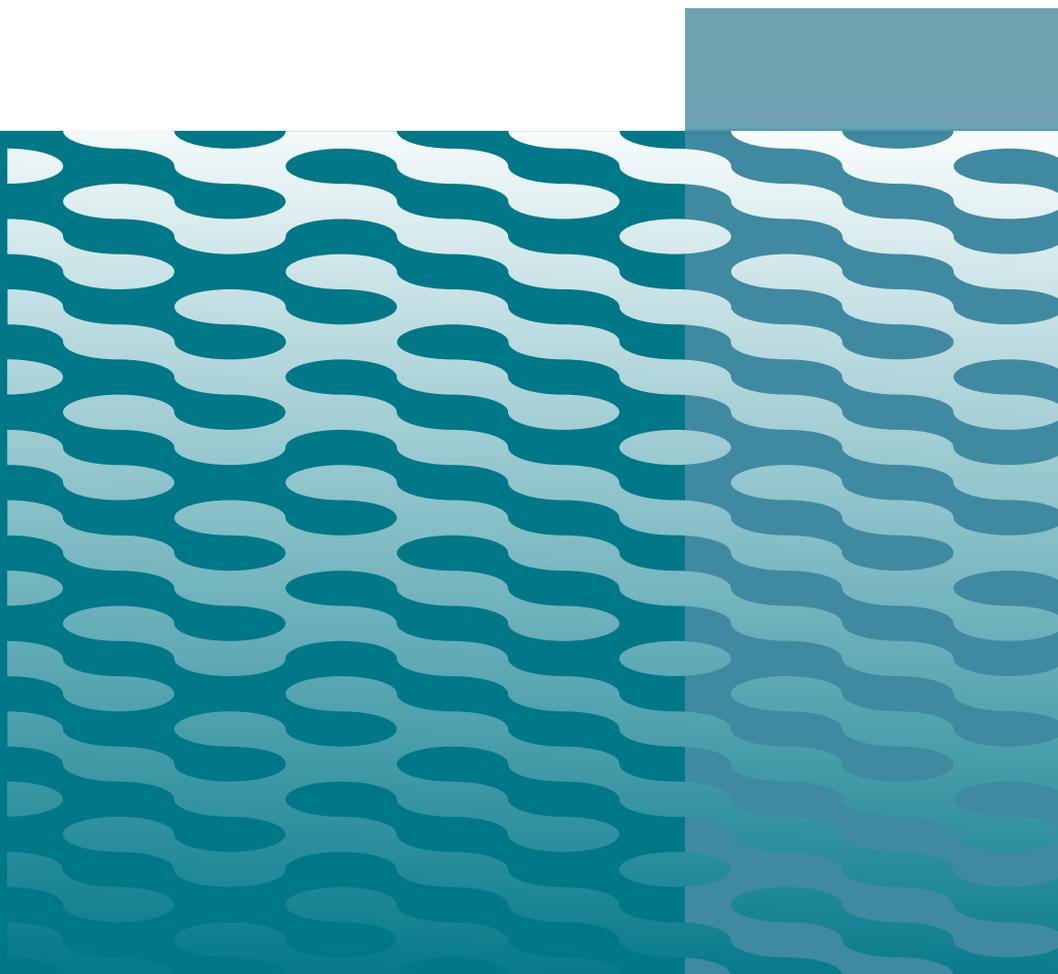


Ministério da Saúde

MANUAL DE PROCEDIMENTOS  
DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL  
RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO HUMANO



Brasília – DF

MANUAL DE PROCEDIMENTOS  
DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL  
RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO HUMANO

© 2006 Ministério da Saúde

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é da área técnica.

A coleção institucional do Ministério da Saúde pode ser acessada na íntegra na Biblioteca Virtual do Ministério da Saúde: <http://www.saude.gov.br/bvs>

Tiragem: 7.000 exemplares.

### **Elaboração, distribuição e informações**

MINISTÉRIO DA SAÚDE

Secretaria de Vigilância em Saúde

Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

### **Apoio técnico**

Representação da Opas/OMS no Brasil

### **Endereço**

Esplanada dos Ministérios, bloco G,

Edifício Sede, 1ª andar

CEP: 70058-900, Brasília - DF

E-mail: [svs@saude.gov.br](mailto:svs@saude.gov.br)

Home-page: [www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br)

### **Produção editorial**

Coordenação: Fabiano Camilo

Capa, projeto gráfico e diagramação:

Grau Design Gráfico (Designer responsável: Fernando Rabello)

Revisão e normalização: Rejane de Meneses e Yana Palankof

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

## Ficha catalográfica

---

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde.

Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 284 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

ISBN 85-334-1245-2

1. Qualidade da água. 2. Saúde ambiental. 3. Vigilância sanitária de ambientes. I. Título. II. Série.

NLM WA 675

---

Catalogação na fonte – Coordenação-Geral de Documentação e Informação – Editora MS – OS 2006/1030

### **Títulos para indexação:**

Em inglês: Manual of Procedures on Environmental Health Surveillance Related to the Water Quality for Human Consumption

Em espanhol: Manual de Procedimientos de Vigilancia en Salud Ambiental Relacionada a la Calidad de la Agua para el Consumo Humano

MINISTÉRIO DA SAÚDE  
SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE  
COORDENAÇÃO-GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL

# MANUAL DE PROCEDIMENTOS DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

BRASÍLIA - DF  
2006

### **Equipe de coordenação e responsável técnica pela edição**

**Vilma Ramos Feitosa** – CGVAM/SVS/MS  
**Sebastiana Aparecida dos Santos** – CGVAM/SVS/MS  
**Nolan Ribeiro Bezerra** – CGVAM/SVS/MS  
**Marta Helena Paiva Dantas** – CGVAM/SVS/MS  
**Mariely Helena Barbosa Daniel** – CGVAM/SVS/MS  
**Maria de Lourdes Fernandes Neto** – CGVAM/SVS/MS  
**Maria Auxiliadora Magalhães** – CGVAM/SVS/MS  
**Márcia Regina Lima de Oliveira** – CGVAM/SVS/MS  
**Isaías Pereira da Silva** – CGVAM/SVS/MS  
**Gina Luísa Boemer Deberdt** – CGVAM/SVS/MS  
**Estela Bonini** – CGVAM/SVS/MS  
**Jacira Azevedo Cancio** – Opas/OMS

### **Elaboradores**

**Rafael K. X. Bastos** – UFV  
**Paula Bevilacqua** – UFV  
**Denise M. E. Formaggia** – Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo  
**Silvano Silverio da Costa** – Assemae  
**Leo Heller** – UFMG  
**Cristina Silveira Célia Brandão** – UnB  
**Roseane Maria Garcia** – Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo  
**Márcia Moisés** – CGVAM/SVS/MS  
**Rejane Maria de Souza Alves** – Coveh/CGDT/Devep/SVS/MS  
**Marta Helena Paiva Dantas** – CGVAM/SVS/MS

### **Colaboradores**

**Angela Pocol** – Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo  
**Celso Luiz Rúbio** – Secretaria Estadual de Saúde do Paraná  
**Fernanda Bitercurt** – Densp/Funasa  
**Fernando Carneiro** – CGVAM/SVS/MS  
**Gina Luísa Boemer Deberdt** – CGVAM/SVS/MS  
**Isaías Pereira da Silva** – CGVAM/SVS/MS  
**Jaime Brito de Azevedo** – Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco  
**Johnny Ferreira dos Santos** – Densp/Funasa  
**Julce Clara da Silva** – Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul  
**Márcia Regina Lima de Oliveira** – CGVAM/SVS/MS  
**Maria Auxiliadora Magalhães** – CGVAM/SVS/MS  
**Maria de Lourdes Fernandes Neto** – CGVAM/SVS/MS  
**Mariely Helena Barbosa Daniel** – CGVAM/SVS/MS  
**Marli Rocha de Abreu Costa** – CGLAB/SVS/MS  
**Miguel Crisóstomo Brito Leite** – Densp/Funasa  
**Nolan Ribeiro Bezerra** – CGVAM/SVS/MS  
**Raylene Logrado Barreto** – Secretaria de Saúde do Estado da Bahia  
**Rejane Maria de Souza Alves** – Coveh/CVS/MS  
**Sebastiana Aparecida dos Santos** – CGVAM/SVS/MS  
**Vilma Ramos Feitosa** – CGVAM/SVS/MS



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS, 08

LISTA DE TABELAS E PLANILHAS, 10

APRESENTAÇÃO, 13

### I ASPECTOS CONCEITUAIS, 15

#### 1 A VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS), 17

1.1 VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 19

1.2 VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 21

#### 2 MODELO DE ATUAÇÃO E O PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 25

#### 3 FORNECIMENTO E CONSUMO DE ÁGUA, 37

3.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE FORMAS COLETIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 39

3.2 COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 41

Mananciais, 43

Captação, 46

Adução, 50

Tratamento, 52

Reservação e distribuição, 66

Ligações e instalações prediais, 68

3.3 COMPONENTES DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 70

3.4 COMPONENTES DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 71

3.5 SOLUÇÕES SIMPLIFICADAS PARA A DESINFECÇÃO, 73

#### 4 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 77

4.1 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA, 80

Organismos patogênicos e indicadores de contaminação, 80

Cianobactérias e cianotoxinas, 89

Turbidez, 89

Cloro residual, 91

- 4.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE REPRESENTAM RISCO À SAÚDE, 92
- 4.3 PADRÃO DE ACEITAÇÃO PARA CONSUMO HUMANO, 100
- 4.4 METODOLOGIAS ANALÍTICAS, 103
  - Parâmetros físico-químicos, 104
  - Parâmetros microbiológicos, 107
  
- 5 APLICAÇÃO DO CONCEITO DE RISCO À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 111
  - 5.1 RISCO: ASPECTOS CONCEITUAIS, 113
  - 5.2 PERIGOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 117
    - Mananciais e captação, 118
    - Tratamento, 120
    - Reservação, 123
    - Rede de distribuição, 123
    - Ligações e instalações prediais, 124
    - Captação de águas de chuva, 125
    - Distribuição por veículo transportador, 125
  
- 6 INDICADORES E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO APLICÁVEIS À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 127
  - 6.1 INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS, 130
  - 6.2 INDICADORES AMBIENTAIS, 133

## II ASPECTOS OPERACIONAIS, 137

- 7 IDENTIFICAÇÃO E CADASTRO DE SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 139
  
- 8 INSPEÇÃO DE SISTEMAS, SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 143
  
- 9 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE AMOSTRAS, 149
  - 9.1 MONITORAMENTO DO CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 155
  - 9.2 INFORMAÇÕES SOBRE O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA AO SETOR SAÚDE, 160
  - 9.3 MONITORAMENTO DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 162
    - Informações necessárias à elaboração do plano de monitoramento da vigilância da qualidade da água para consumo humano, 164
    - Definição dos pontos de coleta de amostras, 165
    - Freqüência, número de amostras e parâmetros a serem analisados, 166
  - 9.4 PROGRAMAÇÃO DA COLETA DE AMOSTRAS, 193
    - Métodos de amostragem laboratorial, 170

10	ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE DADOS, 175
10.1	FONTES DE INFORMAÇÕES: ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES, 175
10.2	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DO CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 177
10.3	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 193
	Sistemas de abastecimento de água, 193
	Soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição, 201
	Fontes individuais de abastecimento, 204
	Instalações prediais, 207
10.4	ANÁLISE INTEGRADA DAS INFORMAÇÕES DO CONTROLE E DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 208
11	CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO À SAÚDE DAS DIFERENTES FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, 215
12	ATUAÇÃO COM O(S) RESPONSÁVEL(IS) PELO FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA CORREÇÃO DE SITUAÇÕES DE RISCOS IDENTIFICADAS, 223
13	INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DE SURTOS E EPIDEMIAS, 229
14	SITUAÇÕES DE VULNERABILIDADE E DE EMERGÊNCIA, 241
15	EDUCAÇÃO, COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL, 247
16	DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES AO CONSUMIDOR, 253
	GLOSSÁRIO, 267
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E RECOMENDADA, 271
	ANEXO, 279



## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

- Figura 1.1 – Integração das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, 23
- Figura 2.1 – Organização institucional das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, 28
- Figura 2.2 – Ações básicas para operacionalização da vigilância da qualidade da água para consumo humano, 29
- Figura 3.1 – Esquema geral de um sistema de abastecimento de água, 42
- Figura 3.2 – Ciclo da água, 43
- Figura 3.3 – Mananciais subterrâneos, 45
- Figura 3.4 – Torre de tomada de água, 47
- Figura 3.5 – Tomada de água flutuante, 48
- Figura 3.6 – Captação de fonte de encosta (minas), 49
- Figura 3.7 – Galeria de infiltração, 49
- Figura 3.8 – Adutora por gravidade em conduto forçado, 51
- Figura 3.9 – Adutora por gravidade em conduto livre, 52
- Figura 3.10 – Adutora por recalque (conduto forçado), 52
- Figura 3.11 – Ilustração esquemática do tratamento de ciclo completo, 59
- Figura 3.12 – Vista de uma ETA com tratamento de ciclo completo, detalhes do floculador e do decantador, 60
- Figura 3.13 – Calha Parshall para medição de vazão e mistura rápida, 60
- Figura 3.14 – Decantador, 61
- Figura 3.15 – Pressurização da rede de distribuição, 67
- Figura 3.16 – Ligação predial, 68
- Figura 3.17 – Sistema de distribuição misto, 69
- Figura 3.18 – Captação de água de chuva com detalhe de corte de cisterna bem protegida, 72
- Figura 3.19 – Dosador por difusão, 73
- Figura 4.1 – Turbidez da água de um manancial superficial (médias mensais), 90
- Figura 5.1 – Exemplo de identificação de perigo: manancial eutrofizado, proliferação de macrófitas, 120
- Figura 5.2 – Exemplo de identificação de perigo: elevação brusca da turbidez da água filtrada em decorrência de falhas de controle operacional, 122

Figura 5.3 – Exemplo de identificação de perigo: instalações e controle precários da mistura rápida e coagulação, [122](#)

Figura 9.1 – Pontos de coleta de amostras para o monitoramento da qualidade da água para consumo humano, [153](#)

Figura 9.2 – Modelo de planilha de coleta de amostras de água para consumo humano, [172](#)

Série de Gráficos 10.1 – Histórico da qualidade da água do Sistema 1 no período de 1997 a 2002 – Água Azul, [196](#)

Série de Gráficos 10.2 – Histórico da qualidade da água do Sistema 2 no período de 1997 a 2002 – Água Azul, [197](#)

Gráfico 10.3 – Comparação entre análises da vigilância e do controle de qualidade, Sistema 1, bacteriologia (2002), [212](#)

Gráfico 10.4 – Comparação entre análises da vigilância e do controle de qualidade, Sistema 2, bacteriologia (2002), [212](#)

Figura 13.1 – Representação gráfica de epidemias por fonte comum, [234](#)

Figura 13.2 – Fluxograma das etapas constituintes de investigação de surto ou epidemia, [239](#)

Figura 14.1 – Fluxograma das informações para execução, acompanhamento e avaliação do plano de contingência, [246](#)

Figura 16.1 – Demonstrativo do número de meses em que não foi atendido o padrão bacteriológico nas avaliações efetuadas no período de 1998 a 2002 na água do Sistema 1 – Água Azul, [264](#)



## LISTA DE TABELAS E PLANILHAS

- Tabela 3.1 – Parâmetros de qualidade da água bruta sugeridos para as técnicas de tratamento, [55](#)
- Tabela 3.2 – Processos unitários de tratamento: descrição, parâmetros de controle e principais aspectos a serem observados, [56](#)
- Tabela 3.3 – Processos de tratamento de água e objetivos, [62](#)
- Tabela 3.4 – Técnicas de tratamento de água e estimativa de remoção de substâncias químicas que representam riscos à saúde, [63](#)
- Tabela 3.5 – Características dos principais desinfetantes utilizados no tratamento da água para consumo humano, [64](#)
- Tabela 4.1 – Organismos patogênicos de veiculação hídrica e transmissão feco-oral e sua importância para o abastecimento, [83](#)
- Tabela 4.2 – Padrão microbiológico de potabilidade, Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, [88](#)
- Tabela 4.3 – Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção, Portaria MS nº 518/2004, [91](#)
- Tabela 4.4 – Substâncias químicas inorgânicas que representam risco à saúde, [94](#)
- Tabela 4.5 – Substâncias químicas orgânicas que representam risco à saúde, [96](#)
- Tabela 4.6 – Agrotóxicos, [97](#)
- Tabela 4.7 – Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, [99](#)
- Tabela 4.8 – Padrão de aceitação para consumo humano, Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, [100](#)
- Tabela 4.9 – Métodos analíticos empregados na aplicação da Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, para a análise de parâmetros físico-químicos, [104](#)
- Tabela 4.10 – Métodos analíticos empregados na aplicação da Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, para análise dos parâmetros microbiológicos, [107](#)
- Tabela 6.1 – Indicadores utilizados no Sisagua, [134](#)
- Tabela 6.2 – Indicadores sanitários complementares passíveis de serem utilizados na vigilância da qualidade da água para consumo humano, [135](#)
- Tabela 8.1 – Itens a serem verificados em inspeções sanitárias de sistemas de abastecimento, [147](#)
- Tabela 8.2 – Itens a serem verificados em inspeções sanitárias de soluções alternativas coletivas e individuais, [148](#)
- Tabela 9.1 – Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial, [156](#)

Tabela 9.2 – Freqüência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial, [157](#)

Tabela 9.3 – Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida, [157](#)

Tabela 9.4 – Número mínimo de amostras e freqüência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem, [158](#)

Tabela 9.5 – Sugestões de critérios a serem observados na definição dos pontos de amostragem do monitoramento de vigilância da qualidade da água, [166](#)

Tabela 9.6 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de cloro residual livre, em função da população total do município, [168](#)

Tabela 9.7 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise química de turbidez, em função da população total do município, [169](#)

Tabela 9.8 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise química de fluoreto, em função da população total do município, [169](#)

Tabela 9.9 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise bacteriológica, em função da população total do município, [169](#)

Tabela 9.10 – Número mínimo anual de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de agrotóxicos e mercúrio, [169](#)

Planilha 10.1 – Histórico da qualidade da água dos sistemas de abastecimento público do Município de Água Azul, [195](#)

Planilha 10.2 – Sistema 1/2002, [198](#)

Planilha 10.3 – Sistema 2/2002, [199](#)

Tabela 10.1 – Ocorrência de coliformes em amostras de poços rasos escavados (org./100 mL), [204](#)

Planilha 10.4 – Comparação entre os dados da vigilância e do controle de qualidade da água de Água Azul, Sistema 1, [210](#)

Planilha 10.5 – Comparação entre os dados da vigilância e do controle de qualidade da água de Água Azul, Sistema 2, [211](#)

Tabela 11.1 – Avaliação dos sistemas de abastecimento da cidade de Água Azul no biênio 2001-2002, [220](#)

Tabela 13.1 – Pontos de coleta de amostras de água conforme características do surto/epidemia, [236](#)

Tabela 16.1 – Informações sobre a turbidez (UT) da água distribuída por ponto de coleta de amostras – município de Vistoso, [265](#)





## APRESENTAÇÃO

Na atualização da legislação brasileira sobre qualidade da água para consumo humano, dentre os pontos considerados como avanços, destaca-se o caráter assumido pela Portaria MS nº 518/2004 como um efetivo e simultâneo dispositivo de *controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano*, em consonância com a nova estrutura de Vigilância em Saúde Ambiental em implantação no país e com o princípio de descentralização previsto no Sistema Único de Saúde (SUS).

A co-responsabilidade do SUS no processo de garantia da qualidade da água para consumo humano impõe ao setor saúde a necessidade de estruturar-se para tal.

Nesse sentido, a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) definiu um Modelo de Atuação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, estabelecendo os princípios e as diretrizes, as bases conceituais e gerenciais, bem com as ações necessárias para sua implementação e concretização por meio de um Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua).

Diante desses desafios, tornava-se inadiável disponibilizar ao público em geral, interessado e/ou envolvido com o tema qualidade da água para consumo humano, mas principalmente ao setor saúde, material de apoio ao exercício da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.

Este *Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano* é apresentado em formato análogo ao modelo de atuação definido pelo Ministério da Saúde, sendo seu conteúdo organizado, como recurso didático, em duas partes: Parte I – Aspectos conceituais, e Parte II – Aspectos operacionais.

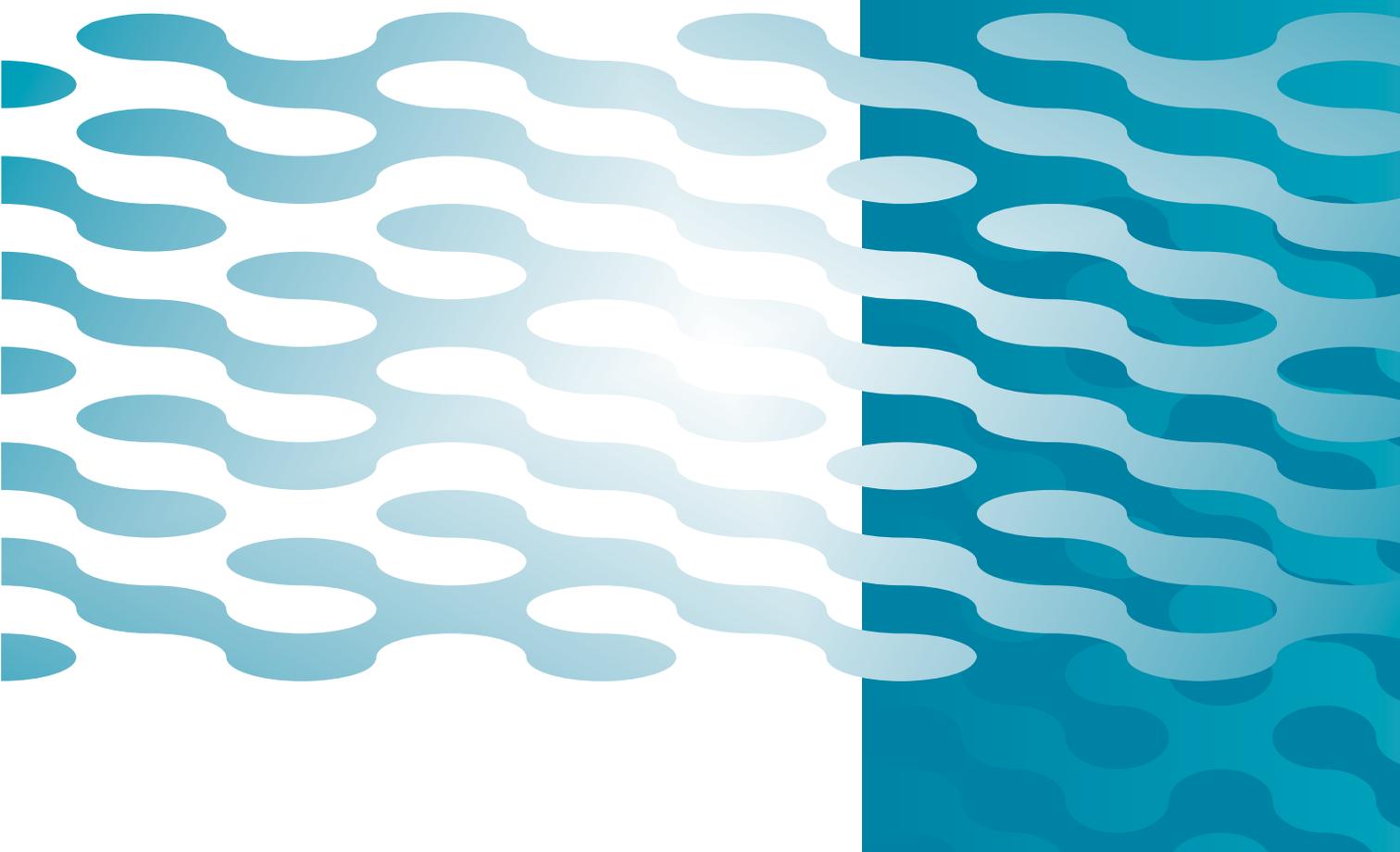
Na Parte I, procura-se localizar as ações da vigilância da qualidade da água para consumo humano no Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (Sinvs) e discorrer, ainda que de forma sucinta, sobre o que, no Modelo de Atuação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, se definem como ações estratégicas (Capítulos 1 e 2). Além disso, ao longo dos Capítulos 3 a 6, são apresentados tópicos de fundamental compreensão para o exercício da vigilância da qualidade da água, tais como: uma abordagem descritiva das diversas formas de fornecimento e consumo de água; aspectos conceituais relativos à qualidade da água para consumo humano; uma introdução ao conceito de risco e sua aplicação à vigilância da qualidade da água para consumo humano; o uso de indicadores e sistemas de informação aplicáveis à vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Na Parte II (Capítulos 7 a 16), procura-se cobrir o que, no Modelo de Atuação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, se definem como ações básicas, ou seja, as ações cotidianas no exercício da vigilância: as atividades de cadastro e inspeção de sistemas; soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento de água; as atividades de monitoramento da qualidade da água para consumo humano; a avaliação e a análise integrada das informações reunidas pela vigilância e fornecidas pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água; a classificação do grau de risco à saúde das diferentes formas de abastecimento de água, com base na atuação proativa da vigilância (cadastro, inspeção e monitoramento da qualidade da água) e na sistematização de informações; a atuação junto aos responsáveis pelo fornecimento de água para correção de situações de risco identificadas; as investigações de surtos e epidemias; a identificação de situações de vulnerabilidade e de emergência e de medidas a serem adotadas; a necessidade de implementação de atividades de educação, comunicação e mobilização social; a disponibilização de informações ao público. Na medida do possível, e do cabível, esses tópicos são acompanhados de exemplos práticos extraídos de estudos de caso reais ou hipotéticos.

Não se pode pleitear que este manual se revista de ineditismo, mas sim, em boa medida, de pioneirismo, não só suprimindo uma lacuna na literatura nacional como também atendendo a uma demanda, principalmente do setor saúde, em vista das expectativas e das exigências criadas com a publicação da Portaria MS nº 518/2004 e a implementação do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano.

Os autores e as entidades promotoras deste manual esperam que o documento, em conjunto com a própria Portaria MS nº 518/2004 e duas outras publicações – *Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004: subsídios para implementação* e o *Manual de boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde* – constitua um importante subsídio para a atuação integrada e construtiva do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano, sempre no sentido maior de proteção da saúde da população brasileira.

## ASPECTOS CONCEITUAIS

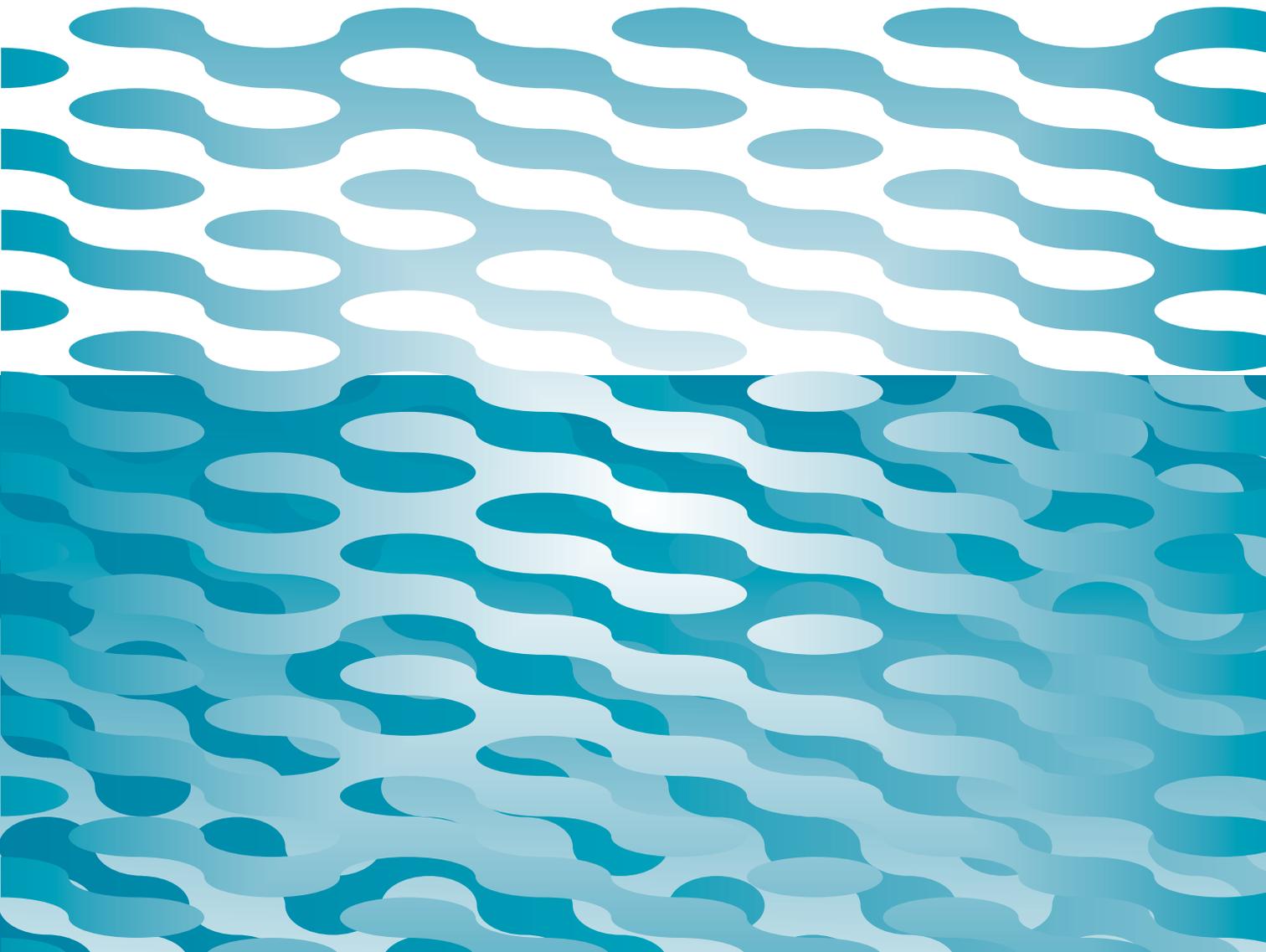




A VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO HUMANO  
E O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

---

1





# 1 A VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

A Constituição Federal de 1988 estabelece, como uma das competências do SUS, o desenvolvimento de ações de saneamento. Mais especificamente, o Artigo 200, inciso VI, explicita a obrigatoriedade de se realizar a fiscalização e a inspeção da água para consumo humano.

As ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano estão inseridas no que atualmente se denomina vigilância em saúde, cujo conceito e atribuições são descritos a seguir:

## 1.1 VIGILÂNCIA EM SAÚDE

O conceito de vigilância em saúde pode ser entendido como o acompanhamento contínuo de eventos adversos à saúde com o propósito de aprimorar as medidas de controle, incluindo em sua aplicação a coleta sistemática de informações, a análise dos dados e a divulgação das informações adequadamente analisadas.

Torna-se importante distinguir as ações de vigilância das de controle. As ações de vigilância devem subsidiar a tomada de decisões por parte da autoridade do setor saúde, assessorando-a quanto à necessidade e à propriedade de medidas de controle, estas entendidas como medidas de intervenção, prevenção ou correção.

Deve-se ainda distinguir os termos *vigilância* e *monitoramento*, ou *monitorização*. O termo monitoramento pode ser entendido como a realização e a análise de mensurações, visando a detectar mudanças no ambiente ou no estado de saúde da comunidade (LAST,1988), por exemplo, a análise contínua de indicadores da qualidade de produtos de consumo humano e de riscos ambientais. A distinção entre vigilância e monitoramento reside no fato de que a vigilância acompanha o comportamento de eventos específicos adversos à saúde da comunidade, enquanto o monitoramento trabalha especificamente com indicadores, tais como o de qualidade ambiental. A vigilância é uma aplicação do método epidemiológico, enquanto no monitoramento este vínculo não é obrigatório. Assim, de acordo com Waldman (1998), a monitorização seria um instrumento da vigilância quando aplicada em um sistema de informações para a agilização das medidas de controle.

O termo *vigilância em saúde* guarda a perspectiva de uma análise ampliada das relações entre os modos de vida de distintos grupos populacionais e as diversas expressões do processo saúde-doença, cuja operacionalização busca integrar as ações de *vigilância epidemiológica, sanitária e ambiental* (TEIXEIRA et al., 1998).

Dentre os objetivos da *vigilância em saúde*, poderiam ser destacados:

- identificar tendências, grupos e fatores de risco com vistas à elaboração de estratégias de controle de específicos eventos adversos à saúde;
- descrever o padrão de ocorrência de doenças de relevância em saúde pública;
- recomendar, com bases objetivas e científicas, as medidas necessárias para prevenir ou controlar a ocorrência de específicos agravos à saúde;
- avaliar o impacto de medidas de intervenção.

De acordo com a Lei nº 8.080/1990, que regulamenta o SUS, define-se:

- **Vigilância epidemiológica** – o conjunto de ações que proporciona o conhecimento, a detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos.
- **Vigilância sanitária** – o conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e da circulação de bens e da prestação de serviços de interesse à saúde, abrangendo:
  - o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo; e
  - o controle da prestação de serviços que se relacionam, direta ou indiretamente, com a saúde.

Na Instrução Normativa nº 01/2005, que regulamenta a Portaria MS nº 1.172/2004 GM no que se refere às competências da União, dos estados, dos municípios e do Distrito Federal, na área de Vigilância em Saúde Ambiental, estabelecendo o Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (Sinvsa), encontra-se a seguinte definição:

- **Sistema nacional de vigilância em saúde ambiental** – compreende o conjunto de ações e serviços prestados por órgãos e entidades públicas e privados relativos à vigilância em saúde ambiental, visando ao conhe-

cimento e à 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 medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos relacionados às doenças e a outros agravos à saúde.

Genericamente, trata-se da criação de um sistema de informações que, em conjunto com as demais esferas da vigilância, forneça subsídios para a intervenção por meio de medidas corretivas e preventivas, no intuito de produzir impactos positivos no ambiente e, conseqüentemente, na saúde da população (CÂMARA et al., 1998).

