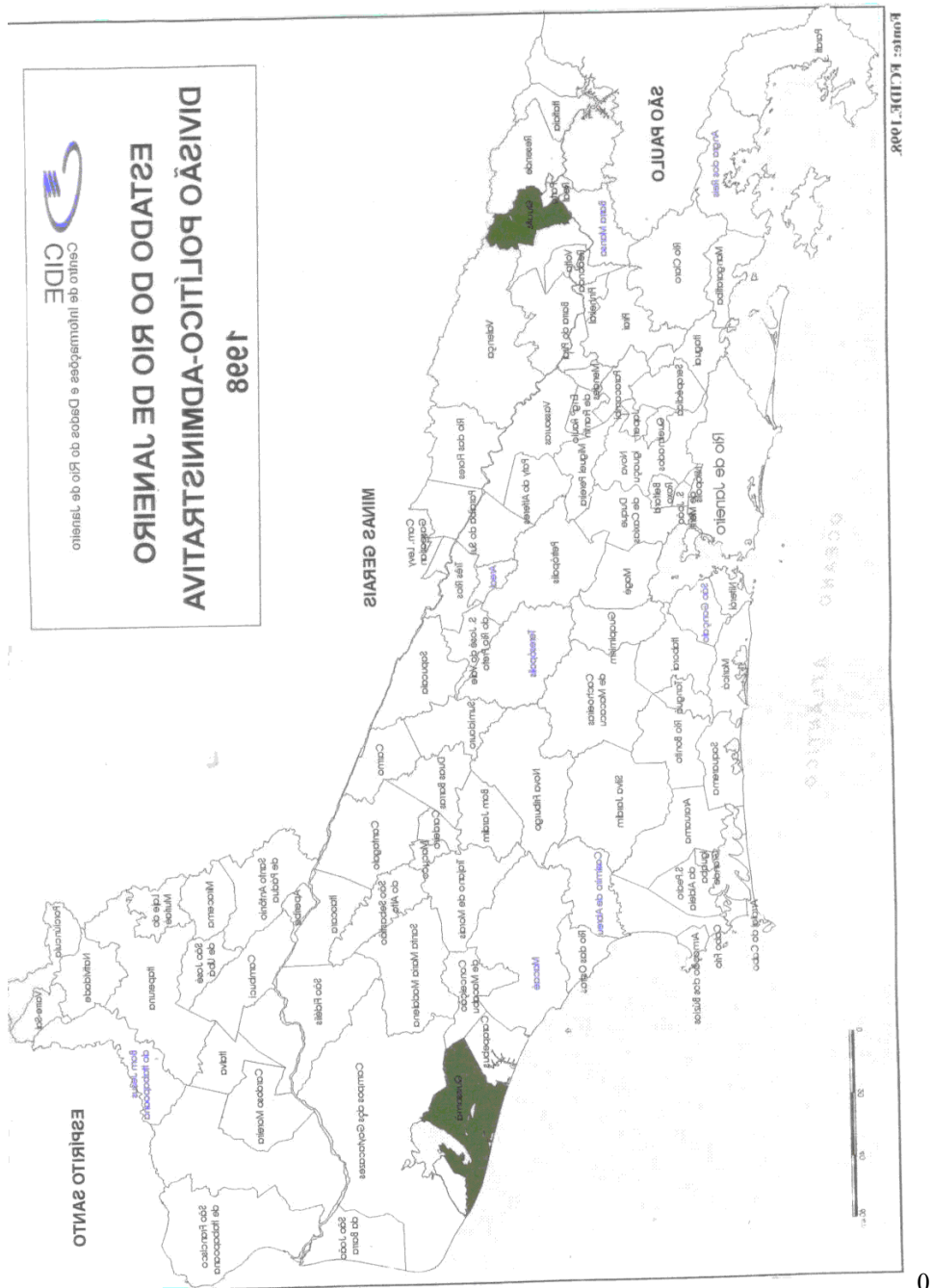
**ANEXO I -** Localização dos municípios de Quatis e Quissamã no Estado do Rio de Janeiro.