No que diz respeito ao arranjo institucional, as ações referenciadas anteriormente podem estar inseridas em serviços previamente existentes e organizados, como a *vigilância epidemiológica* e a *vigilância sanitária*, ou serem desenvolvidas a partir da criação da *vigilância em saúde ambiental*, respeitando-se a autonomia dos estados e dos municípios para sua operacionalização.

## 1.2 VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A vigilância da qualidade da água para consumo humano é parte das ações de vigilância em saúde ambiental, podendo ser definida como:

**Vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano – consiste no conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública para garantir que a água consumida pela população atenda ao padrão e às normas estabelecidas na legislação vigente, com o propósito de avaliar os riscos que a água consumida representa para a saúde humana.**

A vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano deve ser implementada em ação articulada intra e intersetorialmente, ou seja, compartilhada entre as diversas esferas de vigilância em saúde e com outros órgãos e instituições que atuam na questão da água, tais como os órgãos ambientais e de gerenciamento de recursos hídricos, os prestadores de serviços de abastecimento de água e os comitês de bacias hidrográficas.

Com base nos aspectos conceituais anteriormente apresentados, as diversas ações inerentes à vigilância da qualidade da água para consumo humano pode-

riam ser sistematizadas. Os planos de monitoramento permitiriam a obtenção de indicadores para o desenvolvimento de sistema de vigilância da qualidade da água para consumo humano. A alimentação sistemática desse sistema e sua análise em conjunto com os dados das vigilâncias ambiental, sanitária e epidemiológica e outros sistemas (setor saúde e qualidade da água) permitirão a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, ou seja, expostas ao risco (consumo de água). Esse conjunto de ações, articulado com as atividades de inspeção e as boas práticas em abastecimento de água, subsidia o planejamento e a execução de controle, com características preventivas e corretivas (Figura 1.1).

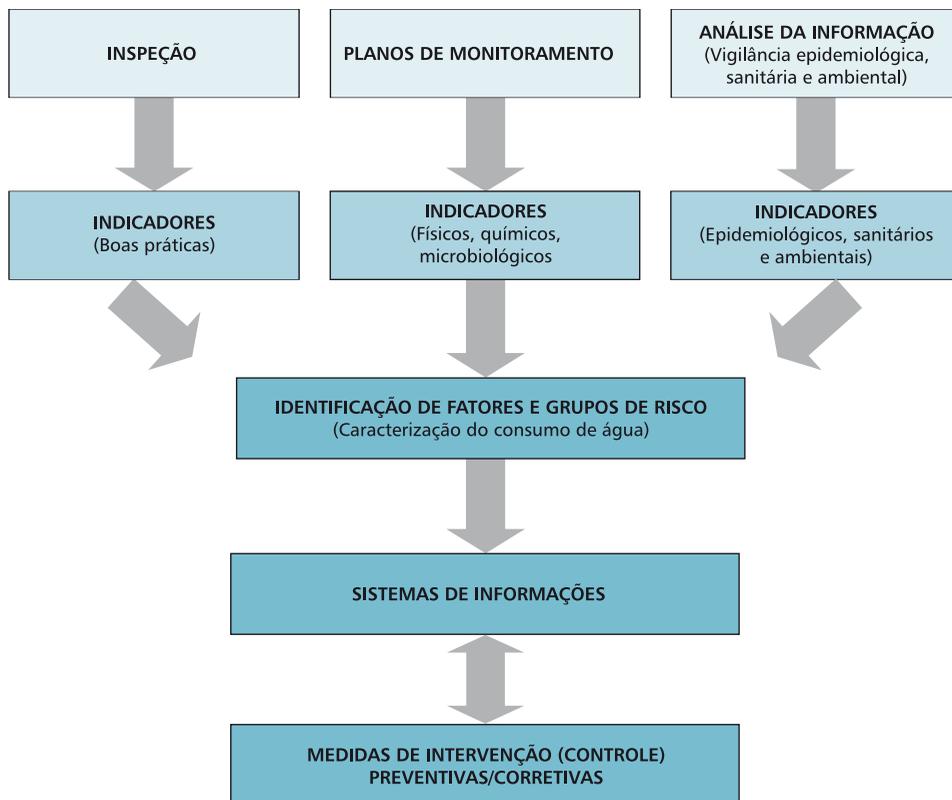
Os procedimentos e as responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade são estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004. No âmbito da vigilância, encontram-se detalhadas as atribuições do setor saúde nas esferas federal (Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde), estadual e municipal.

Nessa Portaria define-se vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano da seguinte forma:

- **Vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública para verificar se a água consumida pela população atende à Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana.**
- **Controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.**

Tais definições constituem a base para o estabelecimento de mecanismos, os mais claros e objetivos possíveis para o exercício eficaz e diferenciado, porém harmônico, do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano, sempre sob a perspectiva da avaliação de riscos à saúde.

**Figura 1.1 – Integração das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano**

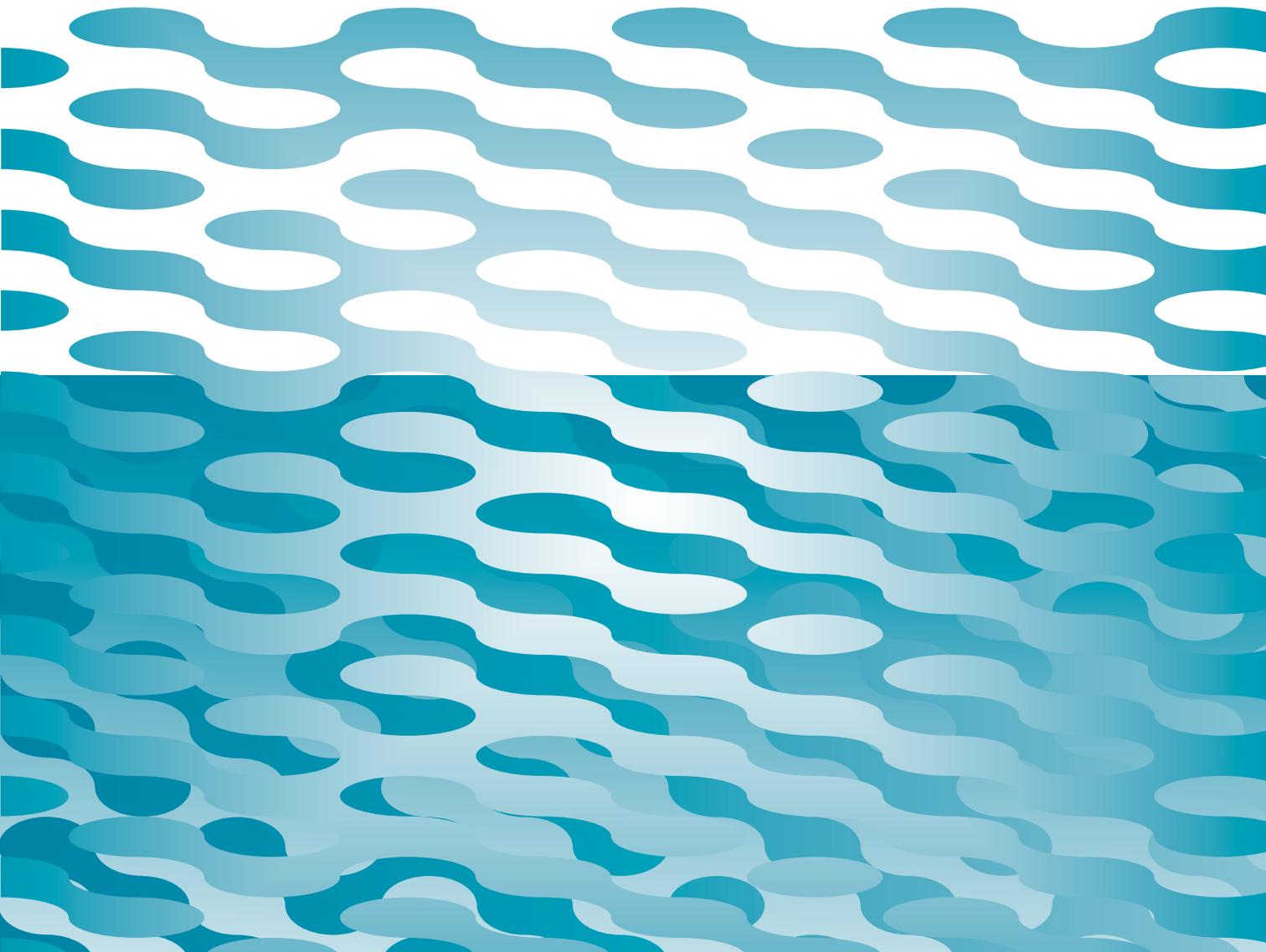




MODELO DE ATUAÇÃO E O PROGRAMA NACIONAL DE  
VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À  
QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

---

2





## 2 MODELO DE ATUAÇÃO E O PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Diante da necessidade de padronizar as ações relacionadas à vigilância da qualidade da água para consumo humano no país, a SVS/MS definiu um modelo de atuação, o qual prevê os princípios e as diretrizes, a base conceitual e gerencial, bem como as ações necessárias para sua implementação. Sua concretização dar-se-á por meio da operacionalização do *Vigiagua*, o qual apresenta os instrumentos, os mecanismos e as estratégias para a implementação das ações de vigilância nas diversas esferas de governo. Na Figura 2.1, apresenta-se um esquema que ilustra a proposta de hierarquização para estruturação institucional do *Vigiagua*.

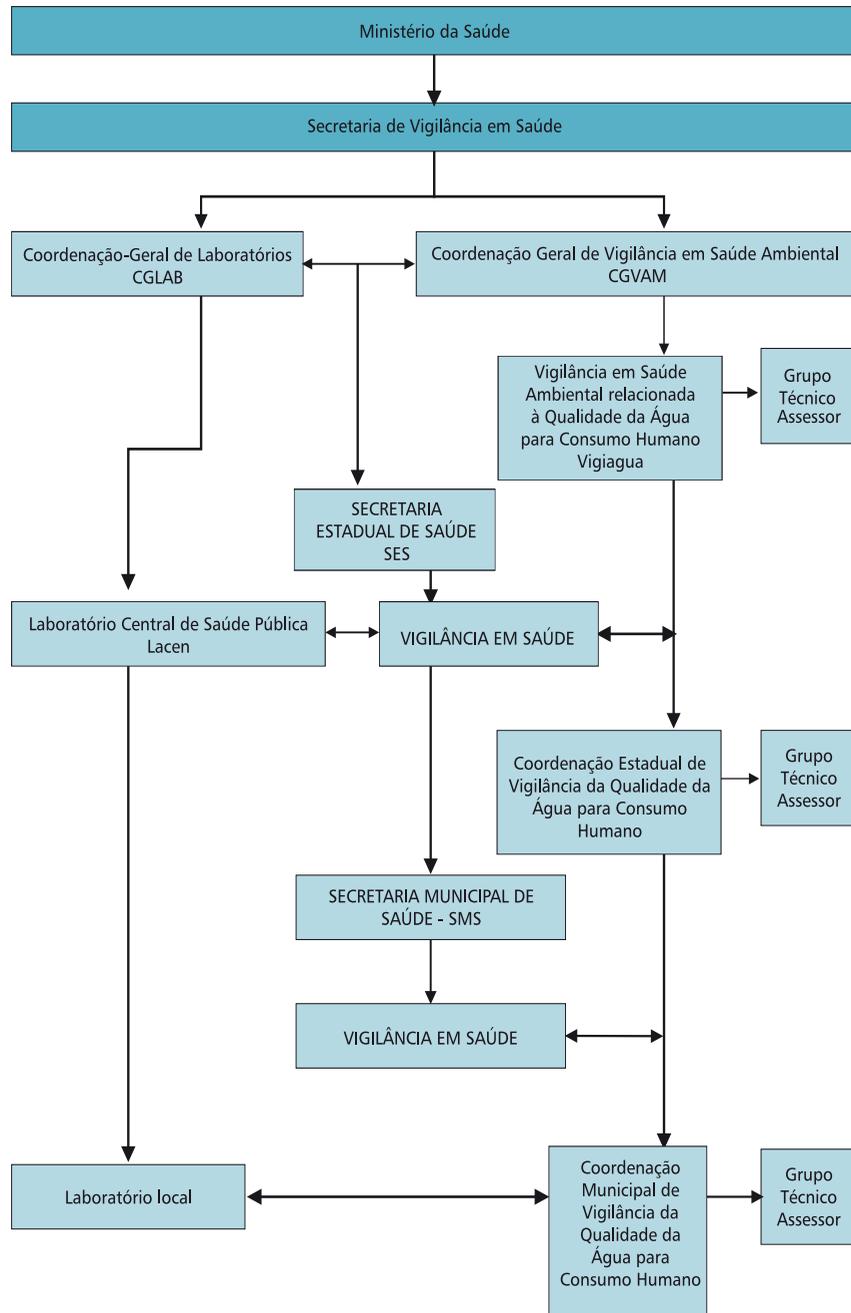
Quanto aos aspectos operacionais, propõe uma forma de atuação em que, didaticamente, as ações são divididas em *estratégicas* e *básicas*. Para viabilizar as ações básicas é necessário o desenvolvimento de ações executivas, de avaliação de risco e de informação. Essas ações são interdependentes e relacionam-se da forma proposta no diagrama de fluxo representado na Figura 2.2.

A seguir são apresentadas as ações estratégicas, com as ações básicas, que constituem a forma de operacionalização do *Vigiagua*, sendo abordadas na Parte II deste manual.

### a) Coordenação

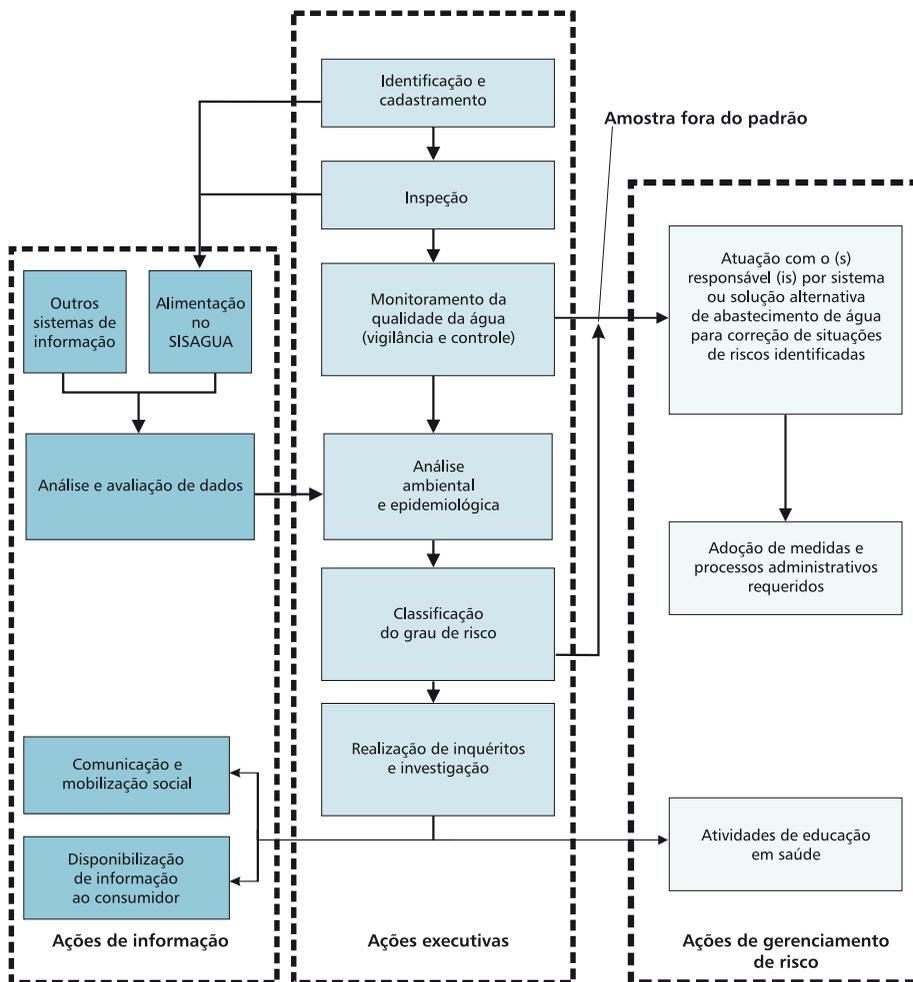
A coordenação nas três esferas de governo dar-se-á de maneira descentralizada, permitindo atingir as metas e as prioridades estabelecidas e possibilitando a detecção, a predição e a prevenção da contaminação da água com a finalidade de minimizar a incidência de doenças transmitidas pela água.

**Figura 2.1 – Organização institucional das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano**



Fonte: Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Brasil, 2005)

**Figura 2.2 – Ações básicas para operacionalização da vigilância da qualidade da água para consumo humano**



Fonte: Adaptado do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Brasil, 2005)

## b) Estruturação da rede laboratorial

A organização de uma rede de laboratórios constitui um dos pilares para o desenvolvimento das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, proporcionando suporte para a verificação da conformidade da qualidade da água ao padrão estabelecido na legislação.

Para a avaliação da qualidade da água para consumo humano poderão ser monitorados desde os parâmetros considerados básicos (bacteriologia, turbidez, cor e cloro residual) até os mais complexos (cianobactérias, substâncias químicas orgâ-

nicas e outros). Nesse sentido, torna-se necessário organizar uma rede de laboratórios que atenda às demandas, em diferentes níveis, da vigilância da qualidade da água, compatibilizando quesitos *de resolutividade e racionalidade econômica*.

Com relação à gestão pública, a organização é feita por meio do Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (Sislab), regulamentado pela Portaria MS nº 15/2002. De acordo com essa Portaria, o Sislab é constituído por quatro redes nacionais de laboratórios, com as seguintes denominações:

- I- Rede Nacional de Laboratórios de Vigilância Epidemiológica;
- II- Rede Nacional de Laboratórios de Vigilância em Saúde Ambiental;
- III- Rede Nacional de Laboratórios de Vigilância Sanitária;
- IV- Rede Nacional de Laboratórios de Assistência Médica de Alta Complexidade.

De acordo com o artigo 4º da Portaria MS nº 15/2002, caberá à Rede Nacional de Laboratórios de Vigilância em Saúde Ambiental o desenvolvimento das atividades laboratoriais relacionadas à vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Os Laboratórios de Saúde Pública são aqueles cuja responsabilidade se encontra a cargo do setor público na esfera da saúde e, normalmente, atuam em três áreas: vigilância epidemiológica, vigilância ambiental e vigilância sanitária. Entre suas competências destacam-se: o desenvolvimento e o repasse de tecnologias para os laboratórios públicos, a padronização de técnicas e o controle da qualidade laboratorial. A rede de laboratórios públicos pode ser composta dos Laboratórios Centrais (Lacens) e por laboratórios regionais e locais.

Um laboratório destinado a realizar análises de vigilância da qualidade da água para consumo humano deve ser dimensionado em função do seu nível de complexidade. Assim, a quantidade, o tamanho e a disposição dos diferentes ambientes devem ser definidos levando-se em consideração:

- atividade fim do laboratório;
- fluxo operacional;
- biossegurança;
- atividades de apoio técnico, administrativo e logístico.

Os recursos humanos constituem parte essencial para o bom funcionamento de um laboratório. Profissionais de níveis superior, técnico e de apoio devem ser

dimensionados em função do nível de complexidade do laboratório, do horário de funcionamento e da carga horária estabelecida na legislação trabalhista.

As análises laboratoriais devem ser realizadas segundo procedimentos normalizados para garantir a obtenção de resultados confiáveis, válidos e precisos, além de possibilitar a comparação entre resultados de diferentes laboratórios.

Segundo o Artigo 17, § 3º da Portaria MS nº 518/2004, as análises para a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não, que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

### c) Normalização

É adotada a legislação federal estabelecida pelo Ministério da Saúde, podendo ser complementada ou suplementada por legislações estadual ou municipal que contemplem as características de cada local.

### d) Desenvolvimento de recursos humanos

O êxito do desenvolvimento das ações do Vigiagua depende da qualidade e da quantidade de recursos humanos, sendo importante a implementação de programas contínuos de capacitação, dirigidos tanto ao nível gestor quanto operacional e que contemplem todos os aspectos relacionados à vigilância.

Dentre os aspectos a serem contemplados em programas de capacitação, podem ser destacados:

- a perfeita compreensão dos marcos conceitual, legal e institucional do Vigiagua e dos mecanismos para sua operacionalização;
- os aspectos conceituais e técnicos relacionados à qualidade e ao abastecimento de água para consumo humano, sobretudo conceitos e procedimentos para as boas práticas em abastecimento de água;
- a sistematização e a interpretação de dados e informações gerados pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;
- a sistematização e a interpretação de dados e informações gerados pela vigilância epidemiológica, pela vigilância ambiental, por órgãos ambientais e por gestores de recursos hídricos;
- as orientações e os conhecimentos necessários para a realização de inspeções sanitárias em sistemas de abastecimento de água e soluções alternativas coletivas;
- a coleta e análises de amostras de água.

## e) Atuação nos fóruns intra e intersetoriais dos setores afetos à quantidade e à qualidade da água para consumo humano

A questão da água para consumo humano apresenta nítida interface com diversas áreas, tais como:

- meio ambiente – gestão dos recursos hídricos com vistas à preservação da oferta de água em quantidade e qualidade necessárias;
- saneamento – infra-estrutura necessária para captação, tratamento, reservação e distribuição de água potável (além de questões relacionadas ao esgotamento sanitário, aos resíduos sólidos, à drenagem e à proteção de mananciais);
- saúde – prevenção de doenças e promoção da saúde humana;
- desenvolvimento urbano – planejamento de ocupação e expansão das áreas urbanas e sua relação com o saneamento e a proteção de mananciais;
- habitação – relacionada à garantia da qualidade da água intradomiciliar.

Portanto, os assuntos pertinentes à água para consumo humano são objeto de discussão em diversos conselhos e instâncias colegiadas relacionados ao meio ambiente, à saúde e aos recursos hídricos.

A seguir, aborda-se, de maneira simplificada, a forma de atuação dos diversos fóruns intra e intersetoriais e sua interface com as questões inerentes à água para consumo humano.

### Comitês de Bacias Hidrográficas

Os Comitês de Bacias Hidrográficas constituem fóruns intersetoriais na medida em que agregam representantes dos governos federal, estadual e municipal de diversos setores (saneamento, meio ambiente, saúde, agricultura, planejamento, turismo, energia, sociedade civil organizada, dentre outros). A composição dos comitês inclui representantes dos governos estadual, municipal e da sociedade civil organizada.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, que instituiu o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, foi disciplinada pela Lei nº 9.433/1997, estabelecendo um arranjo institucional para a gestão compartilhada do uso da água, incluindo os seguintes organismos para compor o novo sistema de gestão:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs);
- Agências de bacias;
- Organizações civis de recursos hídricos

Na medida em que nos CBHs se discutem regionalmente os usos múltiplos e conflitantes da água, o uso da água para consumo humano será sempre tema de interesse.

No que tange à água para consumo humano, destacam-se os seguintes dispositivos da Lei nº 9.433/1997:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: (...)

III – em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.

## Conselhos Municipais, Estaduais e Nacional de Meio Ambiente

Com a promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente, foi criado o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), composto por uma estrutura organizacional que compreende diversos órgãos consultivos e, ou, deliberativos, entre eles, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama).

O Conama tem por finalidade assessorar, estudar e propor ao Conselho do Governo (um dos órgãos que compõem o Sisnama) diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à qualidade de vida.

Os Conselhos de Meio Ambiente, nos níveis federal, estadual e municipal, também constituem fóruns instersetoriais de discussão, na medida em que não apenas o setor ambiental tem neles assento, mas diversos outros setores, como saúde, energia, agricultura, planejamento, turismo. O Conselho é composto paritariamente por representantes dos governos federal, estaduais, municipais e da sociedade civil organizada (entidades ambientalistas, trabalhadores e empresários).

Considerando que a qualidade dos recursos hídricos utilizados para fins de abastecimento para consumo humano está relacionada à situação ambiental no qual se inserem, os assuntos pertinentes à água para consumo humano devem ser objeto de discussão e deliberações por parte dos Conselhos de Meio Ambiente, qualquer que seja o nível de governo envolvido.

Na Portaria MS nº 518/2004, destaca-se a indissociabilidade entre a qualidade da água bruta e a tratada e distribuída para consumo humano e, portanto, a importância da proteção e do monitoramento do manancial de abastecimento. Nessa Portaria, encontram-se diversas referências à necessidade da inter-relação entre os setores saneamento/meio ambiente/saúde, mais especificamente o inciso V, do artigo 9º, que define que cabe aos responsáveis pela operação de sistemas de abastecimento de água, dentre várias responsabilidades:

Promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar o controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente.

## Conselhos Municipais, Estaduais e Nacional de Saúde

A efetiva participação da sociedade constitui um dos pilares do SUS, sendo explicitada na Lei nº 8.080/1990, que o regulamenta, e na Lei nº 8.142/1990, que dispõe sobre a participação da comunidade na gestão do SUS.

Os Conselhos de Saúde são compostos, de forma paritária, por representantes dos prestadores de serviços, dos trabalhadores do SUS e dos usuários.

Como a definição de prioridades e a alocação de recursos na área da saúde são objeto de discussão e deliberação nos Conselhos, é de fundamental importância que os conselheiros estejam atentos à vigilância e ao controle da qualidade da água para consumo humano como ação de saúde preventiva e que este tema seja apreciado de forma sistemática.

## Conferências e Conselhos Nacional, Estaduais e Municipais das Cidades

Encontra-se já estruturado no país o Conselho Nacional das Cidades, eleito na Conferência Nacional das Cidades, constituído por representantes do governo federal, de governos estaduais e municipais e da sociedade civil – movimentos sociais, organizações não governamentais, universidades, entidades empresariais e de trabalhadores. O Conselho discute diretrizes e a implementação de políticas e programas de saneamento ambiental, habitação, transporte e mobilidade urbana. No momento da elaboração deste manual encontrava-se na agenda do Conselho Nacional o fomento à criação de Conselhos Estaduais e Municipais das Cidades.

Mais especificamente, verifica-se em alguns municípios a realização de conferências e a existência de Conselhos Municipais de Saneamento.

Trata-se claramente de instâncias e mecanismos fundamentais de participação da sociedade na condução de políticas para o saneamento.

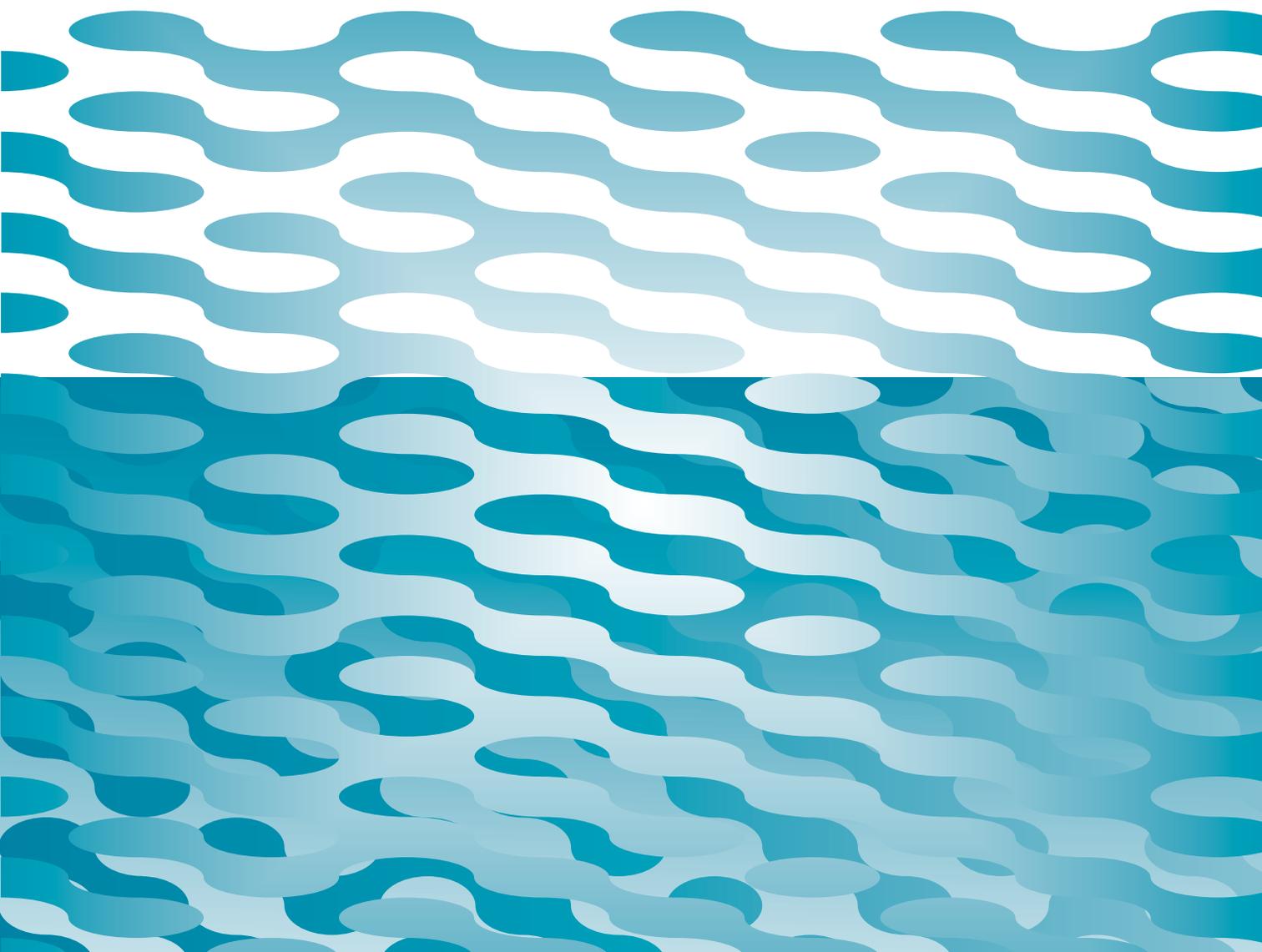
## f) Desenvolvimento de estudos e pesquisas

O desenvolvimento de estudos e pesquisas deve subsidiar as práticas da vigilância, permitindo acompanhar o avanço tecnológico e adequado às condições do país, avaliando os potenciais riscos ambientais que possam causar danos à saúde da população.

A título de exemplo, podem ser citados alguns temas de interesse:

- a ocorrência de protozoários em mananciais de abastecimento;
- a remoção de protozoários em processos de tratamento de água;
- a incidência de protozooses e sua associação com o abastecimento e o consumo de água;
- a ocorrência de cianobactérias e a remoção de cianotoxinas em processos de tratamento de água;
- a ocorrência de agrotóxicos em mananciais de abastecimento de água;
- a aplicação de métodos de avaliação de risco no estabelecimento do padrão de potabilidade da água.







## 3 FORNECIMENTO E CONSUMO DE ÁGUA

A vigilância da qualidade da água para consumo humano tem suas ações organizadas, seja no planejamento, seja na execução, dentre outros aspectos, com base no conhecimento das formas de fornecimento e consumo de água utilizada pela população.

Nesse sentido, é imprescindível que os profissionais responsáveis pela vigilância da qualidade da água detenham as informações necessárias para a caracterização das diferentes formas de abastecimento e consumo de água, desde as mais simples até as mais complexas.

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as definições das formas coletivas, conforme constam na Portaria MS nº 518/2004, e das formas individuais de abastecimento de água, uma vez que estas também são objeto de ações da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Posteriormente, o capítulo explora de forma mais detalhada as diversas unidades que compõem os sistemas de abastecimento de água e as soluções alternativas de abastecimento de água.

### 3.1 CONCEITOS GERAIS SOBRE FORMAS COLETIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No sentido de superar lacunas de responsabilidades, a Portaria MS nº 518/2004 procura estabelecer uma melhor delimitação para as formas de abastecimento, fornecimento e consumo de água, que devem estar sujeitas às ações de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Com esse objetivo, a Portaria define sistema e solução alternativa de abastecimento de água como:

- Sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta pelo conjunto de obras civis com materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.
- Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical.

Por *sistema de abastecimento de água* entendem-se as *soluções clássicas*, incluindo a distribuição de água por meio de rede. A principal diferença em relação

às soluções alternativas reside no fato de que em todo *sistema de abastecimento de água* o responsável pela prestação do serviço é o município, mesmo que a prestação do serviço seja concedida a um ente público vinculado a outra esfera administrativa (como é o caso dos serviços prestados pelas Companhias Estaduais) ou a um ente privado.

As *soluções alternativas coletivas* podem ser providas ou desprovidas de distribuição por rede. As soluções desprovidas de distribuição por rede, em geral, encontram-se associadas a fontes, poços ou chafarizes comunitários e distribuição por veículo transportador. Entretanto, existem muitos casos de instalações particulares, condomínios horizontais e verticais, hotéis, clubes, dentre outros exemplos, que optam por implantar e operar instalações próprias, por vezes completas. A Portaria MS nº 518/2004 enquadra esses casos como soluções alternativas, independentemente do porte.

Cumprir destacar que, de acordo com o disposto no inciso XII, Artigo 7º da Portaria MS nº 518/2004, cabe às Secretarias Municipais de Saúde definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa coletiva. Em alguns casos, não há maiores dúvidas quanto à identificação do responsável, por exemplo: o síndico de um condomínio, o presidente de um clube, o proprietário de um hotel ou *camping*. Podem, entretanto, ocorrer situações menos nítidas, como algumas fontes comunitárias; analisadas caso a caso, a responsabilidade pode ser atribuída, por exemplo, ao proprietário da fonte ou ao Poder Executivo Municipal.

O Artigo 8º da Portaria MS nº 518/2004 expressa que todos os responsáveis pelo fornecimento coletivo de água, incluindo as soluções alternativas, devem exercer o controle da qualidade da água, o que implica, dentre outras ações, o monitoramento da qualidade da água e a prestação de contas ao setor saúde e ao público consumidor.