**ANEXO II** - Mapas dos municípios de Quatis e Quissamã com a localização das ETA's.

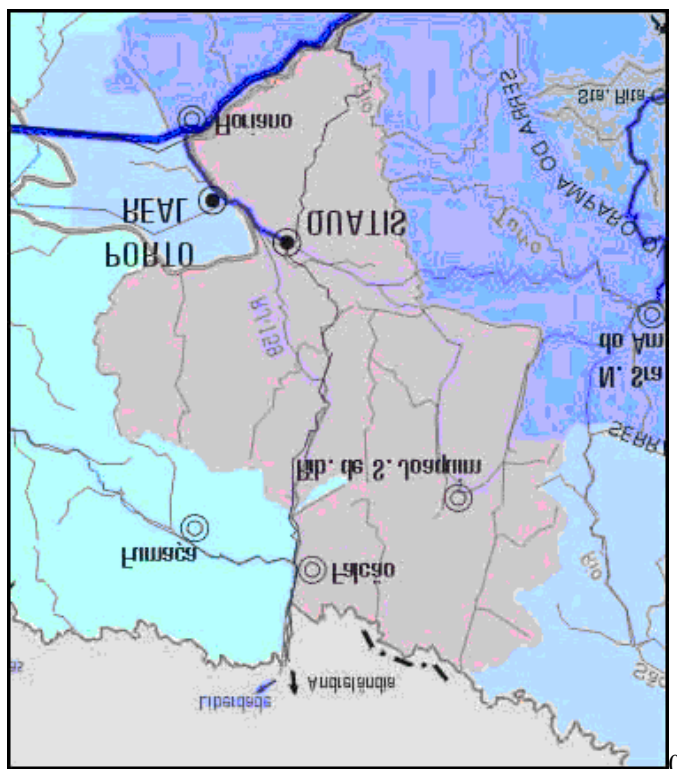
**ANEXO III** - Equipamentos e instalações para execução de análises bacteriológicas.

**ANEXO IV** - Projeto da câmara de identificação de *Escherichia coli* - modelo Transversal

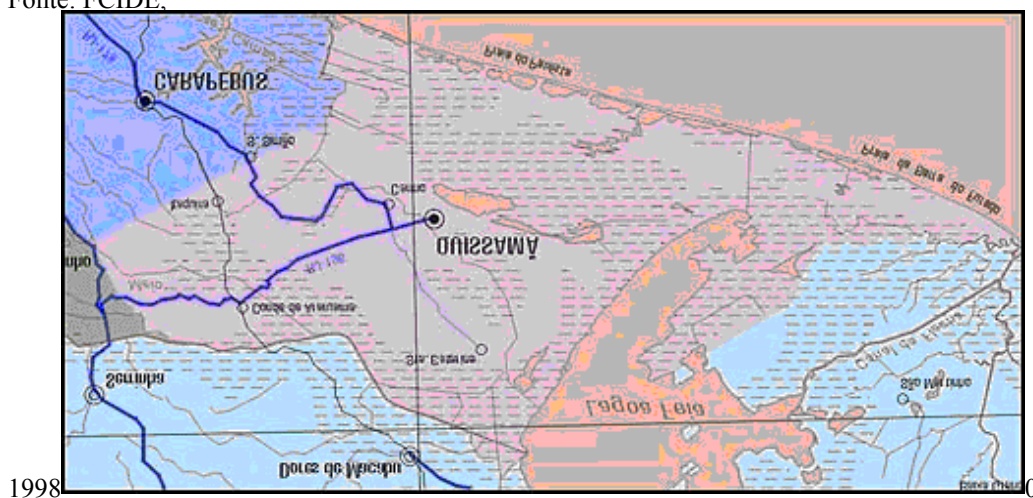
Projeto da câmara de identificação de *Escherichia coli* - modelo Longitudinal



**Mapa dos municípios de Quatis e Quissamã.**



Fonte: FCIDE,



Fonte: FCIDE, 1998

### Anexo III

#### 5.1.3 – Equipamentos e Instalações

### Anexo III

#### 5.1.3. Equipamentos e Instalações

**Tabela 3 - Equipamentos Necessários para o Laboratório de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água de Baixa Complexidade (LMCQA1).**

| Item | Equipamento                                                   | Quantidade | Utilização |       | Instalações<br>*** |
|------|---------------------------------------------------------------|------------|------------|-------|--------------------|
|      |                                                               |            | AM*        | AFQ** |                    |
| 1    | Agitador magnético                                            | 01         | X          | X     | IE                 |
| 2    | Aparelho para teste de jarros                                 | 01         | -          | X     | IE                 |
| 3    | Autoclave vertical                                            | 01         | X          | -     | HE, IE, HF         |
| 4    | Balança de precisão elétrica                                  | 01         | X          | X     | IE                 |
| 5    | Banho Maria elétrico                                          | 01         | X          | X     | HF, IE             |
| 6    | Comparador portátil de cloro residual                         | 01         | X          | X     | -                  |
| 7    | Comparador de cor para unidade Hasen                          | 01         | -          | X     | -                  |
| 8    | Condutivímetro portátil                                       | 01         | -          | X     | -                  |
| 9    | Contador de colônias de bactérias                             | 01         | X          | -     | IE                 |
| 10   | Destilador elétrico                                           | 01         | X          | X     | HF, IE, HE         |
| 11   | Estufa bacteriológica                                         | 01         | X          | -     | IE                 |
| 12   | Estufa de esterilização e secagem                             | 01         | X          | X     | IE                 |
| 13   | Potenciômetro microprocessado com eletrodo específico para pH | 01         | X          | X     | -                  |
| 14   | Refrigerador                                                  | 01         | X          | X     | IE                 |
| 15   | Turbidímetro portátil com padrões sólidos                     | 01         | -          | X     | IE                 |
| 16   | Micro computador                                              | 01         | -          | -     | IE                 |
| 17   | Capela de fluxo laminar                                       | 01         | X          | -     | IE, FG             |
| 18   | Medidor de íon fluoreto portátil                              | 01         | -          | X     | -                  |

(\*) AM – Análise microbiológica (bacteriológica)

(\*\*) AFQ – Análise físico-química

(\*\*\*) - Instalações:

IE = instalação elétrica

HE = esgoto

HF = água fria

FG = gás combustível

#### 5.1.4. Programa Básico

**Tabela 4 - Ambientes Necessários para o Laboratório de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água de Baixa Complexidade (LMCQA1).**

|                                                          |
|----------------------------------------------------------|
| <b>Ambientes para Atividades Fim</b>                     |
| - Análise físico-química                                 |
| - Análise microbiológica                                 |
| <b>Ambientes para Atividades de Apoio Técnico</b>        |
| - Preparação de material                                 |
| - Lavagem e esterilização de materiais                   |
| - Instrumentação e pesagem                               |
| - Almoxarifado para reagentes, vidrarias e utensílios    |
| - Recepção de amostras                                   |
| <b>Ambientes para Atividades de Apoio Administrativo</b> |
| - Escritório                                             |
| <b>Ambientes para Atividades de Apoio Logístico</b>      |
| - Depósito de material de limpeza (DML)                  |
| - Sanitários / vestiários                                |
| - Copa                                                   |

**Fonte:** Extraído do Manual Diretrizes para Programação e Projeto Físico de Laboratório de Monitoramento e Controle da Qualidade da Água. FUNASA, 1999.

ANEXO IV - Projeto da câmara de identificação de  
Escherichia coli - modelo Transversal

Projeto da câmara de identificação de Escherichia coli -  
modelo Longitudinal

Este anexo esta disponível somente na Biblioteca da  
ENSP

Rua Leopoldo Bulhões, 1480 -  
Manguinhos  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil –  
CEP 21041210  
Tel:25982501