Outro destaque nessa Portaria é o de que toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água, exercida pelas autoridades de saúde pública (Artigo 2º).

Portanto, as soluções alternativas individuais de abastecimento também devem ser objeto de vigilância, na medida em que a utilização de mananciais (superficiais, subterrâneos ou de água de chuva) pode representar risco potencial de ocorrência de agravos à saúde das populações ou dos indivíduos que não têm acesso às soluções coletivas de fornecimento de água.

Da mesma forma, devem ser objeto de interesse e preocupação das autoridades de saúde pública as instalações prediais. Problemas decorrentes de projetos hidráulico-sanitários mal elaborados, defeitos nas instalações, má conservação ou manutenção podem acarretar a deterioração da qualidade da água que é fornecida por meio das soluções coletivas de abastecimento. Esse é um aspecto de grande importância para a vigilância mas frequentemente negligenciado.

As soluções alternativas individuais e as instalações prediais podem ser assim definidas:

- Solução alternativa individual de abastecimento de água – toda e qualquer solução alternativa de abastecimento de água que atenda a um único domicílio.
- Instalações prediais – conjunto composto por uma ou mais unidades, constituído por canalizações, reservatórios, equipamentos e outros componentes destinado ao abastecimento de água.

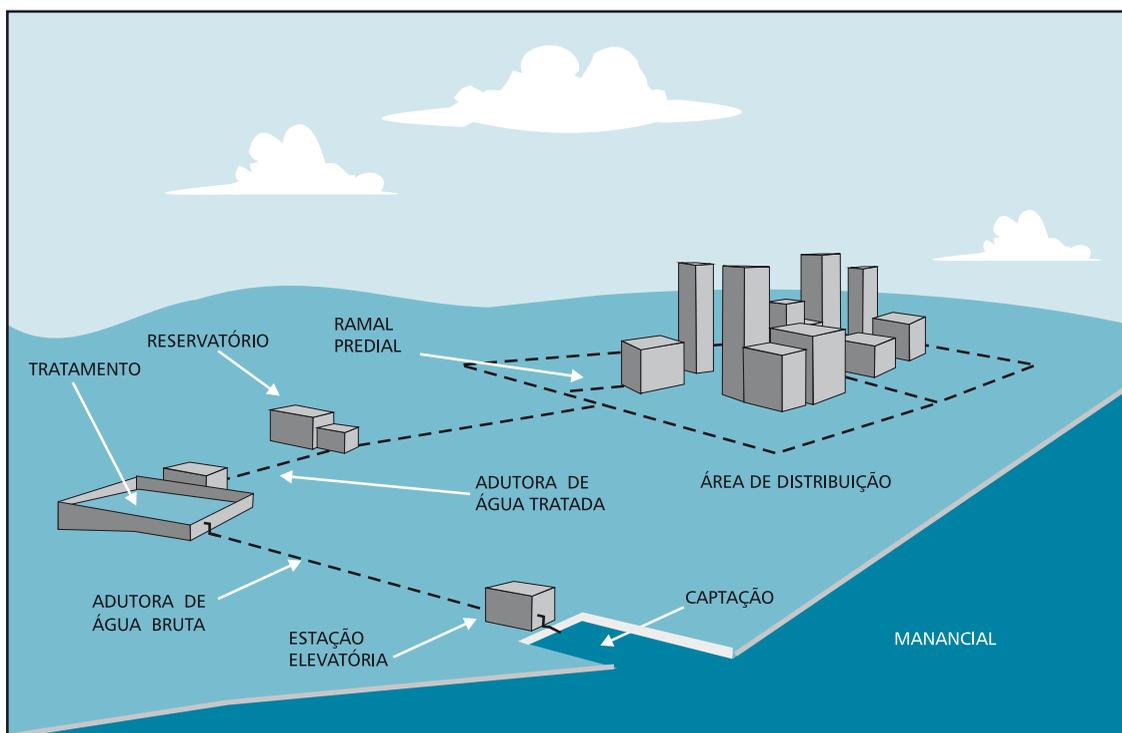
### 3.2 COMPONENTES DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os sistemas de abastecimento de água apresentam uma variedade de possíveis combinações de unidades que se integram com o propósito de atender a população por meio de água encanada. Não existe um arranjo único e fixo que possa caracterizar um sistema de abastecimento de água, no entanto a maioria inclui os seguintes componentes (Figura 3.1):

- Manancial: fonte de onde se retira a água.
- Captação: conjunto de equipamentos e instalações utilizado para a retirada de água do manancial.
- Adução: transporte de água do manancial ao tratamento ou da água tratada ao sistema de distribuição.
- Tratamento: unidade onde se processam alterações nas características físicas, químicas, biológicas e organolépticas da água (percebidas pelos sentidos, como gosto e odor) com a finalidade de torná-la própria para consumo humano (potável).
- Reservação: armazenamento da água entre o tratamento e o consumo com os objetivos de: suprir as variações horárias de consumo, garantir a adequada pressurização do sistema de distribuição e garantir reservas de emergência.
- Distribuição: condução da água para as edificações e os pontos de consumo por meio de canalizações instaladas em vias públicas.
- Ligações prediais: derivação da água da rede de distribuição até as edificações ou os pontos de consumo por meio de instalações assentadas na via pública até a entrada da edificação.
- Estações elevatórias ou de recalque: instalações de bombeamento destinadas a transportar a água a pontos mais distantes e, ou, mais eleva-

dos, encontradas freqüentemente nas unidades de captação e adução (adução por recalque) e em pontos intermediários dos sistemas de distribuição (boosters).

Figura 3.1 – Esquema geral de um sistema de abastecimento de água



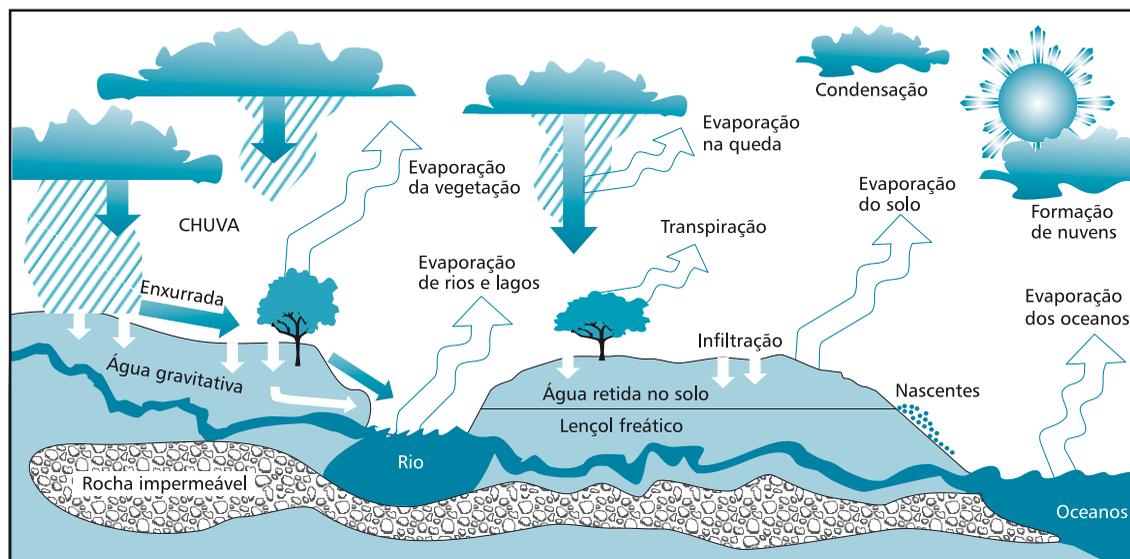
Fonte: Funasa (2004)

São detalhadas a seguir as principais unidades componentes dos sistemas de abastecimento de água.

## MANANCIAIS

De acordo com o ciclo da água na natureza, os mananciais podem ser divididos em três categorias: superficiais, subterrâneos e água de chuvas (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Ciclo da água



Fonte: Oliveira (1976)

A escolha do manancial depende de informações que permitam compor sua história, tanto em termos quantitativos como qualitativos. A tomada de decisões quanto ao manancial e ao ponto de captação deve ser orientada por fatores tais como:

- oferta de água do manancial, incluindo séries históricas e informações sobre variações sazonais, especialmente nos períodos de estiagem;
- nível da água em períodos de chuva e estiagem;
- qualidade da água, incluindo variações sazonais;
- diagnóstico de uso e ocupação do solo na bacia de captação, com destaque para:
  - identificação dos usos múltiplos e conflitantes da água;
  - condições de proteção dos mananciais;
  - identificação de fontes poluidoras, existentes ou potenciais, tais como: lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, atividades agropecuárias, etc.;

- existência de dispositivos jurídico-administrativos, tais como: Planos Diretores, Leis de Uso e Ocupação do Solo, Leis de Zoneamento Ambiental, etc.
- facilidade de acesso;
- distância entre os pontos de captação, tratamento e distribuição;
- custos de implantação e operação das estruturas de captação, adução e tratamento da água;
- necessidade de elevatória e fontes de energia disponíveis;
- necessidade de desapropriações.

É fundamental o conhecimento da saturação do manancial, ou seja, do limite de oferta de água ou do limite de adução (L/hab.dia) comparado à evolução do consumo (L/hab.dia). A importância desse fator reside no pressuposto de que não só a qualidade, mas também a quantidade de água têm implicações de saúde pública, seja por limitar um consumo mínimo desejável (demanda essencial), seja por causar problemas de intermitência do abastecimento. Estipular um valor para a demanda essencial é algo um tanto controverso. Das evidências disponíveis e da experiência internacional, têm-se adotado valores em torno de 80-100 L/hab.dia.

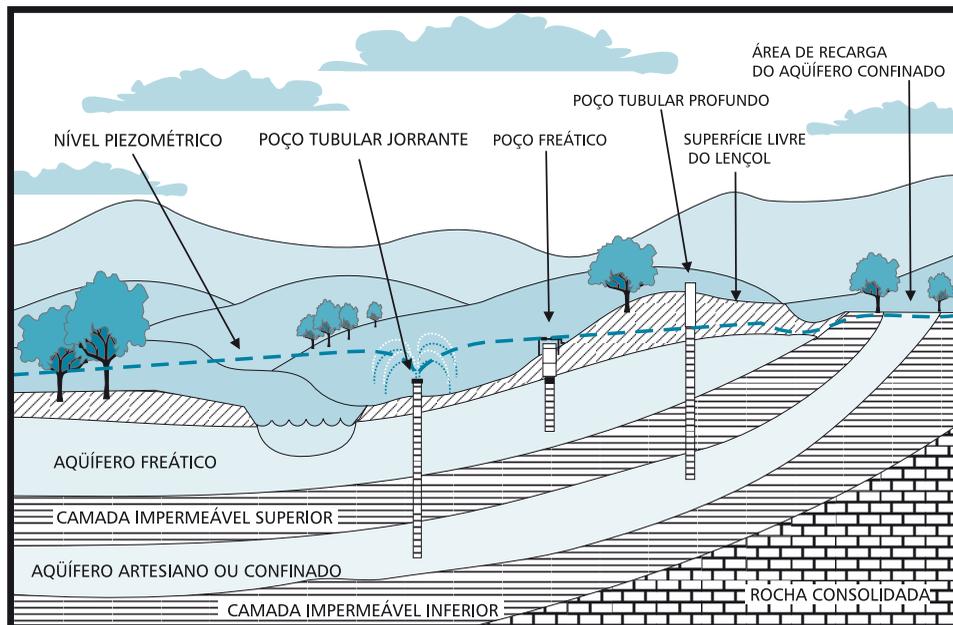
A qualidade da água, por sua vez, orienta os processos de tratamento necessários e os limites técnicos e econômicos para a potabilização da água.

### Mananciais subterrâneos

São as fontes de água que se encontram abaixo da superfície do solo, compreendendo os lençóis não confinados (freáticos) e os confinados (artesianos), conforme a Figura 3.3. A captação é realizada por meio de poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes, dentre outras formas. As seguintes definições aplicam-se:

- Lençol não confinado (freático): localizado entre a superfície do solo e uma camada impermeável (rocha); submetido à pressão atmosférica.
- Lençol confinado (artesiano): encontra-se confinado entre camadas impermeáveis e sujeito a uma pressão maior que a pressão atmosférica. Em um poço artesiano, a água subirá acima do nível do lençol, podendo, às vezes, atingir a boca do poço e produzir uma descarga contínua, jorrante.

**Figura 3.3 – Mananciais subterrâneos**



Fonte: Funasa (1999)

## Mananciais superficiais

São os cursos d'água, lagos ou represas, principalmente.

As precipitações atmosféricas, logo que atingem o solo, podem ser armazenadas nas depressões naturais do terreno (lagos) ou nos represamentos artificiais, ou escoar superficialmente e alimentar os cursos d'água (córregos, ribeirões, rios). Outra parcela infiltra-se no solo, constituindo os mananciais subterrâneos, os quais acabam também por alimentar os mananciais superficiais.

As represas podem ser formadas artificialmente com base em obras executadas em um curso d'água, com a finalidade de reter o volume necessário para garantir o abastecimento em tempo de estiagem.

## Mananciais de água de chuva

Quando adequadamente interceptadas e armazenadas, as precipitações atmosféricas podem também constituir mananciais de abastecimento.

## CAPTAÇÃO

As obras de captação variam conforme as condições locais, hidrológicas, topográficas e, no caso das águas subterrâneas, hidrogeológicas.

### Captação de águas superficiais

O balanço entre a oferta (vazão do manancial) e a demanda de água (vazão de adução) determina se a captação poderá ser *direta* ou se será necessária a construção de *reservatórios de acumulação* de água (barragens e represas) para, nos períodos de chuva, cobrir o déficit das épocas de estiagem. Em linhas gerais, a análise a ser feita é a seguinte:

- vazão mínima do manancial superior à vazão de captação – captação direta;
- vazão mínima do manancial inferior à vazão de captação e vazão média do manancial superior à vazão de captação – captação por meio de reservatórios de acumulação;
- vazão mínima e média do manancial inferiores à vazão de captação – o manancial sozinho não atende à demanda.

Por vazão mínima deve ser entendida a menor vazão do manancial estimada para uma determinada condição hidrológica, subtraída de uma vazão ecológica remanescente, necessária para a manutenção da vida aquática a jusante. Esta última parcela é definida nas legislações estaduais que estabelecem os critérios para outorga de uso dos cursos de água.

A qualidade da água de mananciais superficiais é fortemente influenciada pelo uso e pela ocupação do solo e mais susceptível que a dos subterrâneos às variações sazonais determinadas pelas condições climáticas (períodos de chuva e estiagem).

As estruturas de captação superficial podem ser compostas de:

- barragens ou vertedores para manutenção do nível ou para regularização da vazão;
- órgãos de tomada d'água com dispositivos para impedir a entrada de materiais flutuantes;
- dispositivos para controlar a entrada de água;
- canais ou tubulações de interligação e órgãos acessórios;
- poços de sucção e casa de bombas para alojar os conjuntos elevatórios, quando necessário.

Dentre os dispositivos mais comuns de tomada d'água temos:

#### a) Tomada d'água com barragem de nível

Encontram uso generalizado no aproveitamento de pequenos cursos d'água. A barragem visa somente a elevar o nível da água, facilitando a tomada d'água ou garantindo a submersão dos dispositivos de recalque. A vazão mínima do manancial deve ser superior à captada, pois a barragem não tem a função de acumular água.

#### b) Captação direta com proteção e poço de tomada

A tomada direta com proteção consiste na construção de uma caixa com barras espaçadas para proteger o crivo da tubulação de tomada e o poço de tomada; são normalmente utilizadas em cursos d'água perenes sujeitos a pequenas oscilações de nível e em que não haja transporte de sedimentos (areia).

#### c) Captação indireta com canal ou tubulação de derivação

Consiste no desvio parcial das águas de um rio a fim de facilitar a tomada de água.

#### d) Torre de tomada

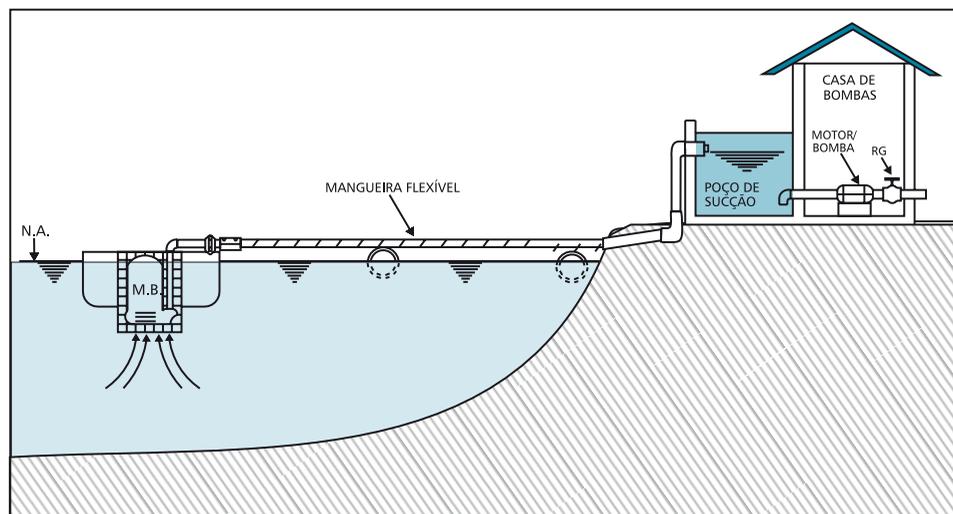
Utilizado para captação em represas e lagos. A torre de tomada fica sempre envolvida pela água, sendo provida de várias comportas situadas em níveis diferentes. O ingresso da água no interior da torre é feito por uma das comportas, permanecendo as demais fechadas, sendo conveniente que a escolha da comporta a ser mantida aberta considere a melhor condição de qualidade da água (Figura 3.4).

**Figura 3.4 – Torre de tomada de água**



### e) Tomada de água flutuante

**Figura 3.5 – Tomada de água flutuante**



Fonte: Funasa (1999)

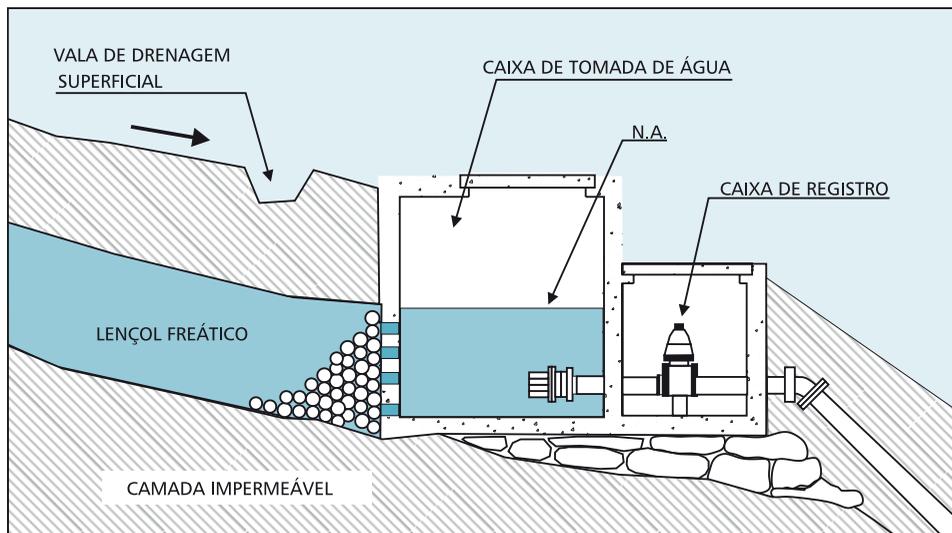
### Captação de águas subterrâneas

#### a) Do lençol não confinado (freático)

- Captação de fonte aflorante ou de encosta

São caixas de tomada adequadamente protegidas que, instaladas no local do afloramento, recolhem diretamente a água do lençol ou indiretamente de uma canalização simples ou com ramificações que penetram o lençol (Figura 3.6).

**Figura 3.6 – Captação de fonte de encosta (minas)**

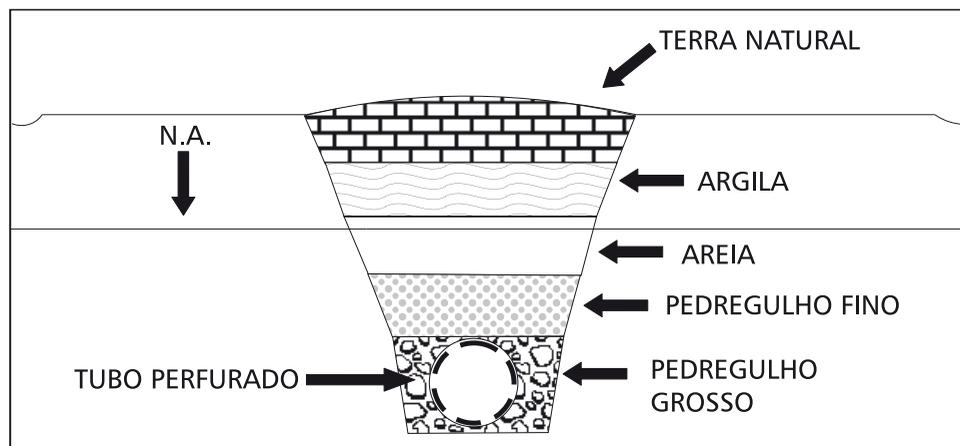


Fonte: Barros et al. (1995)

- **Captação de fonte emergente**

Geralmente são sistemas de drenagem subsuperficial denominados de galerias de infiltração. A solução consiste de um sistema de drenos que termina em um coletor central, por meio do qual a água é encaminhada a um poço (Figura 3.7).

**Figura 3.7 – Galeria de infiltração**



Fonte: Barros et al. (1995)

- **Captação em poço raso**

Escavação circular, geralmente de 0,80 a 2,00 metros de diâmetro e com profundidade de acordo com o nível do lençol freático.

- **Captação em poço profundo**

Constituída pelo poço propriamente dito, cravado ou perfurado (manual ou mecanicamente), com revestimento interno para evitar desmoronamentos e para impedir a entrada de água com características indesejáveis; com filtro nas camadas geológicas que contêm água e com equipamento de recalque. Em geral, demanda mão-de-obra e equipamentos mais sofisticados.

**b) Do lençol confinado (artesiano)**

- **Poço profundo artesiano**

Para atingir o lençol artesiano, os poços são usualmente perfurados utilizando-se percussão ou ar comprimido. As partes componentes são essencialmente as mesmas do poço profundo freático, entretanto sua execução é mais cara e exige mão-de-obra e equipamentos ainda mais sofisticados.

## ADUÇÃO

Realizada por meio de um conjunto de canalizações, peças especiais e órgãos acessórios, dispostos entre:

- **captação e a estação de tratamento de água (ETA);**
- **ETA e o sistema de distribuição (reservatórios e rede).**

A canalização que deriva de uma adutora, abastecendo um determinado setor, é chamada de subadutora.

As adutoras podem ser classificadas de acordo com a natureza da água transportada, com a energia utilizada para o escoamento da água e com o regime de escoamento da água.

**a) De acordo com a natureza da água transportada**

- adutora de água bruta: transporta água da captação até a ETA;
- adutora de água tratada: transporta água da ETA até o sistema de distribuição.

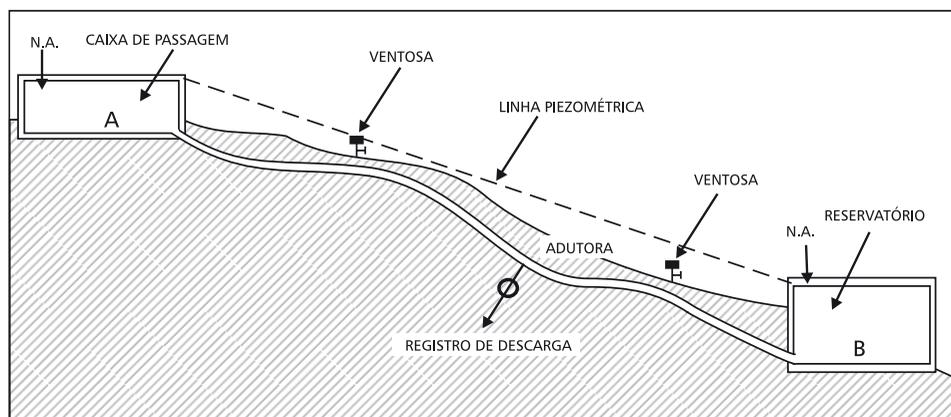
**b) De acordo com a energia utilizada para o escoamento da água**

- adutora por gravidade: quando o ponto inicial da adução é mais alto que o final e se aproveita o desnível existente (energia hidráulica)(Figura 3.8);
- adutora por recalque: quando se utiliza um sistema elevatório (conjunto moto-bomba e acessórios);
- mista: parte por recalque e parte por gravidade.

**c) De acordo com o regime de escoamento**

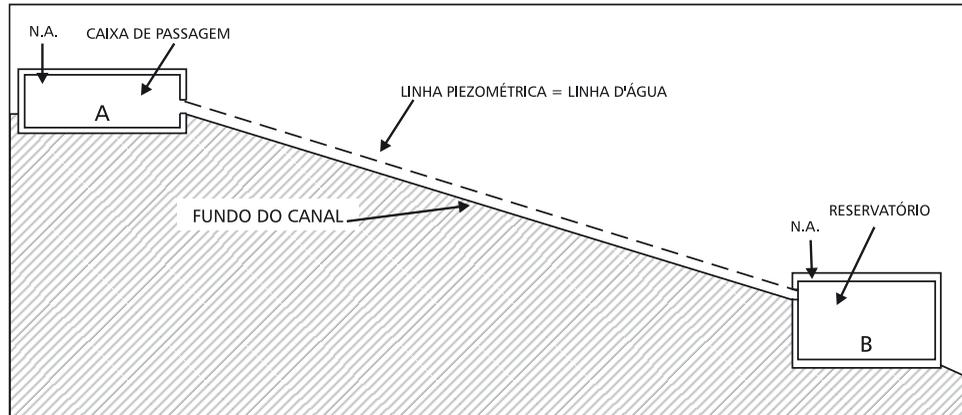
- adutora em conduto livre: os condutos podem ser abertos (canal) ou fechados. A água ocupa apenas parte da seção de escoamento e a superfície mantém-se sob pressão atmosférica (Figura 3.9);
- adutora em conduto forçado: a água ocupa a plena seção, mantendo a pressão interna superior à pressão atmosférica. O escoamento pode se dar a partir da energia hidráulica disponível (adutoras por gravidade) ou de energia introduzida (adutoras por recalque)(Figura 3.10).

**Figura 3.8 – Adutora por gravidade em conduto forçado**



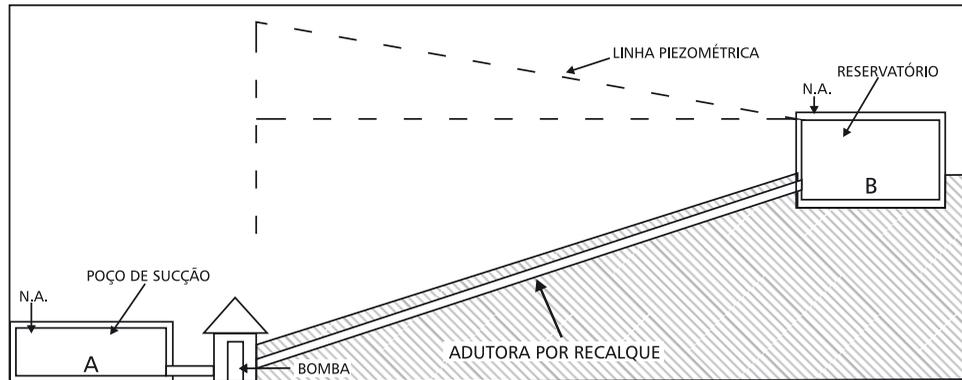
Fonte: Funasa (1999)

**Figura 3.9 – Adutora por gravidade em conduto livre**



Fonte: Funasa (1999)

**Figura 3.10 – Adutora por recalque (conduto forçado)**



Fonte: Funasa (1999)

## TRATAMENTO

O tratamento da água para consumo humano tem por finalidade primeira torná-la potável.<sup>1</sup> Em síntese, procura-se tornar a água atrativa e segura para o consumo humano. Portanto, os principais objetivos do tratamento são de ordem sanitária (ex.: remoção de organismos patogênicos e das substâncias químicas que representam riscos à saúde) e estética/organoléptica (ex.: remoção de turbidez, cor, gosto e odor). Adicionalmente, por motivos de ordem econômica, pode-se buscar a redução de corrosividade, dureza, ferro, etc.

<sup>1</sup> Na definição encontrada na Portaria MS nº 518/2004, água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferecem riscos à saúde.

A qualidade da água para consumo humano deve:

- atender ao padrão de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde refletido na Portaria MS nº 518/2004:
  - prevenindo a veiculação de doenças, de origem microbiológica ou química;
  - estimulando a aceitação para consumo humano;
- prevenir a cárie dentária por meio da fluoretação;
- proteger o sistema de abastecimento dos efeitos da corrosão e das incrustações

O conhecimento das características da água bruta permite uma avaliação de sua tratabilidade, ou seja, da escolha do processo de tratamento mais adequado e viável, do ponto de vista técnico-econômico, para torná-la potável. Por sua vez, o tipo de manancial, *superficial* ou *subterrâneo*, é um fator determinante das características da água bruta.

Na concepção das estações de tratamento de águas provenientes de mananciais superficiais, considera-se a combinação das seguintes etapas:

- clarificação, com o objetivo de remover impurezas;
- desinfecção, para a inativação e ou remoção de organismos patogênicos;
- fluoretação, para a prevenção da cárie dentária;
- controle de corrosão e de incrustações.

A Portaria MS nº 518/2004, que dispõe sobre o padrão de potabilidade da água no Brasil, estabelece que:

- Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico (Artigo 22).
- Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração (Artigo 23).

A etapa de fluoretação é prevista objetivando atender à legislação federal, que determina esta etapa no tratamento da água (Portaria MS nº 635/1975). Já o controle de corrosão e de incrustações é empregado com a preocupação econômica de preservar a integridade das instalações.

Para as águas subterrâneas, especialmente as de lençol confinado, freqüentemente é dispensada a etapa de clarificação, em função dos baixos níveis de turbidez encontrados. Entretanto, as águas subterrâneas podem conter concentrações mais elevadas de substâncias dissolvidas, em função das características geomorfológicas do solo.

Em linhas gerais, as alternativas de tratamento podem ser divididas em dois grupos: com ou sem coagulação química. No segundo caso, a técnica empregada é a filtração lenta, usualmente adequada às águas de *boa* qualidade, por exemplo, com baixa turbidez, cor e densidade de algas. Águas brutas com presença de cor ou valores mais elevados de turbidez e algas exigirão o uso de uma das variantes da tecnologia de filtração rápida. Essas variantes englobam seqüências de tratamento conhecidas como de ciclo completo ou convencional (Figuras 3.11 e 3.12), nas quais, em função de elevados teores de impurezas, a filtração rápida é precedida de outro processo de clarificação, a sedimentação ou a flotação. Englobam também as seqüências conhecidas como filtração direta – nas quais o filtro é o responsável único pela remoção do material em suspensão –, que geralmente são adequadas para o tratamento de águas que apresentam teores de turbidez, cor e algas de médio a alto, porém não suficientemente elevados para justificar o uso de uma ETA de ciclo completo. É importante lembrar que em qualquer das variantes da filtração rápida a etapa de coagulação é parte fundamental da seqüência de tratamento.

Nas seqüências de filtração direta, os filtros podem ser de escoamento ascendente ou descendente, e, neste último caso, podem ser precedidos ou não de uma etapa de floculação. O uso em série de filtros ascendentes e descendentes é também uma opção considerada como filtração direta e é denominada de dupla filtração.

Na Tabela 3.1, sintetizam-se recomendações genéricas de adequação de processos de tratamento à qualidade da água bruta. Na Tabela 3.2, apresentam-se as principais características e aspectos a serem observados nas diversas etapas do tratamento.

**Tabela 3.1 – Parâmetros de qualidade da água bruta sugeridos para as técnicas de tratamento**

CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA	TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO		
	FILTRAÇÃO LENTA <sup>1</sup>	FILTRAÇÃO DIRETA <sup>2</sup>	DUPLA FILTRAÇÃO <sup>3</sup>
Turbidez (UT)	95% ≤ 10	95% ≤ 25	95% ≤ 150
	100% ≤ 25	100% ≤ 100	100% ≤ 200
Cor verdadeira (uC)	95% ≤ 5	95% ≤ 25	95% ≤ 75
	100% ≤ 10	100% ≤ 50	100% ≤ 100
Sólidos em suspensão (mg/L)	95% ≤ 10	95% ≤ 25	95% ≤ 150
	100% ≤ 25	100% ≤ 100	100% ≤ 200
Coliformes totais (NMP/100 mL)	1000	1000	5000
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	500	500	1000

Fonte: Adaptado de Di Bernardo (1993); Di Bernardo et al. (1999); Di Bernardo et al. (2003).

- <sup>1</sup> Os limites podem ser mais elevados caso sejam introduzidos sistemas de pré-tratamento, como, por exemplo, diferentes tipos de pré-filtração em pedregulho.
- <sup>2</sup> A filtração direta pode ser ascendente, com taxas de filtração na faixa 160 a 240 m/d, ou descendente, com taxas de filtração na faixa 200 a 600 m/d; as taxas mais elevadas na filtração direta descendente são aplicáveis somente quando é utilizado o meio granular de dupla camada e testes pilotos são realizados.
- <sup>3</sup> A dupla filtração consiste na filtração rápida descendente de areia precedida de filtro ascendente; os limites recomendados consideram a utilização de areia como meio granular no filtro ascendente.

**Tabela 3.2 – Processos unitários de tratamento: descrição, parâmetros de controle e principais aspectos a serem observados**

PROCESSO	CARACTERÍSTICAS/DESCRIÇÃO DO PROCESSO	PRINCIPAIS PARÂMETROS OPERACIONAIS
Clarificação	<p>Conjunto de operações destinadas à remoção de partículas em suspensão, principais responsáveis pela turbidez da água.</p> <p>A remoção de turbidez e o atendimento ao respectivo padrão de potabilidade visam:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a garantir a aparência estética da água;</li> <li>• à indicação de remoção de protozoários;</li> <li>• a garantir um desempenho adequado do processo de desinfecção (os sólidos podem proteger os patogênicos da ação do desinfetante).</li> </ul> <p>As operações que podem ocorrer durante o processo de clarificação são: mistura rápida e coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Denomina-se tratamento convencional ou completo quando a ETA conta com a seqüência dessas quatro unidades (coagulação, floculação, decantação/sedimentação e filtração), seguida da desinfecção e da correção de pH.</p>	<p>A produção de água de boa qualidade depende de um bom controle operacional dos processos unitários de tratamento, a começar pela coagulação. A dosagem correta do coagulante propicia uma adequada floculação e a formação de flocos com boas características de sedimentabilidade, o que, por sua vez, garante uma elevada remoção de turbidez por meio da decantação. Uma decantação deficiente compromete o processo de filtração, reduzindo a carreira de filtração, que, se não bem controlada, pode comprometer a qualidade da água filtrada elevando sua turbidez. As consequências são várias: aumento da demanda de cloro e da produção de cloro residual combinado, que apresenta menor poder desinfetante, proteção dos microorganismos à ação do cloro pelas partículas em suspensão. Além disso, uma eficiente filtração é a melhor garantia da remoção de protozoários.</p>
Mistura rápida e coagulação	<p>Adição de coagulantes com vistas à desestabilização das partículas e posterior formação de flocos.</p> <p>A mistura rápida refere-se ao processo físico de homogeneização do coagulante na água; a coagulação aos processos químicos resultantes da adição do coagulante.</p> <p>As reações do coagulante na água são instantâneas, portanto o coagulante deve ser introduzido em local de intensa turbulência da água. A mistura pode ser hidráulica, em geral, aplicando-se o coagulante na calha Parshall (dispositivo de medição de vazão) (Figura 3.13) ou mecanizada.</p>	<p><b>pH e dose de coagulante:</b> para cada água, incluindo as variações sazonais verificadas em um mesmo manancial, existirá um par de valores ótimos, os quais devem ser determinados em ensaios de Jar Test.</p> <p><b>Gradiente de velocidade:</b> expressa a intensidade de agitação da água; função da vazão. Na mistura deve ser tão elevado quanto <math>1.000 \text{ s}^{-1}</math>.</p> <p><b>Tempo de mistura, também função da vazão:</b> tão reduzido quanto 1-3 s.</p>
Floculação	<p>Formação de flocos, mediante a introdução de energia na massa líquida, capaz de propiciar o contato das partículas desestabilizadas na coagulação, sua aglutinação e, portanto, ganho em tamanho e densidade. A energia introduzida deve ser suave para evitar a quebra dos flocos gradualmente formados. Os floculadores podem ser hidráulicos (dotados de dispositivos que promovam uma agitação suave na massa d'água – câmaras, orifícios de passagem, etc.) ou mecanizados.</p>	<p>Gradiente de velocidade entre (<math>20-60 \text{ s}^{-1}</math>) e tempo de detenção hidráulica ou tempo de floculação entre (20-40 min). Também neste caso, para cada água existirão parâmetros ótimos a serem determinados em ensaios de Jar Test e controlados na rotina de operação da ETA.</p>

Continua...

Continuação

PROCESSO	CARACTERÍSTICAS/DESCRIÇÃO DO PROCESSO	PRINCIPAIS PARÂMETROS OPERACIONAIS
Decantação	<p>Separação dos flocos pela ação da gravidade (Figura 3.14). Os sólidos presentes na água são depositados no fundo dos decantadores, de onde o lodo acumulado deve ser removido periodicamente em operações de limpeza dos decantadores.</p>	<p>Taxa de escoamento superficial, representada pela vazão aplicada por unidade de área do decantador (<math>m^3/m^2.dia</math>), que se iguala à velocidade de sedimentação da menor partícula que se pretende remover (cm/min). Também pode e deve ser determinada em ensaios de Jar Test e controlada rotineiramente em função da vazão afluyente na ETA.</p>
Filtração	<p>Passagem da água por um leito de material granular (usualmente areia), por meio do qual ocorre a remoção das partículas não retidas no decantador. Os filtros são classificados em função do sentido do fluxo em <i>descendentes</i> ou <i>ascendentes</i> e em função da velocidade de filtração em <i>rápidos</i> ou <i>lentos</i>. A seleção de alternativas é, essencialmente, função da qualidade da água bruta, e a cada alternativa corresponderá uma granulometria adequada para o leito filtrante. A limpeza dos filtros é, em geral, realizada por retrolavagem com água tratada.</p>	<p><b>Taxa de filtração ou velocidade de filtração:</b> expressa pela vazão afluyente ao filtro por unidade de área do leito filtrante (<math>m^3/m^2.dia</math>). A cada alternativa de filtração corresponderá uma taxa de filtração adequada.</p> <p><b>Carreira de filtração:</b> tempo de funcionamento dos filtros entre duas lavagens consecutivas. Carreiras muito curtas são antieconômicas e se por demais prolongadas comprometem a qualidade do efluente filtrado.</p>
Pré-filtro de pedregulho	<p>Utilizado como pré-tratamento para a filtração lenta; alivia essa unidade de algumas impurezas, especialmente os sólidos em suspensão.</p> <p>Podem ser utilizados para absorção de picos de sólidos em suspensão (pré-filtro dinâmico) ou para a remoção desses sólidos (pré-filtro de pedregulho). O pré-filtro dinâmico é usualmente empregado na captação. O pré-filtro de pedregulho pode ser classificado segundo a direção e o sentido do fluxo em horizontal e vertical descendente ou vertical ascendente. O meio filtrante é usualmente constituído de pedregulho ou areia grossa.</p>	<p><b>Taxas de filtração usuais:</b> 12 a 36 <math>m^3/m^2.dia</math>.</p>
Filtração lenta	<p>Solução bastante simples do ponto de vista operacional, em muitos casos limitando-se à existência dos próprios filtros, sem instalações para manuseio de produtos químicos.</p> <p>As baixas taxas de filtração e a granulometria fina da areia determinam um desempenho bastante diferente daquele característico dos filtros rápidos. A camada superficial é a responsável por praticamente todo o mecanismo de filtração. Na superfície do leito, a baixa taxa de aplicação permite a formação de uma camada biológica gelatinosa, constituída por bactérias, algas e plâncton em geral, capaz de exercer uma eficiente função bactericida. A filtração lenta pode ser realizada em fluxo ascendente ou descendente.</p>	<p><b>Taxas de filtração usuais:</b> 2 a 6 <math>m^3/m^2.dia</math>.</p>

Continua...

Continuação

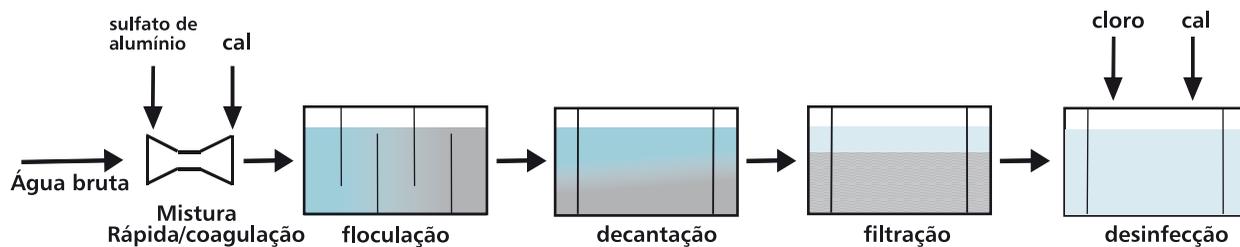
PROCESSO	CARACTERÍSTICAS/DESCRIÇÃO DO PROCESSO	PRINCIPAIS PARÂMETROS OPERACIONAIS
Filtração rápida	<p>Os processos de clarificação que antecedem a filtração rápida permitem o aproveitamento de águas superficiais menos protegidas e o tratamento de vazões mais elevadas.</p> <p>A filtração pode ser <i>direta</i>, precedida de coagulação, com ou sem floculação, ou filtração precedida de tratamento completo: <i>coagulação</i>, <i>floculação</i> e <i>decantação</i>; a opção será baseada na qualidade da água bruta e no controle adequado dos mecanismos de coagulação. A filtração direta pode ser ascendente ou descendente. O tratamento completo usualmente envolve a filtração descendente.</p> <p>A filtração <b>direta</b> é mais sensível a oscilações de qualidade da água bruta, exige controle operacional mais rigoroso e deve ser empregada água bruta de baixa turbidez, pouco poluída. Ao tratamento completo associa-se o importante conceito de barreiras múltiplas de proteção.</p>	<p><b>Taxa de filtração:</b> 120 a 300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia :</p>
Desinfecção	<p>Destruição ou inativação de microorganismos pela aplicação de um agente desinfetante, dentre os quais os mais empregados são: oxidantes químicos, como cloro, dióxido de cloro e ozônio, e radiação ultravioleta.</p> <p>Na escolha do agente desinfetante, deve-se considerar: potencial desinfetante, potencial de manutenção de residuais desinfetantes, formação de subprodutos secundários tóxicos, potencial de geração de odor e sabor, custo, complexidade de operação e manutenção.</p> <p>A inativação dos microorganismos ocorre pela ação de uma certa dose de cloro por um determinado tempo de contato. Normalmente, em ordem crescente de resistência à desinfecção, apresentam-se as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos, estes praticamente imunes.</p> <p>A eficiência da cloração, de longe o processo mais freqüentemente empregado, é reduzida em pH elevado; por isso, a correção final de pH deve ser realizada após a desinfecção.</p> <p>Aplica-se a desinfecção como processo isolado de tratamento para águas subterrâneas que apresentam boa qualidade físico-química, com o intuito de, ao menos, garantir residuais desinfetantes no sistema de distribuição.</p>	<p>Turbidez da água filtrada ≤ 1,0 UNT, preferencialmente ≤ 0,5 UT.</p> <p>A eficiência da desinfecção é medida pelo parâmetro K (dose x tempo de contato). K = C.x T K = constante para cada microorganismo; função da temperatura e do pH (mg.min/L); C = concentração do desinfetante (mg/L); T = tempo de contato (min).</p> <p>Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos (Portaria nº 518/2004).</p> <p>A dose aplicada na ETA deve ser fixada para garantir o residual mínimo (0,2 mg Cl/L) em todo o sistema de distribuição.</p> <p>Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrada uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida nas condições acima referidas (Portaria nº 518/2004).</p>

Continua...

Continuação

PROCESSO	CARACTERÍSTICAS/DESCRIÇÃO DO PROCESSO	PRINCIPAIS PARÂMETROS OPERACIONAIS
Fluoretação	<p>A aplicação de flúor tem por objetivo a prevenção da cárie dentária, principalmente em consumidores até os 14 anos de idade.</p> <p>A aplicação é realizada por meio de aparelhos dosadores, sendo usados o fluoreto de sódio, o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico.</p> <p>A concentração de íon fluoreto varia em função da média das temperaturas máximas diárias, observadas durante um período mínimo de um ano (recomenda-se cinco anos). A concentração ótima situa-se em torno de 1,0 mg/l. Dosagens excessivas podem ser prejudiciais à saúde, provocando o desenvolvimento de fluorose dentária e osteoporose.</p>	Temperatura e dose (mg/L).
Correção final de pH	<p>A maioria das ETAs inclui como processo final a correção de pH, já que o próprio tratamento da água tende a abaixar o pH. A correção de pH visa ao controle de corrosão e incrustações e usualmente é realizada por meio da adição de cal.</p>	<p>Para efeito de controle de corrosão, o pH da água tratada deve ser mantido próximo a neutralidade (7,0). Na Portaria nº 518/2004, recomenda-se que no sistema de distribuição o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.</p>

Figura 3.11 – Ilustração esquemática do tratamento de ciclo completo



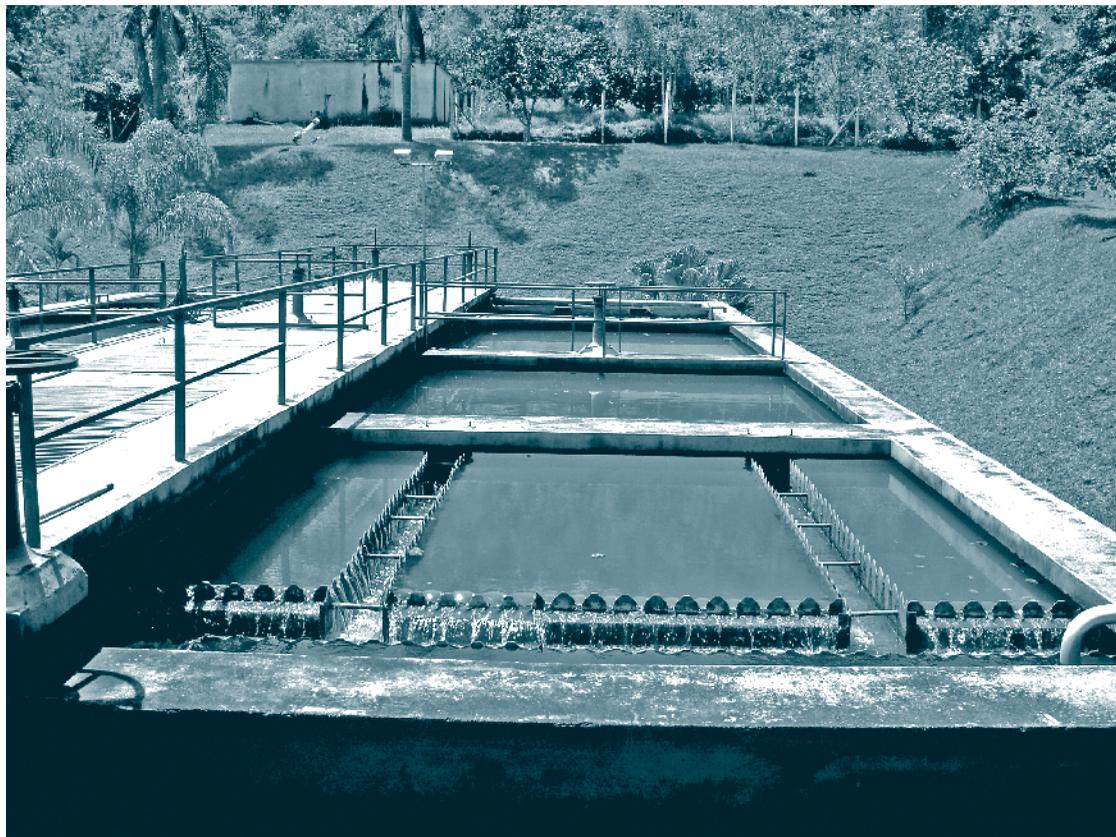
**Figura 3.12 – Vista de uma ETA com tratamento de ciclo completo, detalhes do flocculador e do decantador**



**Figura 3.13 – Calha Parshall para medição de vazão e mistura rápida**



**Figura 3.14 – Decantador**



Os processos descritos na Tabela 3.2 são concebidos preponderantemente para a clarificação e posterior desinfecção da água. A remoção de substâncias dissolvidas muitas vezes requer processos específicos de tratamento, por exemplo: ferro e manganês – aeração; dureza – abrandamento por adição de carbonato de sódio; remoção de precursores da formação de trihalometanos e algas – pré-oxidação. Merece destaque o fato de que a maioria das substâncias tóxicas, como metais pesados e agrotóxicos, geralmente não é efetivamente removida em tratamento convencional e requer processos mais complexos para sua remoção, a exemplo de adsorção e osmose inversa. Os principais processos de tratamento acompanhados dos respectivos objetivos e a estimativa de remoção de substância químicas que representam riscos à saúde são apresentados, resumidamente, nas tabelas 3.3 e 3.4 a seguir:

**Tabela 3.3 – Processos de tratamento de água e objetivos**

PROCESSOS DE TRATAMENTO		OBJETIVOS
MAIS FREQUENTES	MENOS FREQUENTES	
Clarificação		Remoção de turbidez, de microorganismos e de alguns metais pesados.
Desinfecção		Remoção de organismos patogênicos.
Fluoretação		Proteção de cárie dentária infantil.
Controle de corrosão e incrustação		Acondicionamento da água, de tal maneira que sejam evitados os efeitos corrosivos ou incrustantes no sistema de abastecimento e nas instalações domiciliares.
	Abrandamento	Redução da dureza, remoção de alguns contaminantes inorgânicos.
	Adsorção (ex.: filtração em carvão ativado)	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, controle de sabor e odor.
	Aeração	Remoção de contaminantes orgânicos e oxidação de substâncias inorgânicas, como o Fe e o Mn.
	Oxidação (usualmente pré-oxidação)	Remoção de contaminantes orgânicos e de substâncias inorgânicas, como o Fe e o Mn. Eliminação de gosto e sabor. Remoção de cor. Remoção de algas. Remoção de matéria orgânica (COT) precursora da formação de substâncias da desinfecção (trihalometanos).
	Membranas (ultrafiltração)	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos e microorganismos patogênicos.
	Troca iônica	Remoção de contaminantes inorgânicos.

Fonte: Heller e Casseb (1995)

**Tabela 3.4 – Técnicas de tratamento de água e estimativa de remoção de substâncias químicas que representam riscos à saúde**

SUBSTÂNCIAS	PROCESSO DE TRATAMENTO	REMOÇÃO
<b>Substâncias químicas inorgânicas</b>		
Antimônio	Coagulação/filtração, osmose inversa	efetiva
Arsênico	Coagulação/filtração, troca iônica, osmose inversa, eletrodialise	<20 µg/L
Bário	Troca iônica	95%
Cádmio	?	?
Cianeto	Cloração	efetiva
Chumbo	Correção de pH*	-
Cobre	Coagulação/filtração (i), troca iônica, osmose inversa, abrandamento (ii)	60-95% (i) 90-95% (ii)
Cromo	Coagulação/filtração, abrandamento (Cr III)	> 90%
Fluoreto	Adsorção com alumínio ativado, osmose inversa	95%
Mercúrio inorgânico	Coagulação/filtração, adsorção em carvão ativado, osmose inversa	> 90%
Nitrato (como N)	Troca iônica, osmose inversa	> 90%
Nitrito (como N)	Troca iônica, osmose inversa	> 90%
Selênio	Coagulação/filtração Troca iônica, osmose inversa?	30-50%
<b>Substâncias químicas orgânicas**</b>		
Acrilamida <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Benzeno <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Cloreto de vinila <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
1,2 Dicloroetano <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
1-1 Dicloroetano <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Diclorometano <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Estireno <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Tetracloroeto de carbono (COV)	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Tetracloroetano <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Triclorobenzenos <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Tricloroetano <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
<b>Agrotóxicos</b>		
Alaclor <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Aldrin e dieldrin <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Atrazina <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Bentazona <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Clordano <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
2,4 D <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
DDT <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Endrin <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Glifosato <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	

*Continua...*

Continuação

SUBSTÂNCIAS	PROCESSO DE TRATAMENTO	REMOÇÃO
Heptacloro e Hepatcloro-epóxido <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Hexaclorobenzeno <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Lindano <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Metolacloro <sup>1</sup>		
Metoxicloro <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Molinato <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Pendimetalina <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado, volatilização em torres de aeração	
Pentaclorofenol <sup>2</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Permetrina <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Propanil <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Simazina <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	
Trifuralina <sup>1</sup>	Adsorção em carvão ativado granulado	

- ? pouco conhecido em termos de viabilidade técnico-econômica do tratamento para remoção efetiva;  
 \* com vistas à prevenção de corrosão em sistemas de distribuição;  
 \*\* informações baseadas nas recomendações sobre a melhor tecnologia disponível para a remoção efetiva de compostos orgânicos sintéticos <sup>1</sup>, compostos orgânicos voláteis <sup>2</sup> (Usepa, 1992).

### • Desinfecção

Dentre os desinfetantes mais frequentemente utilizados, devem ser destacadas algumas de suas vantagens e desvantagens, conforme Tabela 3.5.

**Tabela 3.5 – Características dos principais desinfetantes utilizados no tratamento da água para consumo humano**

DESINFETANTE	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Cloro	<ul style="list-style-type: none"> <li>elevada eficiência na inativação de bactérias e vírus</li> <li>efeito residual relativamente estável</li> <li>baixo custo</li> <li>manuseio relativamente simples</li> <li>grande disponibilidade no mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>limitada eficiência na inativação de cistos de protozoários e ovos de helmintos</li> <li>na presença de matéria orgânica pode formar compostos tóxicos, principalmente trihalometanos (THM)</li> <li>em doses elevadas pode produzir forte odor e sabor</li> <li>alguns subprodutos como clorofenóis provocam também odor e sabor</li> </ul>
Dióxido de cloro	<ul style="list-style-type: none"> <li>desinfetante mais potente, inclusive na inativação de cistos de protozoários</li> <li>coliformes totais inferiores aos do cloro</li> <li>não forma trihalometanos (THM)</li> <li>eficiência estável em amplas faixas de pH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>na presença de matéria orgânica pode formar outros subprodutos tóxicos (clorito)</li> <li>residuais desinfetantes menos estáveis</li> <li>em doses elevadas pode produzir forte odor e sabor</li> <li>operação mais delicada e complexa</li> </ul>

Continua...

Continuação

DESINFETANTE	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Ozônio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desinfetante mais potente, inclusive na inativação de cistos de protozoários</li> <li>• menor risco de formação de subprodutos tóxicos</li> <li>• não provoca odor e sabor</li> <li>• coliformes totais inferiores aos do cloro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pode formar outros subprodutos tóxicos (bromatos)</li> <li>• não apresenta poder residual</li> <li>• custos elevados</li> <li>• técnicas de aplicação mais sofisticadas</li> </ul>
Radiação ultravioleta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elevada eficiência na destruição dos mais diversos microorganismos em tempo de contato reduzido</li> <li>• não forma subprodutos</li> <li>• não provoca odor e sabor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não apresenta poder residual</li> <li>• redução significativa da eficiência com o aumento da cor ou turbidez da água</li> <li>• custos elevados</li> <li>• técnicas de aplicação mais sofisticadas</li> </ul>

Fonte: adaptado de Reiff e Witt (1995).

Muito embora o cloro apresente algumas limitações como desinfetante no tratamento da água para consumo humano, por seus atributos positivos continua sendo, de longe, o mais utilizado.

Os principais produtos de cloro utilizados no tratamento de água para consumo humano são:

- cloro-gás: fornecido liquefeito em cilindro sob pressão, com elevada pureza; gás altamente tóxico;
- hipoclorito de cálcio: fornecido em forma de pó branco, com teor de cloro de 60%-70%; armazenamento por um ano, com perdas da ordem de 2%-2,5%; corrosivo;
- hipoclorido de sódio: fornecido em solução líquida, com teor de cloro de (10%-15%), armazenamento por um mês, com perdas da ordem de (2%-4%) ao mês; corrosivo.

Por ser o desinfetante de aplicação quase universal no Brasil, alguns aspectos relacionados aos princípios e aos mecanismos da cloração merecem ser enfatizados:

- O cloro reage com a água e a matéria orgânica presente; parte do cloro será consumida na ação desinfetante e parte na oxidação da matéria orgânica (demanda de cloro); os residuais de cloro pós-reações podem apresentar-se nas formas de cloro livre e cloro combinado.
- A ação desinfetante do cloro livre é bem mais eficiente que a do cloro combinado; a ação desinfetante das formas de cloro livre e combinado diminui bastante em pH > 8,0.
- Teores de cloro residual livre de 0,2 – 0,5 mg/L são adequados e suficientes para a inativação de bactérias.

- Para a inativação de vírus, recomenda-se um teor mínimo de cloro residual de 0,5 mg/L após 30 minutos de tempo de contato, em (pH < 8,0).
- É essencial que o tratamento para clarificação que precede a desinfecção final produza uma água cuja turbidez não exceda 1 UT, preferencialmente 0,5 UT. Fontes de águas que sejam aceitáveis para consumo humano mediante somente a desinfecção devem cumprir os mesmos requisitos que as águas submetidas à clarificação, ou seja, a água bruta não deve apresentar demanda de cloro elevada, e a turbidez deve ser inferior a 1 UT.
- Cistos e oocistos de protozoários são muito resistentes à ação do cloro e não são inativados com as doses usualmente praticadas no tratamento da água. Neste particular, a filtração assume um papel fundamental de remoção dos organismos patogênicos. Em linhas gerais, recomenda-se:

Remoção/inativação conjunta, por meio da filtração-desinfecção, de 99,9% (3 logs) de cistos de *Giardia*: turbidez da água filtrada inferior a 0,5 UT para a filtração rápida e 1,0 UT para a filtração lenta (2,5 logs de remoção), complementada por desinfecção adequada para inativação equivalente a 0,5 logs, controlada pelo tempo de contato, residual de cloro livre e temperatura.

- Remoção de 99% (2,0 log) de oocistos de *Cryptosporidium*: turbidez da água filtrada inferior a 0,3 UT para a filtração rápida e 1,0 UT para a filtração lenta.
- A cloração pode gerar subprodutos tóxicos, principalmente os trihalometanos (THM). O valor máximo permitido pela legislação brasileira é de 100 µg/L; porém, a OMS ressalta que o cumprimento desse limite nunca deve vir em prejuízo dos padrões microbiológicos.

## RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Entre o tratamento e o consumo, geralmente são interpostos reservatórios de distribuição, os quais cumprem as seguintes finalidades:

- atender às variações de consumo na rede de distribuição ao longo do dia;
- proporcionar a continuidade no abastecimento da população em caso de paralisação da produção de água;
- manter pressões adequadas na rede de distribuição;
- garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.

As vazões de adução suprem o sistema de abastecimento até os reservatórios de distribuição, com vazões que garantem as variações diárias de consumo ao

longo do ano. Entretanto, ao longo das 24 horas do dia ocorrem também variações significativas de consumo. Assim, para garantir que não falte água na rede de distribuição, esta deve ser dimensionada para a *demand máxima horária do dia de maior consumo*. Portanto, os reservatórios de distribuição devem acumular água suficiente para suprir as variações de consumo, regularizando as diferenças entre o abastecimento e o consumo.

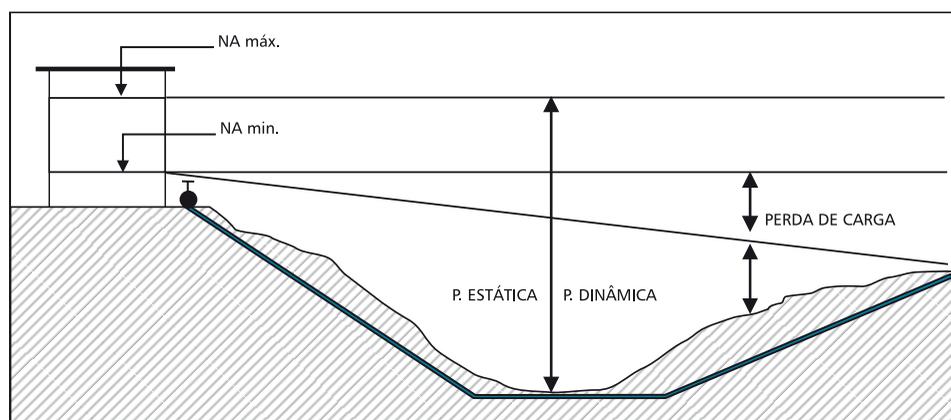
A localização topográfica dos reservatórios de distribuição estabelece as condições de pressão na rede. Pressões excessivas podem provocar vazamentos e mesmo a ruptura de canalizações e conexões, o que resulta em perdas e desperdícios de água, além de riscos de contaminação na rede. Ao mesmo tempo, pressões insuficientes podem levar à descontinuidade do abastecimento em pontos de consumo distantes e, ou, elevados, o que adicionalmente pode gerar condições de subpressão na rede e provocar a recontaminação da água tratada.

Portanto, os reservatórios devem ser estrategicamente localizados para manter o funcionamento da rede de distribuição entre *pressões estáticas máximas e pressões dinâmicas mínimas*. Pressões estáticas referem-se ao nível máximo do reservatório quando a rede não se encontra em funcionamento. Pressões dinâmicas são as pressões nos pontos da rede de distribuição computadas a partir do nível mínimo do reservatório, descontadas as *perdas de carga* que ocorrem durante o movimento da água nas tubulações.

Por vezes, em função da escala do sistema de distribuição ou das condições topográficas, é necessário mais de um reservatório, sendo cada um responsável pela garantia da adequada pressurização em respectivas *zonas de pressão*. As normas técnicas brasileiras recomendam os seguintes valores de pressão na rede (Figura 3.15):

- pressão estática máxima: 50 m.c.a. (metros de coluna d'água);
- Pressão dinâmica mínima: 15 m.c.a.

**Figura 3.15 – Pressurização da rede de distribuição**



De acordo com a localização no sistema de abastecimento de água, os reservatórios podem ser:

- reservatório de montante: situado no início da rede de distribuição, sendo sempre do fornecedor de água para a rede;
- reservatório de jusante: situado no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo, alternadamente, fornecer ou receber água da rede de distribuição.

Quanto à forma construtiva, os reservatórios classificam-se como:

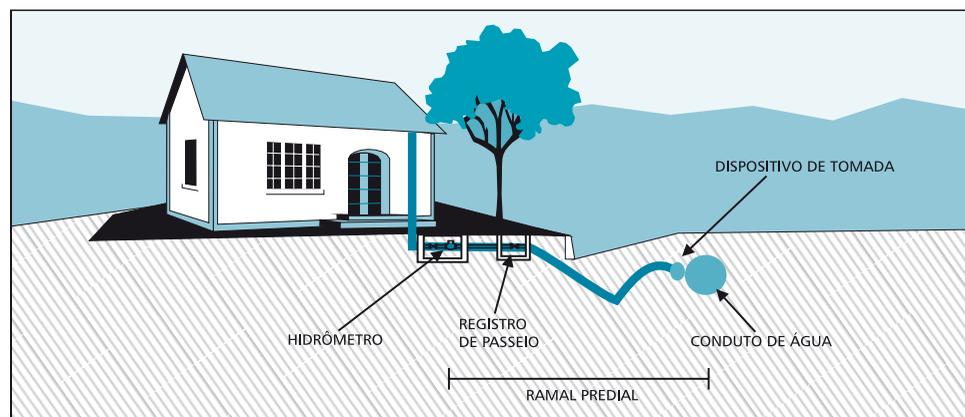
- elevados (construídos sobre pilares quando há necessidade de aumentar a pressão em consequência de condições topográficas);
- apoiados, enterrados e semi-enterrados (construídos sob o solo, abaixo do solo e parte abaixo do solo, respectivamente).

## LIGAÇÕES E INSTALAÇÕES PEDIAIS

A ligação da rede de distribuição com a instalação domiciliar de água é feita por meio de um ramal predial com as seguintes características (Figura 3.16):

- colar de tomada ou peça de derivação: conexão da rede de distribuição com o ramal predial;
- ramal predial: tubulação compreendida entre o colar de tomada e o cavalete. Em ramais domiciliares, o diâmetro mais usual é de 1/2"; em outros casos, como no de condomínios verticais (edifícios), o ramal pode assumir diâmetros maiores;
- cavalete: conjunto de tubulações, conexões e registro do ramal predial para a instalação do hidrômetro ou limitador de consumo, que devem ficar acima do piso.

**Figura 3.16 – Ligação predial**



Fonte: Barros et al. (1995)

Instalações prediais são o conjunto de canalizações, acessórios, aparelhos sanitários e peças de utilização destinado ao fornecimento de água para fins sanitários, higiênicos e de conforto dos habitantes e usuários das edificações.

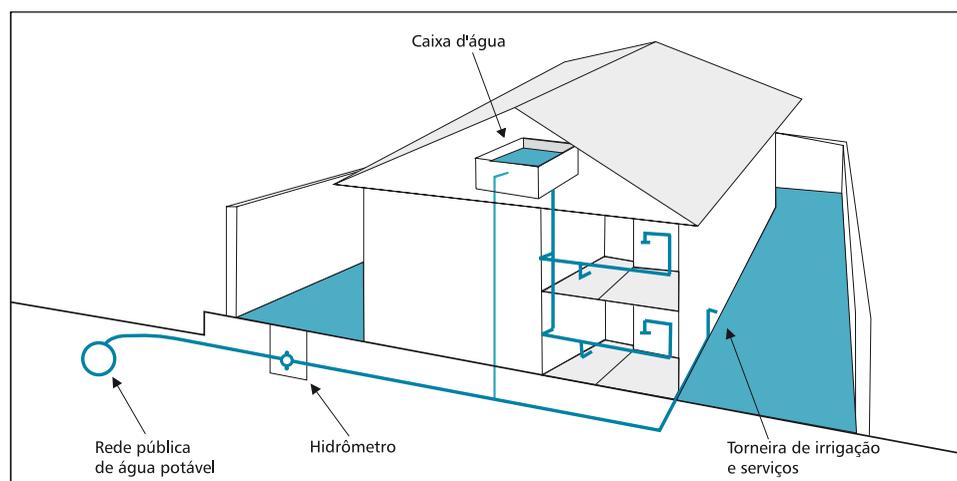
Os tipos de instalações prediais mais utilizados no Brasil são:

- sistemas de distribuição direta: a instalação predial é abastecida diretamente pela rede de distribuição de água da rua;
- sistemas de distribuição indireta: a rede de distribuição de água abastece os reservatórios prediais (caixas d'água) e estes o sistema predial de água;
- sistemas de distribuição mistos: alguns pontos de consumo, como as torneiras de garagem e de cozinha, são abastecidos pela rede de distribuição de água, e os restantes (por exemplo, chuveiros e vaso sanitário), pelo reservatório predial (Figura 3.17).

Por razões culturais, ou por necessidade ante a intermitência do abastecimento, os reservatórios prediais são praticamente uma regra no país. Em edifícios mais altos, é bastante freqüente o emprego de reservatórios inferiores (no primeiro piso), dotados de sistema de recalque a reservatórios superiores (na última laje).

Em geral, as responsabilidades do controle de qualidade da água vão até a ligação da rede de distribuição com a instalação predial. A responsabilidade de conservação das instalações prediais recai sobre os proprietários ou usuários, entretanto, do ponto de vista da vigilância da qualidade da água para consumo humano, interessa conhecer os pontos frágeis e a qualidade da água intradomiciliar.

**Figura 3.17 – Sistema de distribuição misto**



Fonte: Barros et al. (1995)

### 3.3 COMPONENTES DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Sob o ponto de vista físico, determinados tipos de soluções alternativas podem ser idênticos aos sistemas de abastecimento, como as instalações condominiais horizontais, por exemplo. Neste caso, a diferenciação estaria apenas no fato de a responsabilidade não ser do poder público, e sim do próprio condomínio.

Em outras condições, as soluções alternativas diferenciam-se dos sistemas de abastecimento por não apresentarem rede de distribuição, sendo, entretanto, a água utilizada de forma coletiva. Como exemplos, citam-se os caminhões-pipas e os chafarizes, dentre outros.

Para efeito do desenvolvimento dos presentes itens, configuram-se duas modalidades de soluções alternativas:

- Soluções alternativas coletivas com rede de distribuição
- Soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição

As unidades constituintes de *soluções alternativas coletivas com rede de distribuição* são essencialmente as mesmas que compõem os sistemas de abastecimento de água, ao menos em partes, detalhadas no item 3.2.

Com relação às *soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição*, são vários os arranjos passíveis de serem encontrados nestas soluções alternativas, podendo ser agrupadas de acordo com o tipo de manancial e a forma de distribuição de água.

#### Tipo de manancial

- Subterrâneo
  - fontes, nascentes, minas
  - poços
- Superficial
  - Água de chuva

#### Forma de distribuição

- Chafariz ou torneira pública
- Veículo transportador

Os dispositivos de captação e adução normalmente encontrados nas *soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição* são similares aos descritos para os sistemas de abastecimento de água.

Um caso particular seria a captação de água de chuva e o armazenamento em reservatórios coletivos, os quais encontram especial aplicação em regiões de clima seco. Os reservatórios coletivos são em geral construídos em concreto e abastecidos por campos de infiltração e sistemas de drenagem.

Nas *soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição*, é comum encontrar reservatórios elevados ou apoiados, acoplados a chafarizes ou torneiras públicas.

Os veículos transportadores são bastante difundidos no Brasil, com a finalidade de atender à população que não conta com água encanada, ou mesmo em municípios que contam com sistemas de abastecimento de água mas enfrentam problemas de intermitência. Se a distribuição for realizada com veículo transportador, devem ser observados os procedimentos específicos estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004.

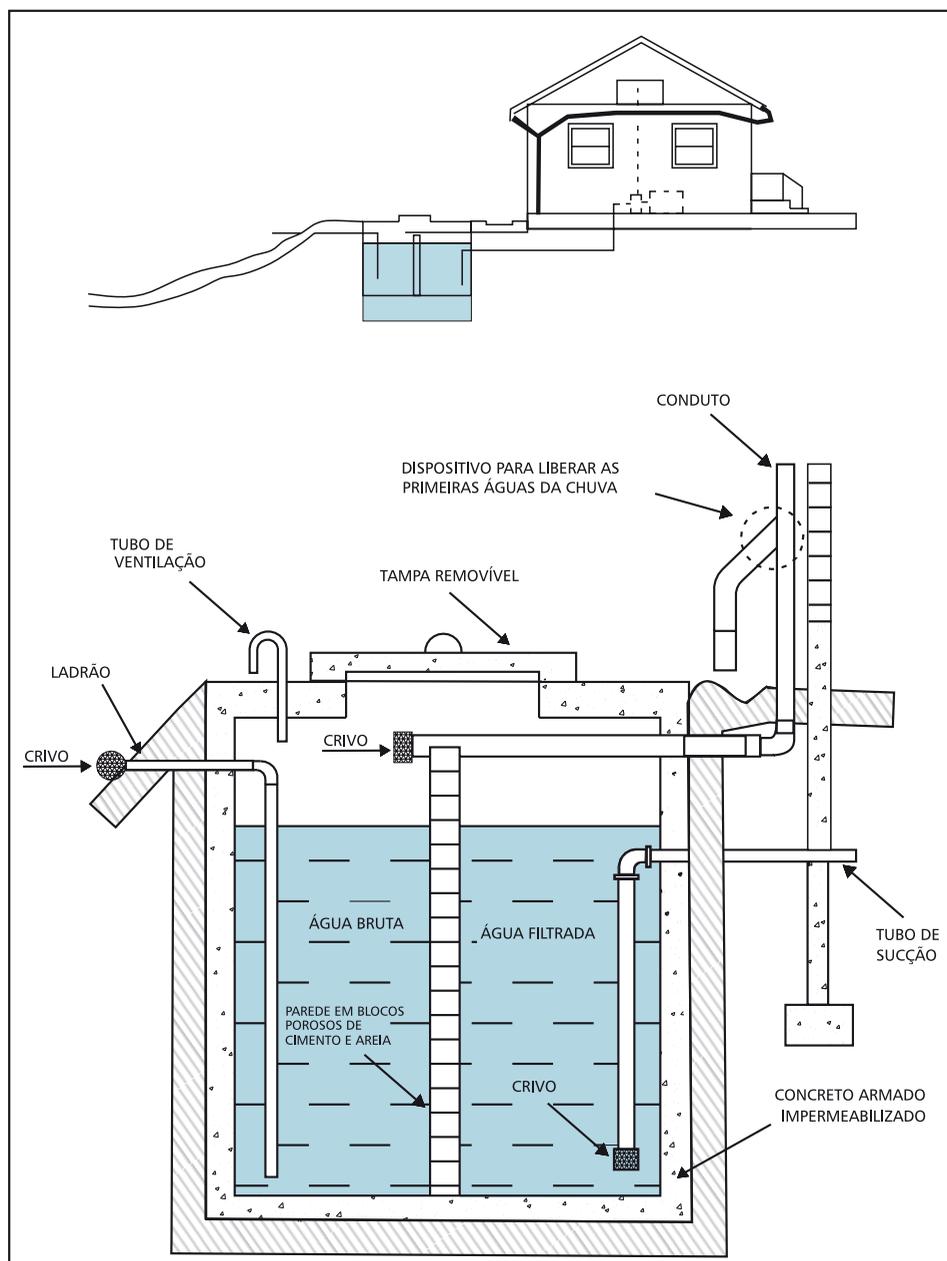
### 3.4 COMPONENTES DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As fontes de água mais freqüentes em soluções alternativas individuais de abastecimento de água são os poços rasos, os poços profundos freáticos ou artesianos, as nascentes e as minas, a captação de águas de chuva e, em menor proporção, as águas superficiais.

Em boa parte das situações citadas anteriormente, os dispositivos de captação são descritos em itens anteriores, cabendo aqui alguns destaques adicionais.

No caso de águas de chuvas, os reservatórios individuais (cisternas) geralmente acumulam a água captada da superfície dos telhados. Podem ser construídos em concreto, adquiridos pré-fabricados em cimento ou plástico ou simplesmente resultarem da utilização de tambores. Em qualquer situação, os reservatórios devem ser bem protegidos (Figura 3.18).

**Figura 3.18 – Captação de água de chuva com detalhe de corte de cisterna bem protegida**



Fonte: Funasa (1999)

### 3.5 SOLUÇÕES SIMPLIFICADAS PARA A DESINFECÇÃO

Em relação à necessidade de tratamento, cabe ressaltar que, de acordo com o disposto na Portaria MS nº 518/2004: “Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção”.

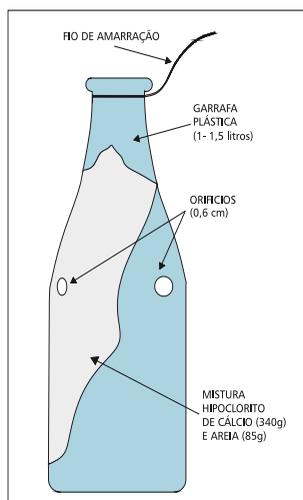
Nas soluções alternativas mais complexas ou completas, principalmente se supridas por manancial superficial, podem ser encontrados os diversos tipos de tratamento apresentados nos sistemas de abastecimento de água. Em situações em que se exija apenas a desinfecção, por exemplo, de mananciais subterrâneos, e em várias das soluções alternativas sem rede de distribuição, ou em soluções alternativas individuais, cabem soluções de desinfecção denominadas de simplificadas, algumas das quais exemplificadas a seguir:

#### CLORADOR POR DIFUSÃO

O uso disseminado de poços rasos no Brasil, especialmente nas localidades onde inexistente sistema coletivo de abastecimento de água, torna este dispositivo bastante útil. Trata-se de um equipamento para dosagem de cloro que pode ser instalado no interior do poço raso e libera cloro em taxa relativamente homogênea, mantendo um teor residual até o término de sua vida útil, usualmente em torno de trinta dias. Nesse momento, deve ser substituído.

O dosador é constituído de um recipiente perfurado contendo uma mistura de areia-cloro (Figura 3.19). Quanto à mistura, são utilizados a areia com um produto granular de cloro, podendo ser a cal clorada, que possui cerca de 30% de cloro ativo, ou o hipoclorito de cálcio, com aproximadamente 70%.

**Figura 3.19 – Dosador por difusão**



Fonte: Barros et al. (1995)

## CLORAÇÃO COM PASTILHAS

Pastilhas de cloro podem ser utilizadas, por exemplo, em soluções alternativas individuais ou em reservatórios; observação deve ser feita para o fato de que as pastilhas para piscinas não devem ser empregadas para a desinfecção da água de consumo humano. Uma alternativa interessante é o clorador de pastilhas, que dispensa aparatos para a dosagem do cloro, uma vez que a cloração é realizada em linha, sendo o clorador instalado na canalização de água.

## DESINFECÇÃO COM CLORO LÍQUIDO

Neste caso, deve ser calculada a diluição necessária para o preparo da solução, observando o teor de cloro livre do produto empregado. Se água sanitária ou hipoclorito de sódio a 12% -15%, sugere-se preparar uma solução a 2% e dosar o necessário para satisfazer a demanda de cloro na água, que é considerada em função da quantidade de matéria orgânica presente. Quando não é realizado um ensaio para a determinação da demanda de cloro, pode-se empregar, como referência, dosagens entre 1 e 5 mg/L. Um problema relativo ao uso da água sanitária para a desinfecção refere-se à possibilidade de adulteração, resultando em concentrações de cloro no produto inferiores às constantes no rótulo.

## UNIDADES DE TRATAMENTO DOMICILIAR

A utilização de unidades de tratamento domiciliar ganha cada vez mais mercado no país, constituindo-se a prática da filtração em um hábito cultural dos brasileiros. Os dispositivos encontrados no mercado variam desde filtros de vela de porcelana a equipamentos que procuram associar mecanismos de filtração (recorrendo a diversos meios granulares), desinfecção (ozônio, ultravioleta, prata) e remoção de gosto e odor (carvão ativado).

No entanto, a necessidade desses dispositivos é controversa, bem como a eficiência de muitos deles. Se bem concebidos e conservados, pode-se argumentar que seu emprego constitui uma barreira sanitária adicional contra eventuais recontaminações nas instalações prediais, sobretudo nos reservatórios, ou mesmo única, no caso de fontes individuais comprometidas.

Entretanto, os princípios gerais dos processos de filtração e desinfecção aplicam-se também no caso das unidades domiciliares, mas nem sempre são observados:

- influência da qualidade da água afluente, particularmente a turbidez e a qualidade microbiológica;
- porosidade do meio filtrante;
- pressão de serviço e a velocidade de filtração;

- observação das carreiras de filtração máximas e a necessidade de limpeza ou reposição dos dispositivos filtrantes;
- poder desinfetante do agente empregado e a observação de tempos de contato adequados.

Em locais onde ocorre o consumo de água de qualidade físico-química e microbiológica comprometida, destinar exclusivamente às unidades domiciliares a função de potabilizar a água é incorreto. Um exemplo seria o caso de poços rasos comprometidos, quando a opção mais indicada seria o tratamento na fonte, por exemplo, com o emprego de cloradores por difusão. Porém, quando a turbidez não é elevada a ponto de entupir o filtro com muita frequência, a combinação filtro–desinfecção domiciliar pode ser adequada e suficiente. Particularmente, a associação de talhas com filtros de vela cerâmica e a correta aplicação de hipoclorito tem-se revelado eficiente. Por mais contraditório que pareça, quanto maior a “sofisticação” dos equipamentos, mais incertezas envolverão seu emprego no que diz respeito à observação dos requisitos para a filtração e a desinfecção.

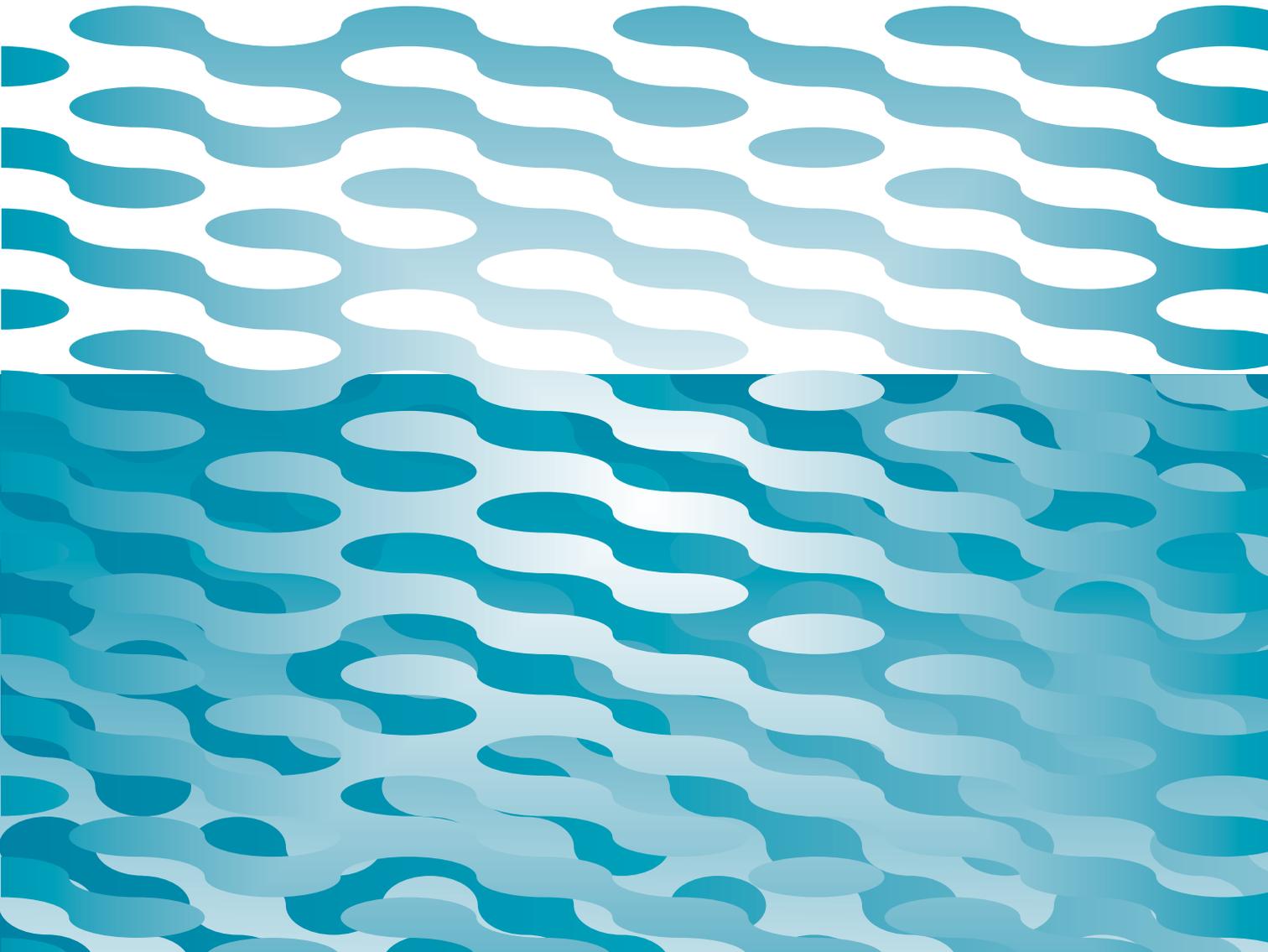
Por fim, cabe observar que não dispomos ainda de legislação específica de controle de qualidade na fabricação e no emprego desses equipamentos.



QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO HUMANO

---

4





## 4 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

O conceito de qualidade da água encontra-se relacionado às características apresentadas pela água, por sua vez determinadas pelas substâncias (parâmetros) nela presentes.

Água “pura” é um conceito hipotético, uma vez que a água apresenta elevada capacidade de dissolução e transporte e, em seu percurso, superficial ou subterrâneo, pode incorporar um grande número de substâncias. Entretanto, por processos naturais ou decorrentes das atividades antrópicas, podem ser incorporadas à água substâncias em “excesso” ou indesejáveis, o que pode vir a comprometer determinados usos. Portanto, qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço e encontra-se, acima de tudo, relacionado com os usos de uma determinada fonte. De forma análoga, o conceito de poluição deve ser entendido como perda de qualidade da água, ou seja, alterações em suas características que comprometam um ou mais usos do manancial. Por sua vez, contaminação é em geral entendida como um fenômeno de poluição que apresente risco à saúde.

Em linhas gerais, água potável é aquela que pode ser consumida sem riscos à saúde e sem causar rejeição ao consumo. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de características (parâmetros) que lhe confira qualidade própria para o consumo humano.

Em tese, do ponto de vista tecnológico, qualquer água pode ser tratada, porém nem sempre a custos acessíveis. Decorre daí o conceito de tratabilidade da água, relacionado à viabilidade técnico-econômica do tratamento, ou seja, de dotar a água de determinadas características que permitam ou potencializem um determinado uso. Portanto, água potabilizável é aquela que em função de suas características *in natura* pode ser dotada de condições de potabilidade, por meio de processos de tratamento viáveis do ponto de vista técnico-econômico.

Torna-se assim nítida a interdependência entre qualidade da água bruta, tratamento da água e qualidade da água tratada. Porém, o tratamento da água, em si, não garante a manutenção da condição de potabilidade, uma vez que a qualidade da água pode deteriorar-se entre o tratamento, a reservação, a distribuição e o consumo. Cabe também destacar que várias substâncias, como metais pesados e agrotóxicos, não são efetivamente removidas em processos convencionais de tratamento. Daí a importância de um enfoque *sistêmico* no controle e na vigilância da qualidade da água para consumo humano, visualizando a dinâmica da água desde o manancial até o consumo.

O padrão de potabilidade brasileiro é composto por:

- padrão microbiológico;
- padrão de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção;
- padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção);
- padrão de radioatividade;
- padrão de aceitação para consumo humano.

A potabilidade da água é aferida pelo atendimento, simultaneamente, dos valores máximos permitidos (VMP – concentrações limite) estabelecidos para cada parâmetro.

Na visão da OMS, incorporada no conteúdo da Portaria MS nº 518/2004, os riscos à saúde impostos pelas substâncias químicas (de longo prazo, por vezes não muito bem fundamentados do ponto de vista toxicológico e epidemiológico) não devem ser comparados aos riscos microbiológicos de transmissão de doenças (de curto prazo, inquestionáveis e de grande impacto). Guardada a importância relativa e específica de cada um, em termos gerais, a garantia da qualidade microbiológica da água deve receber prioridade absoluta.

O padrão de aceitação para consumo humano inclui VMP para diversas substâncias que podem provocar rejeição ao consumo em decorrência do aspecto estético da água, do gosto ou do odor.

Por fim, cabe registrar que o padrão de potabilidade estabelecido na Portaria MS nº 518/2004 não se aplica às águas envasadas ou destinadas a outros usos específicos (ex.: água para hemodiálise), para as quais existe legislação específica.

Em torno da classificação do padrão de potabilidade da Portaria em questão, apresentam-se neste capítulo alguns dos parâmetros de maior relevância para a vigilância e o controle da qualidade da água para consumo humano, incluindo notas sobre as respectivas fontes de ocorrência na água para consumo humano e seu significado para a saúde humana.

## 4.1 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

### ORGANISMOS PATOGÊNICOS E INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO

#### Organismos patogênicos

Na Tabela 4.1, apresenta-se uma relação de organismos patogênicos e respectivas características, organizada para facilitar a visualização e a importância relativa

de cada um na transmissão de doenças via abastecimento de água. Em linhas gerais, pode-se dizer que os seguintes fatores facilitam a transmissão:

- sobrevivência prolongada na água;
- possibilidade de reprodução na água, particularmente em sistemas de distribuição;
- resistência elevada à desinfecção;
- baixa dose infectante;
- existência de múltiplos focos de contaminação, por exemplo, reservatórios animais.

Alguns organismos causam sérios agravos de saúde, por vezes letais, como, por exemplo, a febre tifóide, o cólera, a hepatite; outros trazem conseqüências mais amenas, como diarreias provocadas por rotavírus e *Cryptosporidium*, mas que podem agravar-se quando são acometidos grupos vulneráveis, como idosos, crianças subnutridas ou indivíduos imunocomprometidos.

Em resumo, os organismos apresentam-se na seguinte ordem crescente de resistência à desinfecção: bactérias, vírus, protozoários, helmintos. Em geral, pode-se dizer que no tratamento da água, bactérias e vírus são inativados no processo de desinfecção, enquanto protozoários e helmintos são, preponderantemente, removidos por meio da filtração. Embora possível, a associação de doenças causadas por helmintos com o consumo de água é menos nítida, sendo o consumo de alimentos e o contato com solos contaminados os modos de transmissão mais freqüentes.

Atenção crescente tem sido dada ao problema da transmissão de protozoários, nomeadamente *Giardia* e *Cryptosporidium*. Giardíase e criptosporidiose são zoonoses e têm como principais fontes de contaminação os esgotos sanitários e as atividades agropecuárias. Sua remoção por meio do processo de tratamento de água é mais difícil que a dos demais organismos patogênicos, e as técnicas de pesquisa em amostras de água ainda se encontram em fase de consolidação. A elevada contaminação de mananciais é, portanto, em si, um fator de risco potencial da presença de protozoários em efluentes de estações de tratamento de água sem o devido rigor de controle operacional. Assim sendo, do ponto de vista do controle e da vigilância da qualidade da água e sob a perspectiva da avaliação de riscos, a disciplina do uso do solo e a proteção dos mananciais assumem fundamental importância.

A Tabela 4.1 não é, entretanto, conclusiva na listagem dos patogênicos passíveis de serem transmitidos via abastecimento de água para consumo humano, sendo cada vez mais freqüentes as evidências de transmissão de doenças “emergentes”. A própria tabela revela as muitas incertezas que ainda cercam os riscos associados aos vírus. Outros protozoários têm sido identificados como agentes de surtos asso-

ciados com o consumo de água (inclusive no Brasil), incluindo *Cyclospora*, *Isospora*, *Microsporidium* e *Toxoplasma*. Além da ingestão de água contaminada, alguns organismos capazes de colonizar sistemas de distribuição podem ser transmitidos via inalação de aerossóis, por exemplo bactérias do gênero *Legionella* e os protozoários *Naegleria fowleri* e *Acanthamoeba* spp, agentes, respectivamente, de encefalite meningocócica amebiana e meningite amebiana. Ao lado disso, várias bactérias, usualmente de vida livre porém reconhecidamente patogênicas oportunistas, também apresentam capacidade de colonizar sistemas de distribuição de água, constituindo riscos à saúde de grupos populacionais vulneráveis (ex.: pacientes hospitalizados, idosos, recém-nascidos, imunodeprimidos): *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas*.

Do exposto, percebe-se o quanto ainda há para ser elucidado em termos da epidemiologia das doenças transmissíveis via abastecimento e consumo de água. Além disso, por razões financeiras, limitações técnico-analíticas e necessidade de respostas ágeis, no controle microbiológico da qualidade da água usualmente recorre-se ao emprego de organismos indicadores. Entretanto, reconhecidamente não existem organismos que indiquem a presença/ausência da ampla variedade de patógenos passíveis de serem removidos/inativados ou transpassarem/resistirem aos diversos processos de tratamento da água. Adicionalmente, a qualidade microbiológica da água bruta, tratada e distribuída pode sofrer alterações bruscas e não detectadas em tempo real, até porque a amostragem para o monitoramento da qualidade da água baseia-se em princípio estatístico/probabilístico, incorporando inevitavelmente uma margem de erro/incerteza.

Por tudo isso, merecem destaque as seguintes observações:

O controle da qualidade da água baseado única e exclusivamente em análises laboratoriais de amostras da água, ainda que freqüente, não constitui garantia absoluta da potabilidade.

Tão importantes quanto o controle laboratorial são:

- A adoção de boas práticas em todas as partes constituintes e etapas dos processos e dos sistemas de produção e abastecimento de água.
- A vigilância epidemiológica e a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade dos sistemas e das soluções de abastecimento de água.

**Tabela 4.1 – Organismos patogênicos de veiculação hídrica e transmissão feco-oral e sua importância para o abastecimento**

AGENTE PATOGENICO	IMPORTÂNCIA PARA A SAÚDE	PERSISTÊNCIA NA ÁGUA <sup>a</sup>	RESISTÊNCIA AO CLORO <sup>b</sup>	DOSE INFECCIOSA RELATIVA <sup>c</sup>	RESERVATÓRIO ANIMAL IMPORTANTE
<b>Bactérias:</b>					
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Moderada	Sim
<i>Escherichia coli</i> patogênica	Considerável	Moderada	Baixa	Alta	Sim
<i>Salmonella typhi</i>	Considerável	Moderada	Baixa	Alta <sup>d</sup>	Não
Outras salmonelas	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta	Sim
<i>Shigella spp.</i>	Considerável	Breve	Baixa	Moderada	Não
<i>Vibrio cholerae</i>	Considerável	Breve	Baixa	Alta	Não
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Considerável	Prolongada	Baixa	Alta (?)	Sim
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <sup>e</sup>	Moderada	Podem multiplicar-se	Moderada	Alta (?)	Não
<i>Aeromonas spp.</i>	Moderada	Podem multiplicar-se	Baixa	Alta (?)	Não
<b>Vírus:</b>					
Adenovírus	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Enterovírus	Considerável	Prolongada	Moderada	Baixa	Não
Hepatite A	Considerável	?	Moderada	Baixa	Não
Hepatite transmitida por via entérica, hepatite E	Considerável	?	?	Baixa	Não
Vírus de Norwalk	Considerável	?	?	Baixa	Não
Rotavírus	Considerável	?	?	Moderada	Não (?)
<b>Protozoários:</b>					
<i>Entamoeba histolytica</i>	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Não
<i>Giardia lamblia</i>	Considerável	Moderada	Alta	Baixa	Sim
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Considerável	Prolongada	Alta	Baixa	Sim

Fonte: OMS (1995)

? Não conhecido ou não confirmado.

<sup>a</sup> Período de detecção da fase infecciosa na água a 20 °C: breve, até uma semana; moderada, de uma semana a um mês; prolongada, mais de um mês.

<sup>b</sup> Quando a fase infecciosa se encontra em estado livre na água tratada com doses e tempos de contato tradicionais. Resistência moderada, o agente pode não acabar completamente destruído; resistência baixa, o agente acaba completamente destruído.

<sup>c</sup> A dose necessária para causar infecção em 50% dos voluntários adultos são; no caso de alguns vírus, pode bastar uma unidade infecciosa.

<sup>d</sup> Segundo os resultados de experimentos com seres humanos voluntários.

<sup>e</sup> A principal via de infecção é o contato cutâneo, porém doentes de câncer ou com imunodepressão podem ser infectados por via oral.

## ORGANISMOS INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO

A identificação dos microorganismos patogênicos na água é, normalmente, morosa, complexa e onerosa. Por essa razão, tradicionalmente, recorre-se à identificação dos *organismos indicadores de contaminação*, na interpretação de que sua presença indicaria a introdução de matéria de origem fecal (humana ou animal) na água e, portanto, o *risco potencial* da presença de organismos patogênicos.

Um organismo indicador “ideal” deveria preencher os seguintes requisitos: (i) ser de origem exclusivamente fecal; (ii) apresentar maior resistência que os patogênicos aos efeitos adversos do meio ambiente e aos processos de tratamento; (iii) ser removido e, ou, inativado, por meio do tratamento da água pelos mesmos mecanismos e na mesma proporção que os patogênicos; (iv) apresentar-se em maior número que os patogênicos; (v) ser de fácil identificação; (vi) não se reproduzir no meio ambiente.

De fato, não há um único organismo que satisfaça simultaneamente todas essas condições. Na ausência de um indicador ideal, deve-se trabalhar com o *melhor indicador*, ou seja, aquele que apresentar a melhor associação entre os riscos à saúde e a contaminação da água.

Por fim, cabe destacar que o alcance e as limitações do emprego de indicadores e, ou, a necessidade de identificação de organismos patogênicos serão relativos ao rigor necessário ao estudo em questão (por exemplo, em investigações epidemiológicas).

Os indicadores de utilização tradicional e quase universal são as bactérias do grupo coliforme, classicamente definidas como:

- coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) – bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, podendo apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;
- coliformes termotolerantes – subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2$  °C em 24 horas; têm como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;
- *Escherichia coli* – bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e o manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2$  °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$ -galactosidase e  $\beta$ -glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos.

## EMPREGO DOS COLIFORMES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA (IN NATURA)

As bactérias do grupo coliforme estão presentes no intestino humano e de animais de sangue quente e são eliminadas nas fezes em números elevados ( $10^6 - 10^8/g$ ). Entretanto, a partir de tal definição, o grupo dos coliformes inclui bactérias não exclusivamente de origem fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas. Além disso, principalmente em climas tropicais os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. Por isso, na avaliação da qualidade de águas naturais os coliformes totais têm valor sanitário limitado, incluindo a avaliação de fontes individuais de abastecimento.

O grupo dos coliformes termotolerantes acaba também por incluir bactérias de origem não exclusivamente fecal, embora em proporção bem menor que o grupo dos coliformes totais.<sup>1</sup> Por isso, sua utilização na avaliação da qualidade de águas naturais, principalmente em países de clima tropical, também tem sido questionada. Não obstante, pelo fato de a presença de coliformes termotolerantes, na maioria das vezes, guardar melhor relação com a presença de *E. coli*, aliado à simplicidade das técnicas laboratoriais de detecção, seu emprego ainda é aceitável.

O indicador mais preciso de contaminação fecal é a *E. coli*. Mesmo em mananciais bem protegidos não se pode desconsiderar a importância sanitária da detecção de *E. coli*, pois, no mínimo, indicaria a contaminação de origem animal silvestre, os quais podem ser reservatórios de agentes patogênicos ao ser humano.

O grau de contaminação das águas é usualmente aferido com base na densidade de organismos indicadores, no pressuposto de que há uma relação semiquantitativa entre estas e a presença de patogênicos.

## EMPREGO DOS COLIFORMES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA TRATADA

Na avaliação da qualidade da água tratada, ou seja, da eficiência do tratamento na remoção ou na inativação de organismos patogênicos, o pressuposto do emprego de organismos indicadores é o de que a ausência dos indicadores expressa a ausência dos patogênicos. A presença dos indicadores pode indicar falhas ou insuficiência no tratamento

Vírus são mais resistentes que os coliformes aos processos de desinfecção e, portanto, na avaliação da qualidade virológica da água tratada a ausência de coliformes não constitui um indicador suficiente da qualidade da água. Torna-se então necessário o emprego de indicadores complementares não biológicos, no caso, a turbidez da água pré-desinfecção e os parâmetros de controle da desinfecção adequados à inativação de vírus: cloro residual livre mínimo de 0,5 mg/L,

---

1 Razão pela qual a tendência atual é de referir-se ao grupo como coliformes termotolerantes e não mais coliformes fecais.

tempo de contato mínimo de 30 minutos e pH da água inferior a 8. Cabe entretanto registrar que um fator de segurança é a prática da dosagem de cloro para manter o residual mínimo exigido nas pontas de rede (0,2 mg/L), o que pode garantir o residual de > 0,5 mg/L na saída do tanque de contato, indicativo de uma eficiente inativação de vírus.

Cistos e oocistos de protozoários são bem mais resistentes que bactérias aos efeitos dos agentes desinfetantes e não são inativados com as doses usualmente praticadas no tratamento da água. Cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* apresentam, respectivamente, diâmetros de aproximadamente 8-15 µm e 4-6 µm, portanto, potencial e significativamente removíveis por filtração. Assim, os coliformes pouco se prestam como indicadores da qualidade parasitológica da água tratada, devendo-se neste caso recorrer a indicadores da eficiência da filtração, por exemplo, e principalmente, a turbidez. Adicionalmente, tem-se recorrido à contagem de partículas, mais especificamente à remoção de partículas em suspensão de dimensões aproximadas às de cistos e oocistos de protozoários.

## EMPREGO DOS COLIFORMES NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA

Mesmo que o tratamento seja adequado, a água pode muito bem se deteriorar ao longo da distribuição. O isolamento de *E. coli* no sistema de distribuição é um sinal inequívoco de recontaminação ou de falhas no tratamento, e, por medida de segurança, assim também deve ser interpretada a detecção de coliformes termotolerantes. Por isso, na avaliação da qualidade da água distribuída requer-se a ausência sistemática de *E. coli* ou de coliformes termotolerantes.

Já o isolamento de coliformes totais, embora não guarde uma relação exclusiva com recontaminação de origem fecal, serve como indicador da integridade do sistema de distribuição. Águas insuficientemente tratadas (por exemplo, sem a garantia de residual de cloro) ou infiltrações podem permitir o acúmulo de sedimentos ou matéria orgânica e promover o desenvolvimento de bactérias no sistema de distribuição, incluindo aquelas do grupo coliforme que não a *E. coli* ou as termotolerantes. Portanto, a detecção eventual de coliformes totais no sistema de distribuição, em um percentual das amostras analisadas (5%), não necessariamente é indicativa de contaminação.

O alcance e as limitações do emprego dos coliformes como indicadores da qualidade da água para consumo humano podem ser resumidos da seguinte forma:

- O indicador mais preciso de contaminação da água é, em qualquer situação, a *E. coli* e sua presença é interpretada como sinal inequívoco de contaminação.
- Ainda que com ressalvas, os coliformes termotolerantes podem ser utilizados como uma alternativa à determinação de *E. coli*.

- O termo coliformes fecais deve ser evitado, empregando-se, preferencialmente, coliformes termotolerantes.
- Coliformes totais não são indicadores adequados da qualidade da água in natura, guardando validade apenas como indicadores da qualidade da água tratada e distribuída.
- Em amostras de água in natura, por exemplo, de poços e minas, a presença de coliformes totais, principalmente em baixas densidades, pode ser desprovida de qualquer significado sanitário.
- Em amostras de água tratada, a determinação de coliformes totais é suficiente, uma vez que apresentam taxa de inativação similar ou superior à dos coliformes termotolerantes e *E.coli*. A ausência de coliformes totais na água tratada é um indicador adequado da ausência de bactérias patogênicas; a presença, sinal de falhas no tratamento.
- Coliformes não são indicadores plenos da eficiência do tratamento de água e devem ser empregados com critérios e ressalvas. Vírus e protozoários são mais resistentes à desinfecção que os coliformes; portanto, a simples ausência de coliformes não constitui garantia absoluta de potabilidade. A verificação da eficiência do tratamento depende de indicadores complementares, tais como a turbidez da água pós-filtração ou pré-desinfecção e dos parâmetros de controle da desinfecção – dose, residual desinfetante e tempo de contato.

## CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

- Contagem de bactérias heterotróficas – determinação da densidade de bactérias capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriado, sob condições preestabelecidas de incubação: 35,0,  $\pm$  0,5 °C por 48 horas.

A contagem de bactérias heterotróficas (genericamente definidas como microorganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes) fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de forma ampla; o teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias, esporos de bactérias, de origem fecal ou componentes da flora natural da água, ou ainda resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição, sendo algumas patogênicas oportunistas. Portanto, presta-se ao papel de indicador auxiliar da qualidade da água ao fornecer informações adicionais sobre: eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição, eventuais alterações na

qualidade da água na reservação ou possível não integridade do sistema de distribuição. Dentre os fatores que podem favorecer a formação de biofilmes, destacam-se: temperatura elevada, estagnação de água em trechos de baixo consumo, como em pontas de rede, disponibilidade de nutrientes ou baixas concentrações de residual desinfetante. Adicionalmente, a contagem de bactérias heterotróficas serve como um controle de qualidade das análises de coliformes, já que elevadas densidades de bactérias podem inibir o crescimento dos coliformes em meios de cultura à base de lactose.

No Artigo 11, parágrafo 6º da Portaria MS nº 518/2004, encontra-se a seguinte exigência:

Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas, e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata recoleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

Do exposto neste item, encontram-se os pressupostos gerais implícitos no padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano (Tabela 4.2).

**Tabela 4.2 – Padrão microbiológico de potabilidade, Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde**

PARÂMETRO	VMP <sup>1</sup>
<b>Água para consumo humano<sup>2</sup></b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes <sup>3</sup>	Ausência em 100 ml
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes <sup>3</sup>	Ausência em 100 ml
<b>Coliformes totais</b>	
Sistemas que analisam até 40 amostras por mês:	Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês
Sistemas que analisam mais de 40 amostras por mês:	Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml

<sup>1</sup> Valor Máximo Permitido.

<sup>2</sup> Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais, como poços, minas, nascentes, dentre outras.

<sup>3</sup> A detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

## CIANOACTÉRIAS E CIANOTOXINAS

A eutrofização de lagos e reservatórios decorre do excesso de nutrientes no manancial, provocando um aumento da atividade fotossintética ou produção primária de biomassa. O fenômeno da *floração* é caracterizado pela presença excessiva de algas, eventualmente acompanhado de um grupo de bactérias fotossintéticas, as cianobactérias, também conhecidas como algas azuis. Algumas espécies de cianobactérias, com a lise das células, liberam toxinas (substâncias químicas orgânicas hepatotóxicas, neurotóxicas ou causadoras de irritações de pele) que representam riscos significativos à saúde humana, em especial a grupos vulneráveis, tais como pacientes renais crônicos. Dentre as cianotoxinas, destaca-se a microcistina, pela ocorrência mais freqüente da cianobactéria *Microcystis* em nossos mananciais, por evidências mais consistentes de riscos à saúde com base em estudos toxicológicos, bem como pela disponibilidade de técnicas padronizadas de determinação analítica.

Nas figuras a seguir, ilustra-se o florescimento de cianobactérias em mananciais de abastecimento. Para informações mais detalhadas sobre cianobactérias, sua importância para a saúde humana e medidas de controle, consultar o *Manual de boas práticas no abastecimento de água – procedimentos para a minimização de riscos à saúde*, publicado pelo Ministério da Saúde.

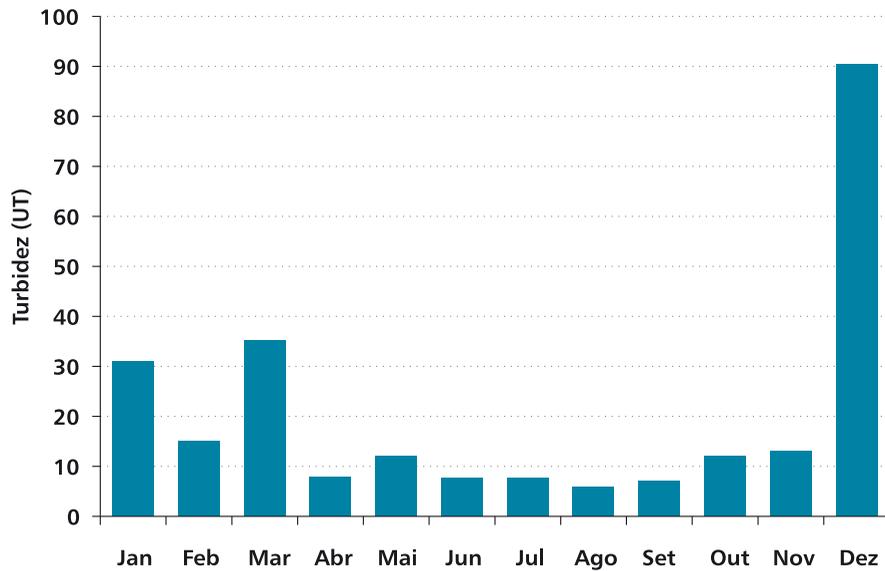
## TURBIDEZ

A turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. Ela expressa a interferência à passagem de luz através do líquido, portanto, simplificada, a transparência da água. Valores de turbidez em torno de 8 UT ou menos são imperceptíveis visualmente. Águas represadas usualmente apresentam turbidez mais reduzida, decorrente da sedimentação das partículas em suspensão.

Em geral, a turbidez da água bruta de mananciais superficiais apresenta variações sazonais significativas entre períodos de chuva e estiagem (Figura 4.1), o que exige atenção na operação da estação de tratamento de água.

A turbidez da água bruta é um dos principais parâmetros de seleção de tecnologia de tratamento e de controle operacional dos processos de tratamento. Águas represadas usualmente apresentam turbidez mais reduzida, decorrente da sedimentação das partículas em suspensão.

**Figura 4.1 – Turbidez da água de um manancial superficial (médias mensais)**



O exemplo acima ilustra um manancial de turbidez relativamente reduzida, portanto de fácil tratabilidade. Entretanto, mesmo em casos como estes a atenção cotidiana é indispensável: no manancial em questão, em janeiro de 2001, chuvas torrenciais provocaram uma elevação brusca da turbidez, até 1.000 UT, valor este que acaba por não figurar em gráficos de médias mensais como o apresentado.

Na água filtrada, a turbidez assume uma função de indicador sanitário e não meramente estético. A remoção de turbidez por meio da filtração indica a remoção de partículas em suspensão, incluindo cistos e oocistos de protozoários. Os critérios reconhecidos internacionalmente como indicadores da remoção de protozoários são (USEPA, 2000; USEPA, 2001):

- Remoção/inativação conjunta, por meio da filtração–desinfecção, de 99,9% (3 log) de cistos de *Giardia*: turbidez da água filtrada inferior a 0,5 UT para a filtração rápida e 1,0 UT para a filtração lenta (2,5 log de remoção), complementada por desinfecção adequada para inativação equivalente a 0,5 logs, controlada pelo tempo de contato, residual de cloro livre e temperatura.
- Remoção de 99% (2,0 log) de oocistos de *Cryptosporidium*: turbidez da água filtrada inferior a 0,3 UT para a filtração rápida e 1,0 UT para a filtração lenta.

A turbidez da água pré-desinfecção, precedida ou não de filtração, é também um parâmetro de controle da eficiência da desinfecção, no entendimento de que partículas em suspensão podem proteger os microorganismos da ação do desinfetante (OMS, 1995).

Do exposto, compreende-se por que o padrão de turbidez da água pré-desinfecção ou pós-filtração é um componente do padrão microbiológico de potabilidade da água (Tabela 4.3).

**Tabela 4.3 – Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção, Portaria MS nº 518/2004**

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP <sup>1</sup>
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT <sup>2</sup> em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT <sup>2</sup>
Filtração lenta	2,0 UT <sup>2</sup> em 95% das amostras

<sup>1</sup> Valor máximo permitido.

<sup>2</sup> Unidade de turbidez.

No Artigo 12, parágrafo 2º da Portaria MS nº 518/2004, encontra-se a seguinte recomendação:

Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp., recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

## COLORO RESIDUAL

Um dos mais importantes atributos de um desinfetante é sua capacidade de manter residuais minimamente estáveis após sua aplicação e reações na água, sendo esta uma das principais vantagens do cloro.

Na saída do tanque de contato, a medida do cloro residual cumpre um papel de indicador da eficiência da desinfecção, devendo ser observado um mínimo de 0,5mg/L de cloro livre. No sistema de distribuição, a manutenção de residuais de cloro tem por objetivo prevenir a pós-contaminação, sendo sua medida também um indicador da segurança da água distribuída. No sistema de distribuição, deve ser mantido um teor de cloro residual livre de 0,2 mg/L.

Portanto, em qualquer situação o cloro residual é um parâmetro indicador de potabilidade microbiológica da água.

Em geral, considera-se que os problemas de odor e sabor na água são mais sentidos em concentrações acima de 1 mg/L e que nenhum efeito adverso à saúde é observado até teores de cloro livre de 5 mg/L (OMS, 1995).

## 4.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE REPRESENTAM RISCO À SAÚDE

A presença de substâncias químicas dissolvidas pode ser natural e decorrente do elevado poder solvente da água ou de natureza antropogênica (poluição). É, portanto, resultado das características específicas da bacia, incluindo aspectos geomorfológicos, a intensidade e a natureza de atividades industriais e agrícolas, além de características inerentes à própria substância, tais como solubilidade e persistência no solo e na água.

No estabelecimento do padrão de potabilidade para substâncias químicas (orgânicas e inorgânicas), que representam riscos à saúde, são levados em consideração os efeitos crônicos resultantes de exposição prolongada, ou seja, da ingestão contínua de água com uma dada concentração de uma substância. O padrão para cada substância (VMP) é usualmente estabelecido com base na aceitação de um nível de risco (ex.:  $10^{-5}$ , o que significa se considerar aceitável um caso de dano à saúde em cada 100 mil pessoas dentre uma população consumidora ao longo de setenta anos) e de evidências toxicológicas ou epidemiológicas que permitam estimar um *Nível de Efeito Não Observado* (Noael). Estima-se assim a dose abaixo da qual as pessoas poderiam estar expostas sem que ocorressem danos à saúde – Ingestão Diária Tolerável (IDT) (OMS, 1995). Cabe destacar que esse procedimento não leva em consideração possíveis efeitos sinérgicos entre substâncias simultaneamente presentes na água e situação freqüente na utilização de agrotóxicos.

Dentre os critérios levados em consideração para estabelecer os parâmetros químicos e seus respectivos VMP na Portaria MS nº 518/2004, merecem destaque:

- Análise das evidências epidemiológicas e toxicológicas dos riscos à saúde associados às diversas substâncias.
- Potencial tóxico das substâncias químicas que podem estar presentes na água (naturalmente ou por contaminação), levando em consideração a classificação das respectivas substâncias pelo IARC (International Agency for Research on Câncer).
- Possibilidade de obtenção de padrões analíticos e limitação de técnicas analíticas atualmente empregadas.
- Emprego das substâncias no tratamento da água.
- Intensidade de produção, comercialização e uso no país.

Em razão das especificidades que determinam a presença das substâncias na água, os planos de amostragem estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004 apresentam a flexibilidade necessária:

O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma (Art. 30).

Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico (parágrafo único, Art. 30).

Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma (Art. 31).

Para a maioria dos parâmetros, é dispensada análise na rede de distribuição quando estes não forem detectados na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Contudo, não custa lembrar o quão ágil é a indústria química no lançamento de novos produtos, particularmente a indústria de agrotóxicos, e que a maioria das substâncias e compostos orgânicos e inorgânicos não é efetivamente removida em processos de tratamento convencional da água. Em síntese, o diagnóstico do uso e da ocupação do solo na bacia e o histórico da qualidade da água do manancial são, em si, importantes ferramentas de orientação de planos de amostragem de controle e de vigilância da qualidade da água.

As tabelas a seguir apresentam informações resumidas sobre as substâncias químicas que representam riscos à saúde, componentes do padrão de potabilidade brasileiro.<sup>2</sup>

---

2 Nas Tabelas 4.4 a 4.7, as informações referentes ao grupo cancerígeno das substâncias químicas têm como fontes a Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (Iarc) e a United States Environmental Protection Agency (Usepa). O Iarc avalia a carcinogenicidade potencial das substâncias químicas, baseado em estudos a longo prazo realizados com animais e, por vezes, em informações sobre carcinogenicidade para os seres humanos, procedentes de estudos epidemiológicos sobre exposição ocupacional. Com base nos dados disponíveis, as substâncias químicas são classificadas em cinco categorias, de acordo com o risco potencial: (i) grupo 1 – o agente é considerado carcinogênico para os seres humanos; (ii) grupo 2A – o agente é provavelmente carcinogênico para os seres humanos; (iii) grupo 2B – o agente é possivelmente carcinogênico para os seres humanos; (iv) grupo 3 – o agente não é classificável com base na sua carcinogenicidade para os seres humanos; grupo 4: o agente provavelmente não é carcinogênico. A Usepa classifica as substâncias de acordo com o seguinte critério: (i) grupo A – carcinogênico para os seres humanos, por ingestão e inalação; (ii) grupo B2 – evidência de carcinogenicidade em animais, evidências insuficientes para classificação como carcinogênico via ingestão em seres humanos; grupo D – evidências insuficientes para classificação como carcinogênico via ingestão para seres humanos.

**Tabela 4.4 – Substâncias químicas inorgânicas que representam risco à saúde**

SUBSTÂNCIAS	EFEITOS POTENCIAIS DECORRENTES DA INGESTÃO DE ÁGUA	GRUPO CANCERÍGENO		PRINCIPAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
		IARC	USEPA	
Antimônio	Aumento de colesterol e redução de glicose no sangue	2B	D	Efluentes de refinaria de petróleo, vidraria, cerâmicas e indústrias de eletrônicos; substâncias de combate a incêndios
Arsênico	Danos de pele; problemas no sistema circulatório; aumento de risco de câncer de pele e pulmão	1	A	Efluentes de refinaria de petróleo e indústrias de semicondutores; preservantes de madeira; herbicidas; aditivos de alimentação animal; erosão de depósitos naturais
Bário	Estímulo dos sistemas neuromuscular e cardiovascular, contribuindo para a hipertensão	-	D	Efluentes de mineração; efluentes de refinaria de metais; erosão de depósitos naturais
Cádmio	Lesões no fígado e disfunções renais	2B	D	Corrosão de tubulações galvanizadas; efluentes de refinaria de metais; indústria siderúrgica e de plásticos, descarte de pilhas e tintas
Cianeto	Comprometimento do sistema nervoso, problemas de tireóide	-	D	Efluentes de indústrias de aço, metais, plásticos e fertilizantes
Chumbo	Retardo no desenvolvimento físico e mental de crianças; problemas de rins e elevação de pressão em adultos, interferência no metabolismo da vitamina D	2B	B2	Corrosão de instalações hidráulicas prediais; erosão de depósitos naturais
Cobre	Exposição de curto prazo: desarranjos gastrointestinais. Exposição de longo prazo: danos no fígado ou rins. Especial atenção para os portadores da Síndrome de Wilson	-	D	Corrosão de instalações hidráulicas prediais; erosão de depósitos naturais; preservantes de madeira
Cromo	Possibilidade, a longo prazo, de desenvolvimento de dermatites alérgicas O cromo trivalente é essencial do ponto de vista nutricional, não tóxico e pobremente absorvido no organismo; o cromo hexavalente afeta os rins e o sistema respiratório	Cromo (VI) – 1 Cromo (III) – 3	Cromo (VI) – D	Efluentes de indústrias de aço e celulose; erosão de depósitos naturais
Fluoreto	Fluorose em crianças e osteoporose	3	-	Erosão de depósitos naturais; introdução na água de abastecimento; efluentes de indústrias de fertilizantes e alumínio

Continua...

Continuação

SUBSTÂNCIAS	EFEITOS POTENCIAIS DECORRENTES DA INGESTÃO DE ÁGUA	GRUPO CANCERÍGENO		PRINCIPAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
		IARC	USEPA	
Mercúrio inorgânico	Lesões no fígado, disfunções renais, comprometimento do sistema nervoso central		D	Erosão de depósitos naturais; efluentes industriais, chorume de aterro sanitário; escoamento superficial de áreas agrícolas
Nitrato (como N)	Metemoglobinemia (síndrome dos bebês azuis)		D	Escoamento superficial de áreas agrícolas; erosão de depósitos naturais; esgotos sanitários
Nitrito (como N)	Metemoglobinemia (síndrome dos bebês azuis)		D	Escoamento superficial de áreas agrícolas; erosão de depósitos naturais; esgotos sanitários
Selênio	Queda de cabelos e unhas; problemas circulatórios, problemas no fígado, pode causar danos ao fígado e aos rins	2 A	D	Efluentes de refinaria de petróleo; erosão de depósitos naturais; resíduos de mineração

Fonte: Adaptado da OMS (1995), da Usepa (2000), da Usepa (2001)

**Tabela 4.5 – Substâncias químicas orgânicas que representam risco à saúde**

SUBSTÂNCIAS	EFEITOS POTENCIAIS DECORRENTES DA INGESTÃO DE ÁGUA	GRUPO CANCERÍGENO		PRINCIPAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
		IARC	USEPA	
Acrilamida	Efeitos neurotóxicos, deterioração da função reprodutiva	2B	B2	Adicionado em processos de tratamento de água e águas residuárias (coagulante), fabricação de papel, corantes, adesivos
Benzeno	Anemia; redução de plaquetas; aumento de risco de câncer (tumores e leucemia), afeta o sistema nervoso central e imunológico	1	A	Solvente comercial, utilizado na fabricação de detergentes, pesticidas, borracha sintética, corantes, na indústria farmacêutica, gasolina
Cloreto de vinila	Exposição crônica – lesões de pele, ossos, fígado e pulmão	1	A	Tubulações de PVC, efluentes de indústrias de plástico, usado em aerossóis
1,2 Dicloroetano	Aumento de risco de câncer, causa irritações nos olhos, no nariz, além de problemas renais e hepáticos	2B	B2	Efluentes de indústria química (inseticidas, detergentes, etc.)
1,1 Dicloroetano	Depressor do sistema nervoso central, problemas no fígado e nos rins	3	D	Efluentes de indústria química, contaminante ocasional da água, em geral acompanhado de outros hidrocarbonetos clorados
Diclorometano	Toxicidade aguda reduzida, Problemas no fígado	2B	B2	Efluentes de indústrias química e farmacêutica, presente em removedores de tintas, inseticidas, solventes, substâncias de extintores de incêndio
Estireno	Toxicidade aguda baixa, irritação de mucosas, depressor do sistema nervoso central, possível hepatotoxicidade	2B	C	Efluentes da indústria de borracha e plástico; chorume de aterros
Tetracloroeto de carbono	Problemas no fígado, insuficiência renal, exposição crônica pode levar a problemas gastrointestinais e sintomas de fadiga (sistema nervoso)	2B	B2	Efluentes de indústria química, fabricação de cloroformo, extintores de incêndio, solventes e produtos de limpeza
Tetracloroetano	Problemas no fígado e nos rins	2B	B2	Efluentes industriais e de equipamentos de lavagem a seco
Triclorobenzenos	Toxicidade aguda moderada, efeitos no fígado	-	D	Efluentes da indústria têxtil, usado como solvente, tingimento de poliéster
Tricloroetano	Potenciais problemas de tumores pulmonares e hepáticos	3	B2	Produtos de limpeza a seco e removedor para limpeza de metais

Fonte: Adaptado da OMS (1995), da Usepa (2000), da Usepa (2001)

**Tabela 4.6 – Agrotóxicos**

SUBSTÂNCIA	EFEITOS POTENCIAIS DECORRENTES DA INGESTÃO DE ÁGUA	GRUPO CANCERÍGENO		PRINCIPAIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO
		IARC	USEPA	
Alaclor	Problemas nos olhos, fígado, rins e anemia	3	B2	Herbicida (milho e feijão)
Aldrin e dieldrin	Efeitos no sistema nervoso central e no fígado	3	B2	Pesticidas de solo, proteção de madeira e combate a insetos de importância de saúde pública (dieldrin), uso gradativamente proibido
Atrazina	Problemas cardiovasculares e no sistema reprodutivo	2B	C	Herbicidas (milho e feijão), relativamente estável no solo e na água
Bentazona	Efeitos no sangue	-	E	Herbicida de amplo espectro, persistência moderada no meio ambiente, elevada mobilidade no solo
Clordano	Problemas no fígado e no sistema nervoso	2B	B2	Resíduos de formicidas, elevada mobilidade no solo, uso gradativamente proibido
2,4 D	Toxicidade aguda moderada, problemas de fígado e rins	2B	D	Herbicida utilizado no controle de macrófitas em água, biodegradável na água em uma ou mais semanas
DDT	Acumulação no tecido adiposo e no leite	2B		Inseticida persistente e estável, uso gradativamente proibido
Endrin	Efeitos no sistema nervoso		D	Resíduos de inseticidas e raticidas, praticamente insolúvel em água, uso gradativamente proibido
Glifosato	Toxicidade reduzida, problemas no fígado e no sistema reprodutivo	-	D	Herbicida de amplo espectro, utilizado na agricultura, estável na água e baixa mobilidade no solo
Heptacloro e Hepatcloro-epóxido	Danos no fígado; lesões hepáticas	3	B2	Inseticida de amplo espectro, ampla utilização como formicida, persistente e resistente no meio ambiente, uso gradativamente proibido
Hexaclorobenzeno	Problemas no fígado, nos rins e no sistema reprodutivo	2B	B2	Fungicida, efluentes de refinarias de metais e indústria agroquímica
Lindano	Problemas no fígado e nos rins	3	C	Utilização de inseticidas em rebanho bovino, jardins, conservante de madeira, baixa afinidade com a água, persistente, e reduzida mobilidade no solo
Metolacloro	Evidência reduzida de carcinogenicidade	-	C	Herbicida, elevada mobilidade no solo

*Continua...*

## Continuação

Metoxicloro	Possíveis efeitos carcinogênicos no fígado e problemas no sistema reprodutivo	3	B2	Utilização de inseticidas em frutas, hortaliças e criação de aves
Molinato	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	-	-	Herbicida (arroz), pouco persistente na água e no solo
Pendimetalina	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	-	-	Herbicida, baixa mobilidade, elevada persistência no solo
Pentaclorofenol	Problemas no fígado e nos rins; fetotoxicidade, efeitos no sistema nervoso central	3	D	Efluentes de indústrias de conservantes de madeira, herbicida
Permetrina	Baixa toxicidade	3	-	Inseticida na proteção de cultivos e da saúde pública (combate a mosquitos em depósitos de água), elevada afinidade com o solo e reduzida afinidade com a água
Propanil	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	-	-	Herbicida (arroz), elevada mobilidade no solo e persistência reduzida na água
Simazina	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	3	C	Herbicida de amplo espectro, elevada persistência e mobilidade no solo
Trifluralina	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	3		Herbicida de amplo espectro, pouco solúvel em água

Fonte: Adaptado da OMS (1995), da Usepa (2000), da Usepa (2001)

**Tabela 4.7 – Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção**

SUBSTÂNCIA	EFEITOS POTENCIAIS DECORRENTES DA INGESTÃO DE ÁGUA	GRUPO CANCERÍGENO		PRINCIPAIS USOS E FONTES
		IARC	USEPA	
Bromato	Tumores renais	2B	-	Produto secundário da ozonização, decorrente da oxidação de íons brometo
Clorito	Pode afetar os hematócitos, evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	3	D	Produto secundário da desinfecção com dióxido de cloro
Cloro livre	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	3	D	Higienização na indústria e no ambiente doméstico, branqueador, desinfetante e oxidante de ampla utilização no tratamento da água
Monocloroamina	Evidência reduzida de toxicidade e carcinogenicidade	-	-	Produto secundário da cloração de águas contendo compostos nitrogenados
2,4,6 Triclorofenol	Indícios de desenvolvimento de linfomas e leucemia em experimentos com animais	2B	B2	Produto secundário da cloração de águas contendo fenóis (ex.: biocidas e herbicidas)
Trihalometanos	Indícios de efeitos no fígado, nos rins e na tireóide	2B	B2	Produto secundário da cloração de águas contendo substâncias húmicas e brometos

Fonte: Adaptado da OMS (1995), da Usepa (2000), da Usepa (2001)

### 4.3 PADRÃO DE ACEITAÇÃO PARA CONSUMO HUMANO

O padrão de aceitação para consumo humano é estabelecido com base em critérios de ordem estética, organoléptica (gosto ou odor), no intuito de evitar a rejeição ao consumo e a busca de outras fontes eventualmente menos seguras do ponto de vista da saúde. Algumas substâncias apresentam também riscos à saúde, porém o limiar de percepção de gosto e odor ocorre em concentrações inferiores ao critério de saúde; assim, atendido o padrão de aceitação para consumo, estaria garantida a segurança sanitária. Para outras substâncias não há qualquer ou suficiente evidência de riscos à saúde, ao menos nas concentrações usualmente encontradas em águas de abastecimento (Tabela 4.8).

**Tabela 4.8 – Padrão de aceitação para consumo humano, Portaria MS nº 518/2004, Ministério da Saúde**

PARÂMETRO	VMP <sup>1</sup>	EFEITO
Alumínio	0,2 mg/L	Depósito de hidróxido de alumínio na rede de distribuição, acentuação da cor devida ao ferro
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	1,5 mg/L	Odor acentuado em pH elevado
Cloreto	250 mg/L	Gosto
Cor Aparente	15 uH <sup>2</sup>	Aspecto estético
Dureza	500 mg/L	Gosto, incrustações, comprometimento da formação de sais como o sabão
Etilbenzeno	0,2 mg/L	Odor – limite 100 vezes inferior ao critério de saúde
Ferro	0,3 mg/L	Aspecto estético – turbidez e cor
Manganês	0,1 mg/L	Aspecto estético – turbidez e cor
Monoclorobenzeno	0,12 mg/L	Gosto e odor – limite bem abaixo do critério de saúde
Odor	Não objetável <sup>3</sup>	
Gosto	Não objetável <sup>3</sup>	
Sódio	200mg/L	Gosto
Sólidos dissolvidos totais	1.000mg/L	Gosto, incrustações
Sulfato	250mg/L	Gosto, limite referente ao sulfato de sódio
Sulfeto de Hidrogênio	0,05mg/L	Gosto e odor
Surfactantes	0,5mg/L	Gosto, odor e formação de espuma
Tolueno	0,17mg/L	Odor, limite inferior ao critério de saúde
Turbidez	5UT <sup>4</sup>	Aspecto estético, indicação de integridade do sistema
Zinco	5mg/L	Gosto
Xileno	0,3mg/L	Gosto e odor – limite inferior ao critério de saúde

Fonte: Adaptado da OMS (1995)

<sup>1</sup> Valor máximo permitido.

<sup>2</sup> Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).

<sup>3</sup> Critério de referência.

<sup>4</sup> Unidade de turbidez.

A seguir, detalham-se algumas características mais comuns ou de mais frequente monitoramento em águas para consumo humano.

### Cor

A cor é dada pela presença de substâncias dissolvidas, decorrentes da decomposição de matéria orgânica (plâncton, substâncias húmicas), pela presença de substâncias tais como ferro e manganês ou pela introdução de efluentes industriais. Quando a determinação da cor é realizada após centrifugação da amostra para eliminar a interferência de partículas coloidais e suspensas, obtém-se a cor verdadeira. Caso contrário, tem-se a cor aparente. Cor é um parâmetro essencialmente de natureza estética e componente do padrão de aceitação para consumo. Entretanto, a cor devida a substâncias orgânicas pode indicar a presença de precursores de formação de trihalometanos, um subproduto tóxico da cloração. Cor elevada no sistema de distribuição pode ainda contribuir para o consumo do cloro residual.

### pH

O pH (potencial hidrogeniônico) da água é a medida da atividade dos íons hidrogênio e expressa a intensidade de condições ácidas ( $\text{pH} < 7,0$ ) ou alcalinas ( $\text{pH} > 7,0$ ). Águas naturais tendem a apresentar um pH próximo da neutralidade em decorrência de sua capacidade de tamponamento. Entretanto, as próprias características do solo, a presença de ácidos húmicos (cor intensa) ou uma atividade fotossintética intensa podem contribuir para a elevação ou a redução natural do pH. O valor do pH influi na solubilidade de diversas substâncias, na forma em que estas se apresentam na água e em sua toxicidade. Além disso, o pH é um parâmetro-chave de controle do processo de coagulação, fundamental para o bom desempenho de todo o processo de tratamento da água, e a cada água corresponderá um pH ótimo de coagulação. O condicionamento final da água após o tratamento pode exigir também a correção do pH para evitar problemas de corrosão. Mais importante, o pH é um parâmetro fundamental de controle da desinfecção, em um pH elevado a cloração perde eficiência. Na Portaria MS nº 518/2004 recomenda-se o fornecimento de água em pH na faixa de 6,0 – 9,5.

### Ferro e manganês

Os sais de ferro e manganês (por exemplo, carbonatos, sulfetos e cloretos), quando oxidados, formam precipitados e conferem à água sabor e uma coloração que pode provocar manchas em sanitários e roupas. Salvo casos específicos, em virtude das características geoquímicas das bacias de drenagem, os teores de ferro e manganês em águas superficiais tendem a ser reduzidos. Águas subterrâneas são mais propensas a apresentar teores mais elevados. Na água distribuída, problemas mais freqüentes estão relacionados com a corrosão de tubulações; como medidas preventivas à formação de depósitos e ao crescimento de ferrobactérias, devem ser mantidos elevados teores de oxigênio (>2 mg/L) e cloro residual superior a 0,2 mg/L. Em geral, essas substâncias não estão associadas a problemas de saúde e compõem o padrão de aceitação para consumo.

### Turbidez

Na água distribuída, a turbidez informa sobre a estanqueidade do sistema de distribuição, com a elevação da turbidez podendo não indicar infiltrações na rede e riscos de pós-contaminação. No ponto de consumo, a turbidez assume também importância estético-organoléptica, podendo provocar rejeição ao consumo. O padrão de turbidez para água distribuída é de 5,0 UT.

### Alumínio

Embora o metabolismo do alumínio pelo organismo humano não seja ainda bem conhecido e alguns trabalhos sugiram sua associação com o mal de Alzheimer, até então seus efeitos tóxicos não são comprovados. Ademais, o alumínio é um elemento abundante na natureza e a exposição humana pelo consumo de água é relativamente reduzida. Portanto, apesar de sua larga utilização no tratamento de água, as evidências disponíveis sugerem a manutenção de valores máximos permissíveis referentes apenas à aceitação para consumo: concentrações acima de 0,2 mg/L podem provocar depósitos de flocos de hidróxido de alumínio em sistemas de distribuição e acentuar a coloração por ferro.

### Cloretos

Cloretos podem estar presentes naturalmente em água salobras ou como resultado de poluição por efluentes industriais ou domésticos, constituindo, portanto, indicador auxiliar de poluição ou contaminação. Em águas para consumo humano, a concentração de cloretos está diretamente associada à alteração de sabor e, conseqüentemente, à aceitação para consumo. Os cloretos presentes na água que alteram sabor são, principalmente, os de sódio, potássio e cálcio, em concentrações superiores a 200 – 300 mg/L. No padrão de potabilidade brasileiro, o valor máximo permitido é o de 250 mg/L. Cloretos não são removidos por processos convencionais de tratamento, sendo necessários processos especiais, tais como osmose reversa ou eletrodíálise.

### Gosto e odor

Gosto e odor podem ter origem natural, por exemplo por causa da presença de matéria orgânica ou organismos aquáticos, ou ser conferidos à água pela presença de contaminantes químicos ou subprodutos da desinfecção. Gosto e odor constam no padrão de potabilidade (padrão de aceitação) apenas como critérios de referência, não constituindo análises obrigatórias. Apesar disso, gosto e odor não usuais em uma determinada água podem servir como alerta de contaminação e de necessidade de investigação da origem, por exemplo no caso de algas e cianobactérias. Sempre que possível, deve-se procurar implementar rotinas e técnica de detecção de gosto e odor, descritas, por exemplo, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

## 4.4 METODOLOGIAS ANALÍTICAS

A título de orientação básica, nas tabelas 4.9 e 4.10 incluem-se informações sucintas sobre os métodos analíticos disponíveis para a análise dos parâmetros constantes na Portaria MS nº 518/2004.

Nessa Portaria é estabelecido que:

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da pu-

blicação *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

§ 1º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*.

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e no caput deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pela SVS/MS.

## PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

**Tabela 4.9 – Métodos analíticos empregados na aplicação da Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, para a análise de parâmetros físico-químicos**

PARÂMETROS	PRINCÍPIO ANALÍTICO/EQUIPAMENTO	REFERÊNCIAS*
<b>Químicos inorgânicos que representam riscos à saúde</b>		
Antimônio	Espectrofotometria de absorção atômica, espectrometria de massa	3500 – Sb
Arsênio	Espectrofotometria de absorção atômica, espectrometria de massa	3500 – As (A e B)
Bário	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Ba
Cádmio	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Cd
Cianeto	Espectrofotometria de luz visível, potenciometria – eletrodo seletivo	4500 – CN <sup>-</sup> (B,C,E,F)
Chumbo	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Pb
Cobre	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Cu
Cromo	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Cr (A e B)
Fluoreto <sup>2</sup>	Potenciometria – eletrodo seletivo, espectrofotometria de luz visível	4500 –F <sup>-</sup>
Mercúrio	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Hg
Nitrato	Espectrofotometria de luz visível, potenciometria – eletrodo seletivo	4500 – NO <sub>3</sub>
Nítrito	Espectrofotometria de luz visível	4500 – NO <sub>2</sub>
Selênio	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Se (A, B e C)
<b>Químicos orgânicos que representam riscos à saúde</b>		
Benzeno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
Benzo[a]pireno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B; 6440 – B
Cloreto de vinila	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C

Continua...

Continuação

PARÂMETROS	PRINCÍPIO ANALÍTICO/EQUIPAMENTO	REFERÊNCIAS*
1,2 Dicloroetano	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
1,1 Dicloroetano	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
Diclorometano	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
Estireno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
Tetracloro de carbono	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B, C
Tetracloroetano	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6200 B, C
Triclorobenzenos	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040; 6200 B, C; 6410B
Tricloroetano	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6200 B, C
<b>Agrotóxicos</b>		
Aldrin e dieldrin	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
Bentazona	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6640 B
Clordano (isômeros)	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
2,4 D	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6640 B
DDT (isômeros)	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
Endossulfan	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
Endrin	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
Glifosato	Cromatografia líquida	6651 B
Heptacloro e Heptacloro epóxido	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B, 6630 B, C
Hexaclorobenzeno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6410 B
Lindano ( $\gamma$ -BHC)	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6630 B
Metoxicloro	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6630 B
Pentaclorofenol	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6410 B; 6420 B; 6640B
Trifluralina	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6630 B
<b>Cianotoxinas</b>		
Microcistinas <sup>3</sup>	Cromatografia líquida (LD 1 $\mu\text{g/L}$ ); imunoenensaio (ELISA – kits comerciais, LD 16ppb)	Chorus e Bartram (1999)
<b>Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção</b>		
Clorito	Amperometria, titulometria, colorimetria (DPD)	4500 ClO <sub>2</sub> C, D, E
Cloro livre	Amperometria, titulometria, colorimetria (DPD)	4500 Cl <sup>-</sup> D, E, F, G, H
Monocloramina	Amperometria, titulometria, colorimetria (DPD)	4500 Cl <sup>-</sup> D, F, G
2,4,6 Triclorofenol	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6251, 6410 B, 6420 B
Trihalometanos Total	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6232 B, C, D
Alumínio	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica, espectrometria de massa	3500 – Al

Continua...

Continuação

PARÂMETROS	PRINCÍPIO ANALÍTICO/EQUIPAMENTO	REFERÊNCIAS*
Amônia	Espectrofotometria de luz visível, potenciometria – eletrodo seletivo	4500 – NH <sub>3</sub> D,E,F,G,H
Cloreto	Titulometria, espectrofotometria de luz visível	4500 – Cl <sup>-</sup> B, C, D, E 4110
Dureza	Titulometria	2340
Ferro	Espectrofotometria de luz visível espectrofotometria de absorção atômica,	3500 – Fe
Manganês	Espectrofotometria de luz visível, espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Mn
Sódio	Espectrometria de chama	3500 – Na
Sulfato	Turbidimetria, gravimetria, cromatografia iônica	4500 – SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , 4110
Sulfeto de hidrogênio	Potenciometria – eletrodo seletivo	4500 – S <sup>2-</sup>
Surfactantes	Espectrofotometria de luz visível	5540
Zinco	Espectrofotometria de luz visível espectrofotometria de absorção atômica	3500 – Zn
<b>Químicos orgânicos – padrão de aceitação para consumo</b>		
Etilbenzeno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6200 B, C
Monoclorobenzeno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6200 B, C
Tolueno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6200 B,C
Xileno	Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	6040 B; 6200 B, C
<b>Físicos – padrão de aceitação para consumo</b>		
Cor verdadeira	Comparação visual com padrões de Pt-Co	2120 B
Sólidos dissolvidos totais	Método gravimétrico com secagem a 180 °C	2540 C
Turbidez	Método nefelométrico	2130

\* A menos que especificado em contrário, as referências são do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,1995) EPA: Environmental Protection Agency (EUA).

## PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

**Tabela 4.10 – Métodos analíticos empregados na aplicação da Portaria nº 518/2004, Ministério da Saúde, para análise dos parâmetros microbiológicos**

MICROBIOLÓGICOS		
PARÂMETROS	PRINCÍPIO ANALÍTICO	REFERÊNCIAS*
Organismos indicadores		
Coliformes (totais)	Tubos múltiplos – fermentação da lactose, membrana filtrante, técnica do substrato definido – métodos cromogênicos	9221 B D, 9222 B, 9223
Coliformes termotolerantes	Tubos múltiplos – fermentação da lactose, membrana filtrante	9221 E, 9222 D
<i>E. coli</i>	Tubos múltiplos – fermentação da lactose, membrana filtrante, técnica do substrato definido – métodos cromogênicos	9221 F, 9223
Contagem de bactérias heterotróficas	Contagem em placas	9215 B C D
Organismos patogênicos		
<i>Giardia</i> <i>Cryptosporidium</i>	Concentração – identificação em microscopia de imunofluorescência	EPA 1622 1623
Cianobactérias	Microscopia	Chorus e Bartram (1999)
Vírus	Soro neutralização	9150

\* A menos que especificado em contrário, as referências são do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,1995) EPA: Environmental Protection Agency (EUA).

### Técnicas de detecção de coliformes

As técnicas de detecção de coliformes encontram-se assentes na verificação de respostas bioquímicas com base no crescimento das bactérias em meios de cultura específicos. Os métodos tradicionais valem-se fundamentalmente das seguintes características básicas das bactérias do grupo coliforme:

- fermentação da lactose com produção de ácido e gás em 24-48 horas a 35-37 °C: coliformes (totais);
- fermentação da lactose com produção de ácido e gás em 24 horas a 44-45 °C: coliformes termotolerantes (fecais);
- fermentação da lactose com produção de ácido e gás e produção simultânea de indol a partir do tryptophano em 24 horas a 44-45 °C: *E. coli*.

Como as condições ambientais em águas naturais e tratadas são adversas às bactérias entéricas, estas podem encontrar-se em condições de estresse metabólico e, para se evitar resultados falso-negativos, devem ser-lhes oferecidas condições de

crescimento as mais favoráveis possíveis. Por essa razão, as amostras são inicialmente incubadas em meios de cultura pouco seletivos, o que vem a constituir os ensaios presuntivos. Entretanto, os ensaios presuntivos podem incluir resultados falso-positivos e, por isso, devem ser confirmados em meios de cultura mais seletivos, constituindo os ensaios confirmativos.

As técnicas de determinação de coliformes baseadas na fermentação da lactose são trabalhosas: requerem duas temperaturas de incubação ( $35,5 \pm 0,2$  °C para coliformes totais e  $44,5 \pm 0,2$  °C para coliformes termotolerantes) e sucessivas repiçagens, podendo totalizar 72 h para leitura conclusiva

Os métodos cromogênicos são superiores em sensibilidade e especificidade na detecção de coliformes e *E. coli* (menor ocorrência de resultados falso-positivos e falso-negativos) por serem baseados na hidrólise de substratos definidos por enzimas específicas das espécies. Adicionalmente, apresentam as grandes vantagens de dispensar o emprego de temperatura elevada (não há determinação de coliformes termotolerantes) e fornecer leitura em 24 h, tanto para coliformes totais quanto para *E. coli*, em geral prescindindo de testes confirmativos.

As análises podem também ser qualitativas (presença/ausência – P/A) e quantitativas, quando se pretende, respectivamente, detectar a mera presença de um organismo na água ou determinar sua densidade em número de organismos em um dado volume (usualmente 100 mL). Os métodos quantitativos mais comumente utilizados são os dos tubos múltiplos ou método da diluição e a técnica da membrana filtrante.

A quantificação de microorganismos pelos métodos cromogênicos pode ser realizada com o emprego da técnica de tubos múltiplos ou em cartelas comercialmente disponíveis.

A escolha das técnicas de análise deve ser resultado da avaliação da sensibilidade e da especificidade requeridas para o tipo de amostra (água bruta, tratada ou distribuída) e de possibilidades técnico-financeiras.

Aplicando o exposto às exigências mínimas estabelecidas na Portaria MS nº 518/2004 em termos de monitoramento bacteriológico:

### Fontes individuais de abastecimento

- Coliformes totais, coliformes termotolerantes e, ou, *E. coli* – exame qualitativo ou quantitativo, confirmativo.

### Água bruta a receber processo de tratamento

- Coliformes termotolerantes e, ou, *E. coli* – exame quantitativo confirmativo (Resolução Conama 357/2005).

## Saída do tratamento e sistemas de distribuição

- Coliformes totais.

Exame qualitativo presuntivo – se positivo, exame confirmativo.

Ensaio qualitativo confirmativo – se positivo, ensaio qualitativo para coliformes termotolerantes e, ou, *E. coli*.

- Coliformes termotolerantes e, ou, *E. coli* – exame qualitativo confirmativo.

Da Portaria MS nº 518/2004 destaca-se ainda:

No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório. Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante (Art.11, § 1º).

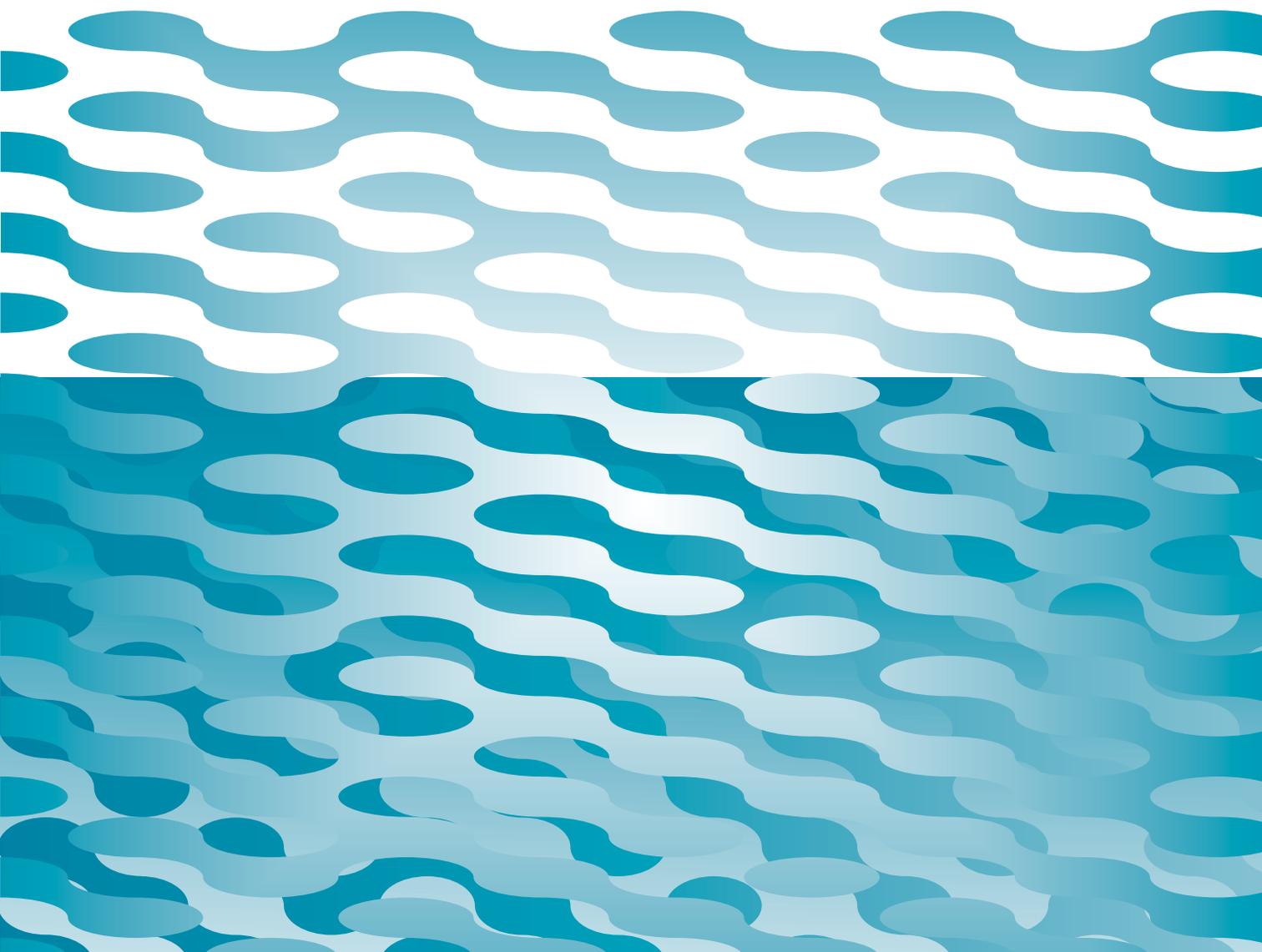
Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e a confirmação dos resultados positivos (Art.11, § 2º).



APLICAÇÃO DO CONCEITO DE RISCO  
À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA  
PARA CONSUMO HUMANO

---

5





## 5 APLICAÇÃO DO CONCEITO DE RISCO À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Ações inerentes à vigilância pressupõem, além da garantia da qualidade de produtos, dos processos produtivos e do ambiente, a avaliação freqüente e continuada de aspectos diversos, objetivando a identificação de riscos potenciais à saúde humana, desencadeando ações corretivas e preventivas com o intuito de promover a saúde da população. A Portaria MS nº 518/2004 refere-se freqüentemente à idéia de risco, como as citadas nos incisos II e IV do Artigo 7º:

São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

II – sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

IV – efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa.

Considerando a importância de os profissionais responsáveis pela vigilância da qualidade da água trabalharem rotineiramente com a identificação e a caracterização de riscos potenciais associados ao abastecimento e ao consumo de água, este capítulo aborda, inicialmente, de forma conceitual, a idéia de risco e apresenta as etapas constitutivas da metodologia de análise de risco.

Posteriormente, são destacados os perigos associados aos componentes dos sistemas e às soluções alternativas e individuais de abastecimento, com ênfase na operação e na manutenção desses componentes, que podem implicar riscos à saúde da população consumidora.

### 5.1 RISCO: ASPECTOS CONCEITUAIS

O conceito de **risco** em epidemiologia, apesar de polêmico, pode ser traduzido como a possibilidade de um evento ocorrer. Essa definição baseia-se na teoria das probabilidades, surgida na França do século 17. Nesse contexto, **risco** traduz a possibilidade de prever determinadas situações ou eventos por meio do conhecimento ou da possibilidade de conhecimento dos parâmetros de uma distribuição de probabilidades de acontecimentos (FREITAS; GOMES, 1997).

Essa idéia relaciona o risco a uma medida numérica, traduzida na probabilidade de um evento ocorrer. Entretanto, antes de poder ser quantificada e assim representar a probabilidade ou a chance de ocorrer, a idéia de risco indica a existência de uma associação entre uma exposição e um determinado efeito, que em saúde

poderia ser entendido como: óbito, incapacidade, doença ou desordem; ou seja, a idéia de risco traz em si um componente qualitativo.

Nesse sentido, quando o texto da Portaria MS nº 518/2004 recomenda que se avalie a vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos *riscos à saúde* da população, indica a necessidade de se buscar a existência de associação entre o abastecimento de água e a ocorrência de agravos na população. Considera-se então o abastecimento, incluindo aspectos relacionados à quantidade e à qualidade da água, como a exposição, e a ocorrência de agravos da população (óbito, incapacidade, doença ou desordem).

Pode parecer óbvia a recomendação de se procurar estabelecer a associação entre o consumo de água e a ocorrência de agravos na população, uma vez que é já muito bem reconhecida a relação causal entre água de consumo e doença ou óbitos em pessoas. Entretanto, como a qualidade da água é dinâmica no tempo e no espaço e poderão existir outras formas de exposição da população (ar, solo, alimentos), há a necessidade de, freqüente e sistematicamente, proceder a essa avaliação.

Uma situação bem conhecida em que é demandada dos responsáveis pela vigilância da qualidade da água a identificação de associação entre a água de consumo e a ocorrência de agravos na população é quando da ocorrência de um surto ou epidemia cuja origem possa ser a água de abastecimento, em razão da presença de organismos patogênicos, produtos ou resíduos químicos. Nesse caso, o ponto de partida é sempre a ocorrência aumentada de casos na população, como apresentado em maiores detalhes no Capítulo 13.

Entretanto, o desafio que se impõe aos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano é a identificação, anterior à ocorrência de casos, de situações passíveis de colocar em risco a saúde da população e, assim, estabelecer medidas preventivas e corretivas. Entretanto, como o monitoramento da qualidade da água se dá ao mesmo tempo em que ela é captada, tratada, distribuída e consumida e o seu resultado, freqüentemente, é obtido muito após a coleta de amostras (por exemplo, o resultado de análise para coliformes termotolerantes é divulgado pelo menos 48 horas após a coleta). Assim, na maioria das vezes, a identificação de uma situação que coloque em risco a saúde da população, por mais precoce que seja e, conseqüentemente, leve à adoção de medidas corretivas, não oferece garantias de impedir a ocorrência de agravos na população consumidora.

Em decorrência disso, as ações da vigilância devem valorizar a minimização das situações que possam produzir impactos na saúde advindos do consumo de uma água que apresente qualidade inadequada. Nessa estratégia, coloca-se o conceito de boas práticas no abastecimento de água (para maior detalhamento, consultar *Manual de boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde*).

Em qualquer situação considerada anteriormente, conforme sugere Freitas et al. (2002), a *avaliação de risco* tem-se apresentado como uma ferramenta importante e passível de ser utilizada para auxiliar e orientar o processo decisório para o controle e a prevenção da exposição de populações e indivíduos a diversos agentes perigosos

à saúde presentes no ambiente. Nesse sentido, é utilizada essa terminologia no texto da Portaria MS nº 518/2004.

Essa metodologia faz parte de uma abordagem maior, denominada *Análise de Risco*, a qual compreende três procedimentos desenvolvidos, normalmente, de forma seqüencial e integrada: Avaliação de Risco, Gerenciamento de Risco e Comunicação de Risco.

A Avaliação de Risco (AR) é já, há algum tempo, o paradigma central dos estudos sobre agravos à saúde decorrentes da exposição/intoxicação por produtos químicos. Sua aplicação em outras áreas da epidemiologia ambiental encontra-se ainda em fase de construção, inclusive para a água de consumo humano.

Nesse sentido, apresenta-se sucintamente a Análise de Risco, com ênfase no procedimento de Avaliação de Risco.<sup>1</sup>

A *Avaliação de Risco* compreende a caracterização e a estimativa, quantitativa ou qualitativa, de potenciais efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição de indivíduos e populações a perigos (situações, agentes físicos, químicos e microbianos). Essa abordagem compreende várias etapas, que incluem a identificação do perigo, a avaliação da relação entre a dose de exposição e a incidência de efeitos, a avaliação do tipo de exposição existente e a caracterização do risco.

### a) Identificação do perigo

Esta etapa compreende uma avaliação do conhecimento disponível e a descrição de efeitos adversos à saúde, crônicos ou agudos, associados a um determinado agente (situação, físico, químico ou biológico).

Nesta primeira etapa da Avaliação de Risco, procura-se identificar a existência de perigo, entendido, conforme Freitas (2002), como as propriedades inerentemente tóxicas do agente em questão, independentemente da situação em que se encontre. Ampliando este conceito para além da avaliação de risco por exposição a produtos e resíduos químicos, pode-se considerar também como perigo qualquer condição ambiental ou relacionada ao abastecimento que possa vir a alterar as características da água e torná-la imprópria ao consumo humano.

A existência de exploração agrícola na bacia de contribuição do manancial de captação de água bruta, a descarga de esgoto sanitário ou efluentes agroindustriais no manancial de água bruta, falhas no tratamento da água e rupturas de rede de distribuição podem ser consideradas como perigo, pois podem comprometer a qualidade da água.

O conceito de perigo, então, diferencia-se do de risco, entendido o primeiro como algo que podendo estar associado a determinado agente com características tóxicas, infecciosas ou radioativas pode vir a causar efeitos adversos à saúde. Por exemplo, o lançamento de esgoto sanitário no manancial de água bruta consti-

---

1 Para maior aprofundamento na metodologia de Análise de Risco, recomendam-se as seguintes publicações: EPA (1991); HAAS et al. (1999) e OMS (1992).

tuíu um perigo, pois as águas residuárias podem conter cargas elevadas de agentes patogênicos, porém considerando que a água receberá tratamento que garanta a adequada remoção dos microorganismos, não haverá risco de infecção.

Como agentes associados aos perigos, pode-se considerar agentes químicos e microbiológicos. A exploração agrícola na bacia de contribuição pode implicar a existência de resíduos de agrotóxicos na água bruta. A descarga de esgoto doméstico pode levar à ocorrência de organismos patogênicos na água.

## **b) Avaliação da dose-reposta**

Uma vez caracterizado o perigo e identificado o agente associado, há de se avaliar o potencial que tem o agente de causar resposta em diversos níveis de exposição. Podemos considerar que quanto maior a dose maior a gravidade da resposta, sendo isso particularmente verdadeiro em se tratando de substâncias químicas. Entretanto, existem agentes que, aumentada a dose, não necessariamente implica maior gravidade da resposta, mas pode resultar em um número maior de indivíduos acometidos, ou seja, maior incidência do agravo, o que ocorre quando agentes microbianos estão envolvidos.

Para determinados agentes, a definição da dose que causa algum efeito adverso é estabelecida com base em estudos experimentais, desenvolvidos principalmente em animais, em que a partir de uma exposição conhecida se avaliam os efeitos adversos produzidos. Em outros casos são utilizadas informações de estudos epidemiológicos para se estabelecer a dose que está associada com o aparecimento de efeito(s) adverso(s).

## **c) Avaliação da exposição**

Esta etapa tem como objetivos a caracterização, quantitativa e qualitativa, da população ou dos indivíduos expostos, bem como a quantidade de agente, a frequência, a duração e as prováveis vias de exposição.

Em se tratando da vigilância da qualidade da água para consumo humano, a principal via de exposição a ser considerada é a ingestão. Para os agentes químicos, podem-se considerar também a inalação e o contato (dérmico e ocular), e para alguns agentes microbianos o contato dérmico é a via de exposição principal (esquistossomose).

Nesta etapa, é relevante não apenas a identificação, mas a quantificação do agente presente na água, o que se pode revelar problemático, dadas as limitações analíticas de várias técnicas de pesquisa de agentes químicos e microbiológicos e pelo fato de sua ocorrência e distribuição na água poder acontecer em baixa concentração ou errática. Portanto, as análises de amostras ambientais podem resultar, muito frequentemente, na não-deteção do parâmetro pesquisado ou apresentar valor nos limites explicitados pela legislação vigente, o que implicaria um nível seguro de exposição.

A etapa de avaliação da exposição é uma das mais complexas, pois além de aspectos inerentes aos agentes e à população exposta e da inter-relação entre eles, há de se considerar o contexto histórico-cultural no qual ocorre a exposição.

#### d) Caracterização do risco

A caracterização do risco integra os resultados obtidos nas etapas de identificação do perigo, avaliação da dose-resposta e avaliação da exposição, gerando informações tanto de natureza qualitativa quanto quantitativa. Com base no conhecimento da dose do agente (quantidade presente na água) e no consumo de água, pode-se estimar, por meio de modelos matemáticos, o risco de determinado agravo resultante da ingestão de determinado volume de líquido contendo uma concentração conhecida do agente por unidade de volume para uma ou mais exposições. Pretende-se estimar a magnitude do problema de saúde e subsidiar as estratégias de gerenciamento de risco.<sup>2</sup>

O *gerenciamento de risco* corresponde ao processo de controlar os riscos, ponderando alternativas e selecionando as ações apropriadas, levando em consideração as informações levantadas na avaliação de risco e informações diversas, tais como: econômicas, legais, políticas e de engenharia

A *comunicação de risco* refere-se à comunicação do risco às autoridades públicas e à comunidade em geral; deve considerar a percepção da população e utilizar linguagem adequada para difusão de informação científica.

Em que pesem as limitações e a complexidade do emprego por completo da metodologia de avaliação e análise de risco, no exercício rotineiro do controle e da vigilância da qualidade da água é possível e recomendável a incorporação das etapas de identificação de fatores de risco (perigo), do gerenciamento e da comunicação de risco.

## 5.2 PERIGOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço. A qualidade da água bruta varia de forma sazonal, de acordo com as estações do ano; além disso, é fortemente influenciada pela dinâmica de uso e pela ocupação do

---

2 Nos EUA, admite-se um risco anual de infecção de 1:10.000 ( $10^{-4}$ ) para os diversos organismos patogênicos transmissíveis via abastecimento de água para consumo humano (HAAS et al., 1999; MACLER, 1993). Significa dizer que se considera aceitável um caso de infecção em cada 10.000 pessoas dentre uma população consumidora. Para este nível de risco, a concentração, por exemplo, de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* na água tratada teria de ser, no máximo e respectivamente, de  $6,9 \times 10^{-6}/L$  e  $3,27 \times 10^{-5}/L$ . Entretanto, o monitoramento dessas concentrações de microorganismos na água tratada é praticamente impossível. Como alternativa, pode-se recorrer à avaliação da qualidade da água bruta e, ou, à avaliação da remoção dos microorganismos por meio do tratamento da água ao nível de risco aceitável, por exemplo com o recurso à remoção de indicadores (Bastos et al., 2001).

solo na respectiva bacia. Na estação de tratamento, a água passa por diversos processos físico-químicos e a ela são introduzidos vários produtos químicos. A qualidade do produto final resulta da qualidade da água bruta, do estado de conservação de equipamentos e instalações da estação e do rigor no controle operacional dos processos de tratamento. Do tratamento ao consumo, podem ocorrer as mais variadas interferências e alterações na qualidade da água, decorrentes, por exemplo, de: estado de conservação das unidades de reservação (inclusive predial) e distribuição, subpressões e reparos no sistema de distribuição.

Assim, sob a ótica da avaliação e do gerenciamento de riscos, a vigilância da qualidade da água para consumo humano requer uma visão holística que perceba a dinâmica da qualidade da água, do manancial ao consumo. Para tanto, é fundamental que se identifiquem perigos potenciais, os quais podem comprometer a potabilidade da água. É disto que trata este item, com ênfase nos perigos associados à implantação, à manutenção e à operação das diversas formas de abastecimento e consumo de água.

A seguir, são apresentadas situações ou exemplos de perigos que podem implicar riscos à saúde da população consumidora. Priorizou-se a apresentação segundo os componentes dos sistemas de abastecimento, soluções alternativas coletivas e individuais. Salvo pequenas particularidades, as exemplificações dos perigos são feitas sem distinção da forma de abastecimento de água, uma vez que são comuns à maioria dos casos.

## MANANCIAIS E CAPTAÇÃO

### Águas subterrâneas

- Fendas ou falhas, naturais ou abertas nas camadas superpostas às formações aquíferas, principalmente quando da descarga de drenagem superficial ou efluentes nas proximidades do manancial.
- Infiltrações no revestimento de poços tubulares; revestimento não suficientemente profundo, revestimento não elevado acima do solo ou do piso da sala de bombas ou não fechado na extremidade superior; revestimento imprópriamente usado como canalização de sucção.
- Poço de captação ou reservatório sujeito a contaminação pelo refluxo de água poluída por meio de dreno impróprio ou por efeito de drenagem superficial. Ausência de tampas, dispositivos de inspeção imprópriamente construídos, frestas, etc. que possam permitir contaminação.
- Estruturas de captação sujeitas a inundações.

- Emprego de manilhas de barro ou outros condutos não impermeáveis em lugares onde a água do subsolo pode ser contaminada.
- Condutos sob pressão em conexão perigosa com esgoto ou com abastecimento de água de qualidade inferior.
- Poços situados nas proximidades de sistemas de esgotos, fossas, irrigação subsuperficial por meio de manilhas; instalações de criação de animais, postos de gasolina, ou outras formas de contaminação.
- Bocas e revestimentos de poços, bombas e instalações de recalque e sucção expostos; caixas de válvula em comunicação com canalizações de sucção.
- Resíduos industriais e agropecuários lançados na área da bacia de captação, em águas superficiais, na superfície do solo ou em camadas subterrâneas, causando contaminação das águas subterrâneas.
- Inexistência de medidas de proteção de nascentes e bacias de captação.
- Inexistência de medidas de disciplina de usos múltiplos e conflitantes da água e do solo.
- Inexistência de restrições ao uso para fins recreativos na área de captação.
- Existência de focos de poluição pontuais ou difusos, tais como ocupação residencial na bacia de captação, atividades agropecuárias e industriais. Assumem particular importância: (i) os focos de poluição associados à carga de nutrientes (ex.: atividades agrícolas), que concorrem para a eutrofização de mananciais e as devidas consequências ao tratamento da água e à saúde humana por causa da proliferação de algas e cianobactérias; (ii) as atividades pecuárias como fonte de contaminação de mananciais com organismos patogênicos com potencial zoonótico, em especial os protozoários, em razão da reconhecida maior dificuldade de remoção por meio de processos convencionais de tratamento de água; (iii) as atividades agrícolas, industriais e extrativistas (ex.: garimpo) como fontes de contaminação de substâncias químicas refratárias aos processos do tratamento convencional da água, tais como agrotóxicos e metais pesados.

**Figura 5.1 – Exemplo de identificação de perigo: manancial eutrofizado, proliferação de macrófitas**



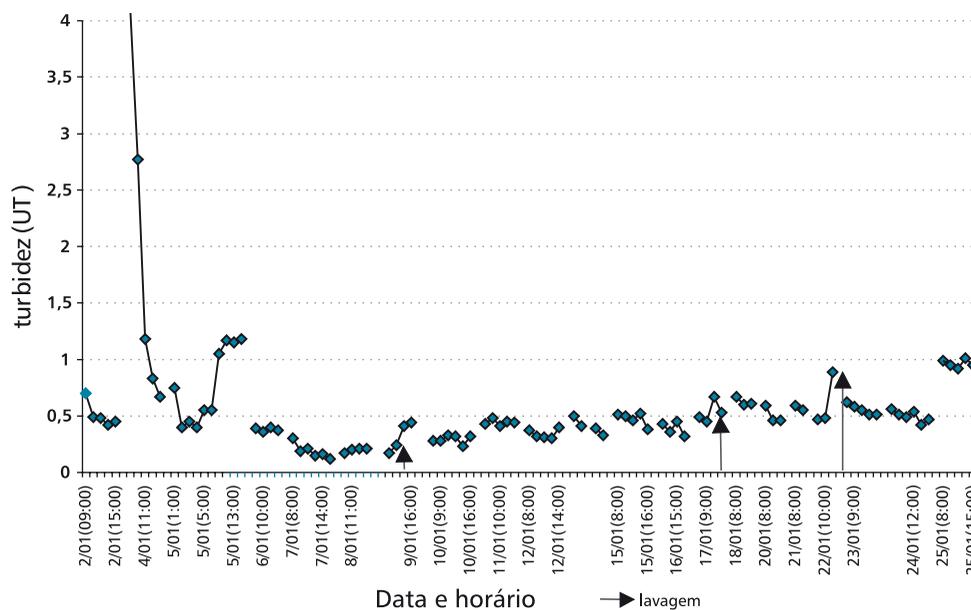
## TRATAMENTO

- Inadequação do processo de tratamento existente à qualidade da água bruta.
- Sobrecarga das estações de tratamento.
- Controle operacional deficiente dos processos unitários de tratamento, cobrindo as variações sazonais de qualidade da água bruta e de vazões afluentes à estação de tratamento de água:
  - negligência no ensaio sistemático de Jar Test, dosagem e aplicação incorretas de coagulante;
  - negligência no controle rigoroso dos parâmetros de controle da desinfecção: dosagem, tempo de contato e pH;
  - procedimentos inadequados para lavagem de filtros.
- Desconhecimento ou negligência em relação aos parâmetros hidráulicos de controle e operação dos processos unitários de tratamento: gradientes de velocidade, tempos de detenção hidráulica, taxa de

aplicação superficial dos decantadores, taxas de filtração, carreiras de filtração, etc.

- Falhas de projeto ou deficiências de instalações e equipamentos:
  - falhas de projeto que comprometam a hidráulica e o funcionamento das estações de tratamento de água: tempos de detenção de floculação, decantação e desinfecção insuficientes, granulometria inadequada dos leitos filtrantes, etc.;
  - estado precário de bombas dosadoras de produtos químicos (coagulantes e desinfetantes) e equipamentos de medição de vazões;
  - deterioração dos filtros: leito filtrante, sistema distribuidor de água de lavagem, registros de controle de água de lavagem e água filtrada;
  - recirculação de água de lavagem dos filtros.
- Controle inadequado da qualidade da água nos processos unitários de tratamento:
  - não-observação dos planos de amostragem mínimos exigidos;
  - controle inadequado da turbidez da água filtrada, em especial em eventos pós-lavagem dos filtros;
  - controle inadequado dos residuais desinfetantes na saída do tanque de contato.
- Inexistência ou negligência no controle de qualidade dos insumos químicos: coagulantes, desinfetantes, oxidantes, etc.
- Falta de supervisão e de operação competentes ou de controle de laboratório adequado.
- Falta de proteção adequada para a água tratada.
- Existência de interconexões perigosas ou derivações na estação entre condutos ou depósitos de água bruta ou parcialmente tratada com condutos ou tanques de água completamente tratada e sua introdução no sistema de distribuição.
- Localização imprópria da estação de tratamento ou proteção imprópria contra águas de inundação.
- Inadequação de medidas de segurança, proteção e controle do acesso às instalações da ETA.

**Figura 5.2 – Exemplo de identificação de perigo: elevação brusca da turbidez da água filtrada em decorrência de falhas de controle operacional**



**Figura 5.3 – Exemplo de identificação de perigo: instalações e controle precários da mistura rápida e coagulação**



## RESERVAÇÃO

- Material impróprio ou inadequado utilizado na construção dos reservatórios.
- Reservatórios em mau estado de conservação, apresentando fendas ou falta de cobertura apropriada.
- Reservatórios com sistemas de ventilação e extravasores que não evitem a entrada de pássaros, poeira, chuvas, insetos, etc.
- Indicadores de nível da água e válvulas de controle que favoreçam a contaminação da água armazenada.
- Platibanda do teto interferindo com a drenagem do reservatório.
- Aberturas de inspeção, tampas de tipo raso e tampas ou buracos de inspeção que permitam penetração de drenagem no reservatório ou unidade de armazenamento.
- Drenos dos reservatórios descarregando nos esgotos ou em águas de superfície favorecendo refluxos.
- Hastes de registros não protegidas atravessando a cobertura do reservatório.
- Negligência na limpeza periódica dos reservatórios, em especial após serviços de construção e reparos.
- Negligência no controle de qualidade da água no interior dos reservatórios.
- Inadequação de medidas de segurança, proteção e controle do acesso às instalações de reservação.

## REDE DE DISTRIBUIÇÃO

- Existência de interconexões perigosas entre uma rede primária e secundária de qualidade duvidosa em qualquer ponto da rede de distribuição.
- Serviços intermitentes, acarretando diminuição da pressão ou pressão negativa na rede.
- Diâmetros das canalizações principais ou secundárias insuficientes para prevenir pressões negativas.
- Presença de pontos mortos, provocando redução de pressões, pressões negativas, baixas velocidades ou consumo de cloro.
- Recalque de água pelo consumidor quando a pressão está baixa, causando pressões negativas na rede de distribuição.
- Proximidade e conexões indevidas de dispositivos de descarga com redes de esgotos e de drenagem pluvial.

- Existência de drenos de hidrantes ligados às redes de esgoto e de drenagem pluvial.
- Pontos de descarga mal localizados na rede e negligência na limpeza, principalmente após operações de reparo e manutenção.
- Ligação ao sistema de novas linhas de canalização sem a prévia desinfecção das canalizações.
- Pressões excessivas e estado de conservação precário da rede, provocando pontos de perda de água e possíveis infiltrações.
- Estado de conservação precário ou material impróprio da rede, provocando a deterioração da qualidade da água (ex.: redes em ferro fundido ou chumbo).
- Formação de biofilmes, por exemplo por causa da insuficiência do tratamento ou da negligência na limpeza da rede, provocando o consumo do residual de cloro e a colonização do sistema com bactérias patogênicas oportunistas.
- Acúmulo de sedimentos e matéria orgânica na rede de distribuição, provocando o consumo do residual de cloro ou favorecendo a formação de trihalometanos.
- Insuficiência de dispositivos de manobra na rede para permitir operações seguras de reparos e manutenção.

## LIGAÇÕES E INSTALAÇÕES PREDIAIS

- Vazamentos e infiltrações na ligação e no ramal predial.
- Mau estado de conservação e manutenção dos reservatórios.
- Ligações cruzadas:
  - vazamentos nas redes e nas conexões de água e esgotos;
  - erros de execução com interconexões entre as rede de água e esgotos;
  - reservatórios subterrâneos mal protegidos, em nível inferior às caixas coletoras de esgotos dos prédios;
  - por aparelhos sanitários, por torneiras de pias e lavatórios mal instalados, com possibilidade de imersão dos bocais de saída e retorno de água servida para a rede, por efeito de sifonagem na ocorrência de subpressões;
  - em indústrias ou prédios residenciais que possuem abastecimento de água não tratada, mas são também conectados a sistemas públicos, por defeito de construção, podendo ocorrer interconexões.

## CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVA

- Utilização imediata das primeiras águas de chuva da estação.
- Superfícies ou utensílios utilizados para coleta de água (telhados, pá-tios, calhas, etc.) sem manutenção adequada e com impurezas.
- Superfícies ou utensílios utilizados para outros fins que não exclusiva-mente a coleta de água (ex.: pátios utilizados para manejo de produtos agrícolas).
- Reservatórios (cisternas) utilizados para recolhimento da água em mau estado de conservação, apresentando fendas ou falta de cobertura apropriada.
- Existência de condições propícias para o estabelecimento de criadouros de vetores de doenças (por exemplo: dengue).

## DISTRIBUIÇÃO POR VEÍCULO TRANSPORTADOR

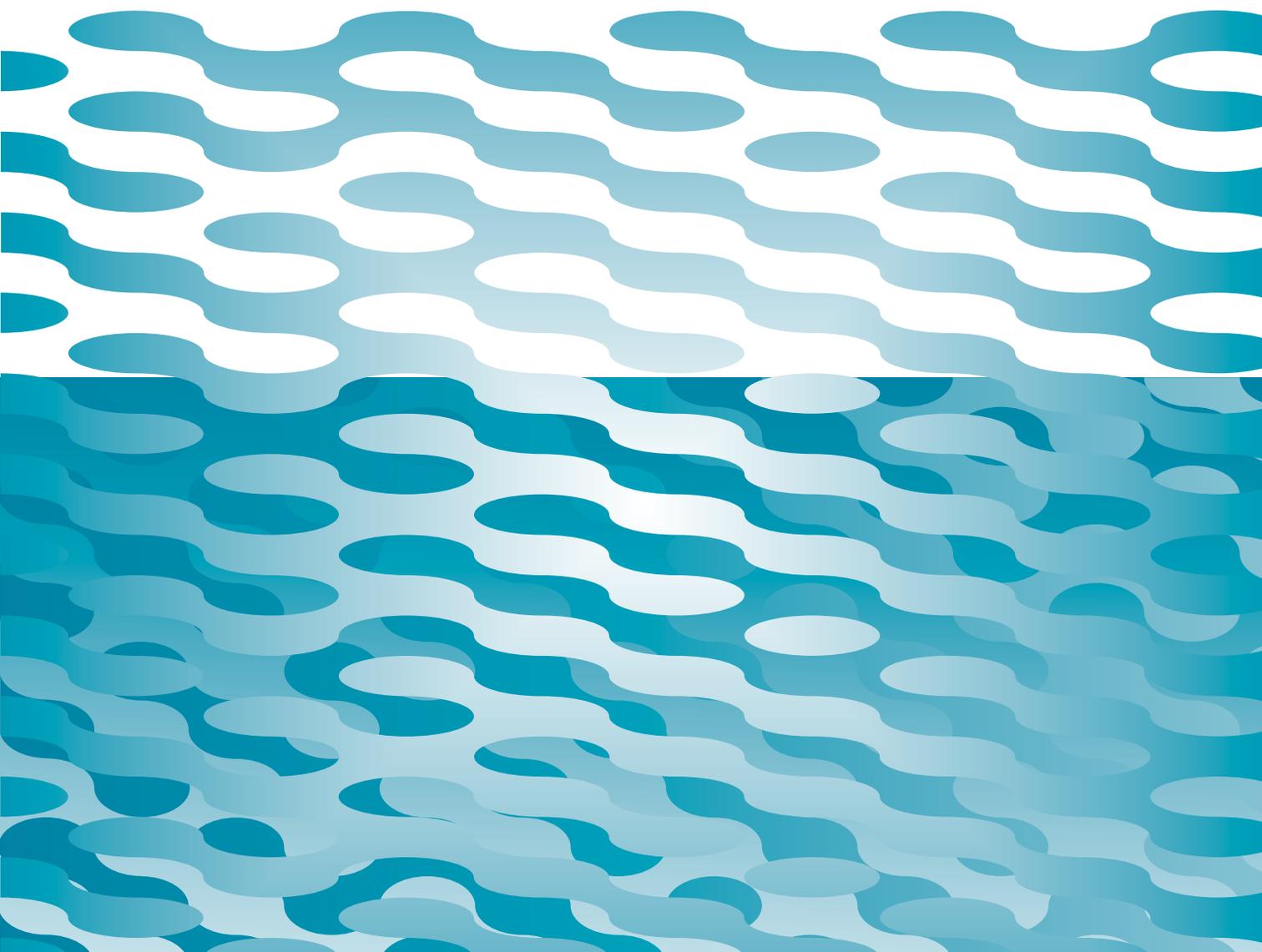
- Utilização não exclusiva para o transporte de água para consumo humano.
- Estado precário de conservação da carroceria (existência de pontos ou áreas de ferrugem, fendas, etc.) e dos dispositivos de introdução e retirada de água (equipamentos de sucção, torneiras, mangueiras, válvulas, etc.).
- Falta de cuidados no manejo da água nas operações de enchimento do veículo e no fornecimento de água.
- Utilização de fontes desconhecidas ou suspeitas para coleta de água.
- Negligência na manutenção da qualidade da água no interior do veícu-lo, em especial em relação ao teor de cloro residual.



INDICADORES E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO  
APLICÁVEIS À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE  
DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

---

6





## 6 INDICADORES E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO APLICÁVEIS À VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Os indicadores são ferramentas utilizadas com o intuito de caracterizar uma situação existente, possibilitando, assim, comparações entre situações diversas, grupos específicos ou populações. Os indicadores podem ainda ser utilizados para a avaliação de atividades, permitindo constatar mudanças com o passar do tempo. Eles têm o objetivo de gerar informações, que, por sua vez, constituem subsídio essencial à tomada de decisões, pois desencadeiam o processo conhecido como *informação–decisão–ação*, um dos pressupostos básicos das ações de vigilância.

Na seleção de indicadores, deve-se ter em conta que para que um determinado parâmetro cumpra com eficácia tal papel, alguns requisitos devem ser observados, tais como: aplicabilidade geral, representatividade, solidez científica, consistência, comparabilidade no tempo e no espaço, aceitabilidade pelos usuários, disponibilidade da informação, facilidade de obtenção e determinação (WALDMAN, 1998; MACIEL FILHO et al., 1999).

Na construção e na proposição de indicadores para a vigilância da qualidade da água para consumo humano (GALVÃO et al., 1998; COSTA, 2002), tem sido utilizado o modelo da Organização Mundial da Saúde de análise de causa e efeito para um determinado agravo à saúde. A estrutura conceitual do modelo é baseada na análise das *forças motrizes* (macrofatores), as quais geram *pressão* que afeta o *estado* do meio ambiente e, em última instância, a saúde humana, por meio das diversas formas de exposição pelas quais as pessoas entram em contato com o meio ambiente, com cada nível (forças motrizes, pressões, situação/estado, exposição) sendo associado a ações reparadoras ou preventivas dos efeitos sobre a saúde. Também em cada nível se procura identificar indicadores das causas e respostas às ações, os quais deverão ser “cruzados” com os indicadores dos efeitos, ou seja, indicadores epidemiológicos.

As informações necessárias para a adequada orientação das atividades de vigilância da qualidade da água para consumo humano devem ser construídas com base em um esforço interdisciplinar que conjugue, no mínimo, as áreas de saúde, saneamento e meio ambiente. Nesse sentido, as informações serão fruto da análise sistemática de indicadores e da utilização de sistemas de informação que possibilitem a caracterização comum ou em separado dos perfis de saúde, saneamento e meio ambiente.

Este capítulo tem o objetivo de apresentar as possibilidades de utilização de diferentes indicadores (epidemiológicos, sanitários e ambientais) e respectivos sistemas de informação com base nos quais podem ser construídos. São comentados alguns dos indicadores mais relevantes, passíveis de serem utilizados pelos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano. No anexo, incluem-se informações básicas sobre o cálculo dos indicadores.

Para um aprofundamento nas questões relativas aos sistemas nacionais de informações citados neste capítulo, recomenda-se, como leitura complementar, o *Guia de vigilância epidemiológica* (BRASIL, 2002).

## 6.1 INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS

Os indicadores epidemiológicos são aqueles que caracterizam o perfil de morbimortalidade da população, possibilitando a avaliação de suas condições de saúde. A morbidade pode ser definida como a estimativa quantitativa da frequência de agravos, incluindo as medidas de incidência e de prevalência. A mortalidade, por sua vez, avalia o risco de morte a que está sujeita uma determinada população.

Para a construção dos indicadores epidemiológicos, trabalha-se com o número de casos (morbidade) ou o número de óbitos (mortalidade) ocorridos em um determinado período na população objeto de estudo. Adicionalmente, são necessárias informações relativas aos aspectos demográficos (tamanho, constituição etária da população), que podem ser com base nas pesquisas desenvolvidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Ibge), a exemplo do Censo Demográfico.

Para algumas situações existem sistemas de informação que podem ser utilizados para a obtenção de dados necessários para a construção de indicadores epidemiológicos em nível local, tais como: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA/SUS), Sistema de Informações de Atenção Básica (Siab).

Em outros casos, a obtenção de dados dar-se-á com base em investigações epidemiológicas (para maiores detalhes, consultar o capítulo referente às investigações de epidemias/surtos), ou, de forma menos freqüente, com base em inquéritos (levantamento de dados com base em uma amostra da população) e estudos de demanda ambulatorial ou laboratorial (levantamento de dados existentes nos registros dos serviços).

### A) MORBIDADE POR DOENÇAS DIARRÉICAS E POR HEPATITE "A" E "E"

A morbidade por doenças diarréicas tem sido destacada como um indicador de impacto das intervenções em saneamento em função de:

- sua importância sobre a saúde pública;
- a validade e a confiabilidade dos instrumentos empregados na sua determinação;
- sua capacidade de resposta a alterações nas condições de saneamento; e
- o custo e a exeqüibilidade de sua determinação (HELLER, 1997).

Esse indicador pode ser construído com base no levantamento de casos de doenças diarréicas ocorridos no município (morbidade hospitalar ou ambulatorial). A Secretaria de Vigilância em Saúde/MS recomenda que a avaliação da situação das doenças diarréicas agudas e a detecção de casos e surtos de doenças de origem hídrica sejam realizadas a partir do município, com a implementação da Monitorização das Doenças Diarréicas Agudas (MDDA).

A MDDA consiste na coleta, na consolidação e na análise de dados mínimos (idade, procedência, data do início dos sintomas e do atendimento, plano de tratamento) dos casos que buscam atendimento na unidade de saúde, visando a recomendar medidas de prevenção e controle e avaliar o impacto das ações desenvolvidas.

A morbidade por doenças diarréicas apresenta, usualmente, incidência mais elevada em menores de 5 anos de idade, com destaque para a faixa etária de menores de 1 ano. Uma inversão de faixa etária, com predomínio em adultos, poderia ser interpretada como um indicativo de um provável surto de doença de transmissão hídrica ou alimentar.

O indicador *morbidade por hepatite A e E* também deve ser considerado, pois é bem consolidada sua associação com condições inadequadas de abastecimento de água. Para esse indicador não existe um sistema de informação específico para a coleta de dados. Entretanto, o profissional responsável pela vigilância da qualidade da água para consumo humano poderá trabalhar com informações obtidas com base em investigações de surto/epidemias ou, ainda, resultados do diagnóstico diferencial das hepatites virais, já que as hepatites B e C fazem parte da lista de doenças de notificação compulsória no Brasil (Portaria MS nº 1.943/2001).

## B) MORTALIDADE POR DOENÇAS DIARRÉICAS

Além do indicador morbidade por doenças diarréicas, pode-se trabalhar com dados relativos ao óbito por doenças diarréicas, sendo importante que se faça a avaliação desse indicador segundo grupos populacionais específicos. Nessa ótica, os menores de 5 anos representam o grupo mais susceptível e, dentre estes, os menores de 1 ano são o grupo mais vulnerável. Referenda-se, assim, a importância da utilização do indicador de mortalidade infantil (mais especificamente, a mortalidade infantil por doenças diarréicas) pela vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Os dados necessários para a construção desse indicador, referentes aos óbitos totais por doenças diarréicas ou por grupo etário, podem ser obtidos no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM).

## C) DOENÇAS DE NOTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA

Os responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano podem utilizar o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) para obtenção de dados relativos a agravos de notificação compulsória que tenham rela-

ção com a água de consumo, citando-se, neste caso, a cólera e a febre tifóide (Portaria MS nº 1.943/2001).

## D) ESTADO NUTRICIONAL

O estado nutricional é provavelmente o indicador individual mais informativo da saúde global de uma população. Muitos autores têm sustentado sua importância e propriedade em medir o resultado de projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em doenças diarreicas. Esse indicador apresenta um potencial para adoção na avaliação epidemiológica de ações de saneamento. Apesar de não existir um sistema de informação específico para obtenção direta de dados relativos a esse indicador, podem-se obter dados a partir do Sistema de Informação de Atenção Básica (Siab) e do Sistema de Informação de Vigilância Alimentar e Nutricional (Sisvan), pois ambos trabalham com o acompanhamento de grupos de risco como crianças menores de 2 anos, gestantes, crianças desnutridas. Alternativamente, pode-se recorrer ao levantamento de dados diretamente na população, por meio de estudos epidemiológicos (inquéritos ou demanda ambulatorial).

## E) HELMINTOSES E PROTOZOOSSES INTESTINAIS

As enteroparasitoses associadas a helmintos e protozoários são consideradas o agravo mais comum em todo o mundo, ocorrendo de forma endêmica e constituindo importante problema de saúde pública em países em desenvolvimento (MONTEIRO, 1986; WHO, 1987; MONTEIRO, 1995).

Dentre os agentes mais freqüentemente encontrados, destacam-se, no caso de helmintos, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e ancilostomídeos e, no caso de protozoários, *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*.

Apesar de as helmintoses estarem mais associadas aos excretas, sendo importantes na avaliação da transmissão de doenças relacionadas à disposição inadequada de águas residuárias, não se pode excluir a possibilidade de transmissão pela água de consumo humano. De sua parte, as protozooses, apesar de também estarem associadas aos excretas, são consideradas um dos importantes problemas relacionados às águas de abastecimento, mesmo tratadas.

A construção de indicadores de morbi-mortalidade por helmintos ou protozoários intestinais é possível pelo levantamento de dados, diretos ou indiretos, relativos a óbitos ou casos de doença a partir de vários sistemas de informação existentes, como, por exemplo, Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS (SIA/SUS) e Sistema de Informação de Atenção Básica (Siab).

Apesar de ainda não existir um sistema de informações que permita o fluxo regular de dados laboratoriais, os responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano podem obter informações significativas sobre morbidade

de helmintoses e protozooses avaliando os resultados de exames parasitológicos de fezes realizados nos laboratórios de análises clínicas, públicos ou privados.

## 6.2 INDICADORES AMBIENTAIS

Os indicadores ambientais constituem um amplo grupo que facilita a caracterização do estado do ambiente e a identificação de fatores de risco associados ao fornecimento e ao consumo de água. Como exemplo poderiam ser citados:

- o uso e a ocupação do solo na bacia de captação de água;
- a existência de focos pontuais ou difusos de contaminação;
- atividades agropecuárias;
- atividades de garimpo;
- vetores de crescimento urbano;
- a contaminação do solo na bacia de captação de água;
- a qualidade da água dos mananciais de abastecimento;
- as condições de moradia e do peri-domicílio;
- a qualidade da água dos mananciais de abastecimento.

Os indicadores ambientais aqui referenciados têm como objetivo principal a caracterização dos mananciais de abastecimento, entendendo que a qualidade da água de consumo humano depende diretamente da qualidade da água do manancial utilizado para captação e do tipo de tratamento empregado.

Os dados e as informações relacionados à construção desses indicadores podem ser obtidos em relatórios emitidos pelo responsável pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas de abastecimento ou por investigações conduzidas pelos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano. É importante também que se estabeleçam parcerias entre o setor saúde e os órgãos ambientais e de gestão de recursos hídricos.

Os diversos parâmetros (microbiológicos, físicos e químicos) que podem ser pesquisados para caracterização da água bruta são discutidos no Capítulo 4. Cabe aqui destacar que informações mais amplas sobre o manancial permitem compor seu histórico e servem como subsídio para as análises a serem realizadas.

Dentre os indicadores ambientais enquadram-se os indicadores sanitários, os quais estão relacionados à cobertura e à qualidade dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água, coleta de esgotos, coleta de lixo e drenagem de águas pluviais. No grupo de indicadores sanitários estão inseridos aqueles que podem ser construídos com base no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), além de outros que podem ser especificamente construídos.

## INDICADORES SANITÁRIOS UTILIZADOS PELO SISAGUA

O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) foi estruturado visando a fornecer informações sobre o fornecimento e a qualidade da água para consumo humano proveniente dos sistemas, das soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento. O Sisagua foi desenvolvido para dar suporte específico às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, não devendo, entretanto, ser entendido como ferramenta única e suficiente para o embasamento de suas atividades.

Na Tabela 6.1 são apresentados os indicadores, que podem ser obtidos por meio do Sisagua. Para informações mais aprofundadas sobre a utilização do Sisagua e obtenção dos indicadores, recomenda-se a consulta do *Manual do Sisagua*, da SVS/MS.

**Tabela 6.1 – Indicadores utilizados no Sisagua**

GRUPO	INDICADORES
Qualidade microbiológica da água	Percentual das amostras com ausência de coliformes totais na rede de distribuição Percentual das amostras com ausência de coliformes termotolerantes na rede de distribuição
Turbidez da água	Turbidez da água – percentual das amostras com turbidez dentro dos padrões em relação à Portaria MS nº 518/2004/2000 (< 5 UT) na rede de distribuição
Nível de cloro residual	Percentual das amostras com cloro residual livre dentro dos padrões em relação à Portaria MS nº 518/2004/2000 (> 0,2 mg/l) na rede de distribuição
Cobertura de abastecimento de água	Percentual da população do município atendida com sistemas de abastecimento de água
Tratamento de água	Percentual da população do município atendida com sistemas de abastecimento de água com tratamento
Desinfecção de água	Percentual da população do município atendida com sistemas de abastecimento de água com desinfecção
Consumo <i>per capita</i>	Consumo médio <i>per capita</i> da população atendida por sistemas de abastecimento de água no município
Regularidade	Percentual da população do município atendida com sistemas de abastecimento de água com intermitência

FONTE: Adaptado de Costa (2002)

## OUTROS INDICADORES SANITÁRIOS

Além dos indicadores obtidos por meio do Sisagua, os responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano podem utilizar outros indicadores sanitários, tais como: cobertura de esgotamento sanitário, cobertura de limpeza urbana, cobertura por banheiros ou sanitários. Informações referentes a alguns desses indicadores podem ser obtidas em base de dados como os disponibilizados pelo IBGE,

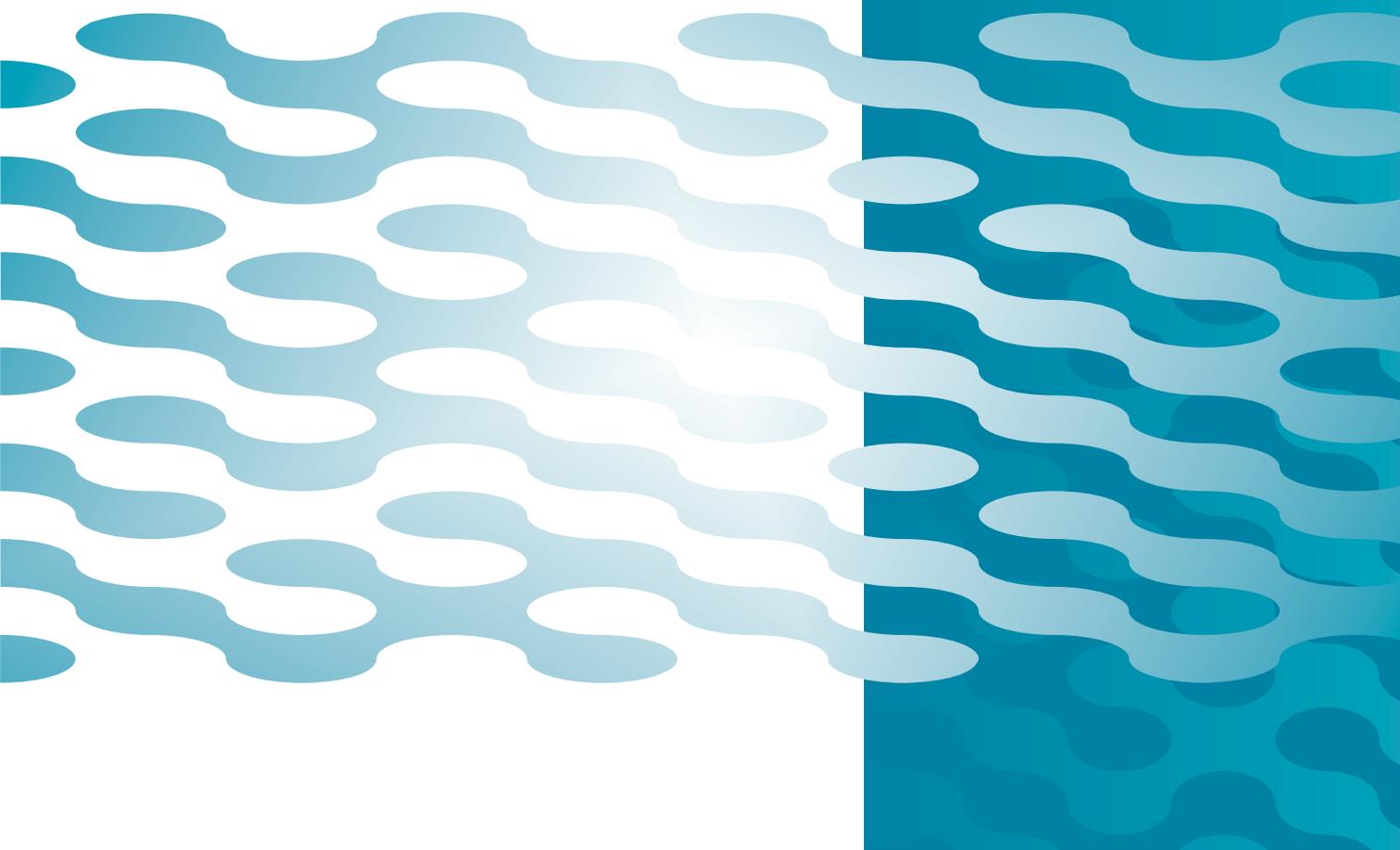
particularmente a Pesquisa Brasileira por Amostragem de Domicílios (PNAD) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e censos demográficos.

**Tabela 6.2 – Indicadores sanitários complementares passíveis de serem utilizados na vigilância da qualidade da água para consumo humano**

INDICADOR	FONTE
Atendimento da legislação de controle da qualidade da água de consumo humano	Prestador do serviço
Acondicionamento e tratamento domiciliar da água	Secretarias Municipais de Saúde
Instalações prediais	IBGE
Cobertura da população com serviços de esgotamento sanitário	IBGE
Cobertura da população com serviços de limpeza pública	IBGE



## ASPECTOS OPERACIONAIS

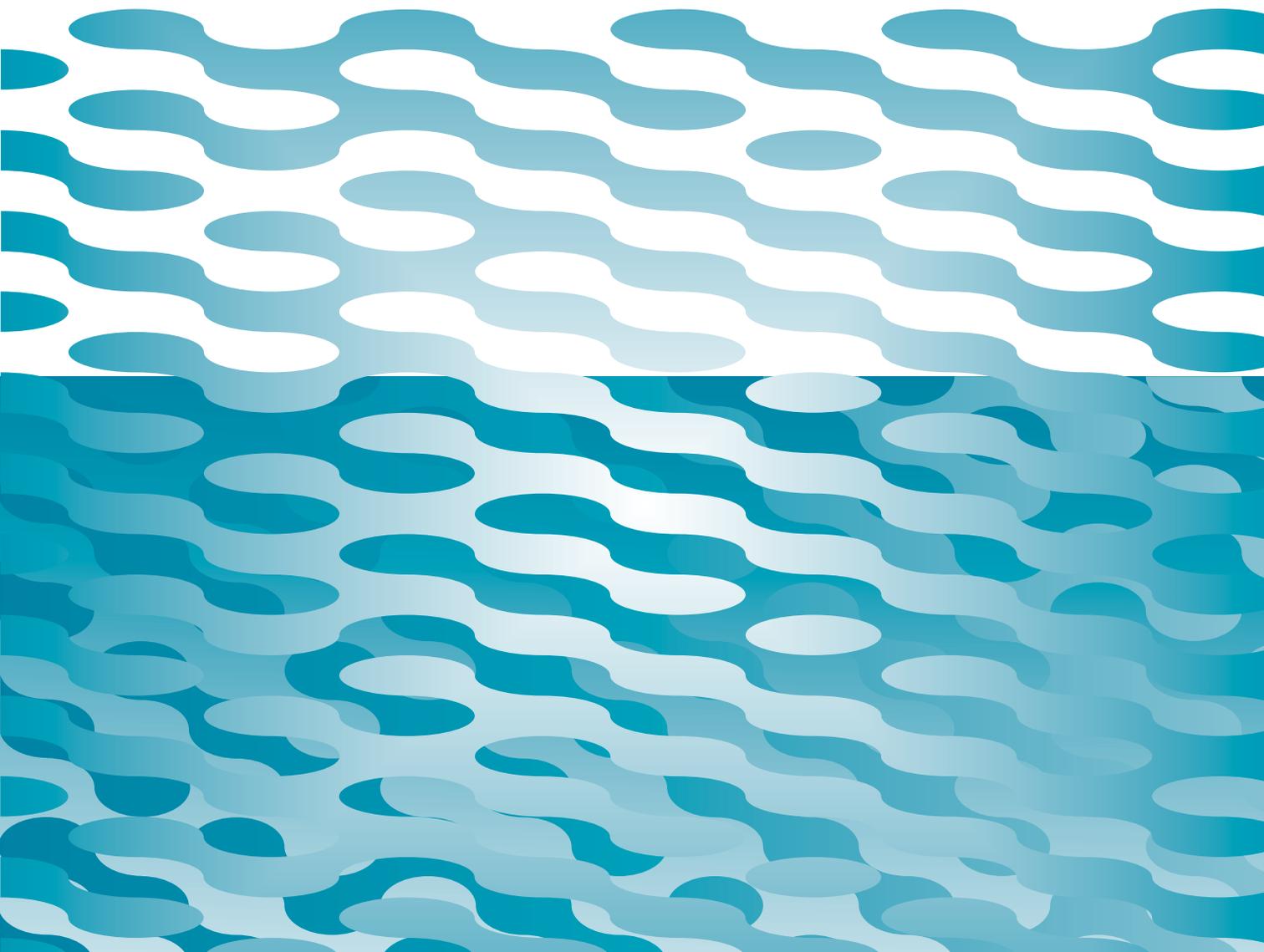




IDENTIFICAÇÃO E CADASTRO DE SISTEMAS  
E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO  
DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

---

7





## 7 IDENTIFICAÇÃO E CADASTRO DE SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Os responsáveis pela vigilância da qualidade da água no nível local devem proceder ao diagnóstico das condições do abastecimento e do consumo de água da população, no meio urbano e rural, como passo inicial e fundamental para o planejamento das ações de vigilância.

Um cadastro tem como principal finalidade a obtenção de informações e a construção de indicadores que permitam mapear grupos, fatores e situações de risco e avaliar sua distribuição e evolução, espacial e temporal.

Como verificado no Capítulo 3, as formas de fornecimento e consumo de água podem ser bastante variadas: a água pode ser canalizada, precedida ou não de tratamento; pode ser bombeada; sua distribuição pode se dar por meio de veículos transportadores; os mananciais podem ser superficiais ou subterrâneos, etc. Portanto, em termos de integralidade e abrangência das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, deve-se cuidar para que as soluções alternativas, com e sem distribuição de água por rede, e as soluções alternativas individuais sejam igualmente consideradas, mesmo porque os sistemas de abastecimento de água, em tese, são mais seguros.

O cadastro inclui informações relativas às unidades que compõem os sistemas, às soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento. O intervalo de tempo para atualização das informações sobre as condições de abastecimento e consumo de água não tem um período predeterminado. As informações devem refletir as intervenções realizadas em qualquer sistema, solução alternativa coletiva ou individual de abastecimento de água. Entretanto, a título de orientação, entende-se que um programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano deve manter informações atualizadas em um período não superior a um ano.

As informações cadastradas devem ser incorporadas ao Sistema de Informação de Vigilância da qualidade da água para consumo humano (Sisagua) para que sejam devidamente sistematizadas e gerem os indicadores necessários ao exercício da vigilância nas diversas esferas: municipal, regional, estadual e no nível central.

O preenchimento do cadastro dos sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas com rede de distribuição é de responsabilidade dos prestadores dos serviços, cabendo à autoridade de saúde pública a atualização das informações no Sisagua.

Na hipótese de dificuldades de identificação do responsável pelas soluções alternativas coletivas sem redes de distribuição, o preenchimento do cadastro poderá ser realizado pelos responsáveis pela vigilância no âmbito do município.

Em se tratando de soluções alternativas individuais, o preenchimento das fichas sempre ficará a cargo dos profissionais responsáveis pela vigilância da qualidade da água.

As fichas devem ser adequadamente arquivadas por um período conveniente. Preconiza-se que, em todas as instâncias, os dados transferidos ao Sisagua sejam analisados e que haja uma retroalimentação dos níveis precedentes.

Nos casos em que o Sisagua não estiver implantado no município, o procedimento de transferência dos dados deve ser feito pela regional de saúde que abrange o município, e na ausência desta, a alimentação deverá ser realizada no estado.

É importante observar que no nível municipal, na medida do possível, se vá além das informações, e sua respectiva sistematização, proporcionadas pelo Sisagua. Deve-se, por exemplo, procurar informações mais detalhadas da distribuição espacial, no âmbito do município, dos indicadores anteriormente referidos, das soluções alternativas individuais e das instalações prediais, principalmente em pontos ou populações de risco, tais como: hospitais, escolas, comunidades de baixa renda e com condições domiciliares precárias.

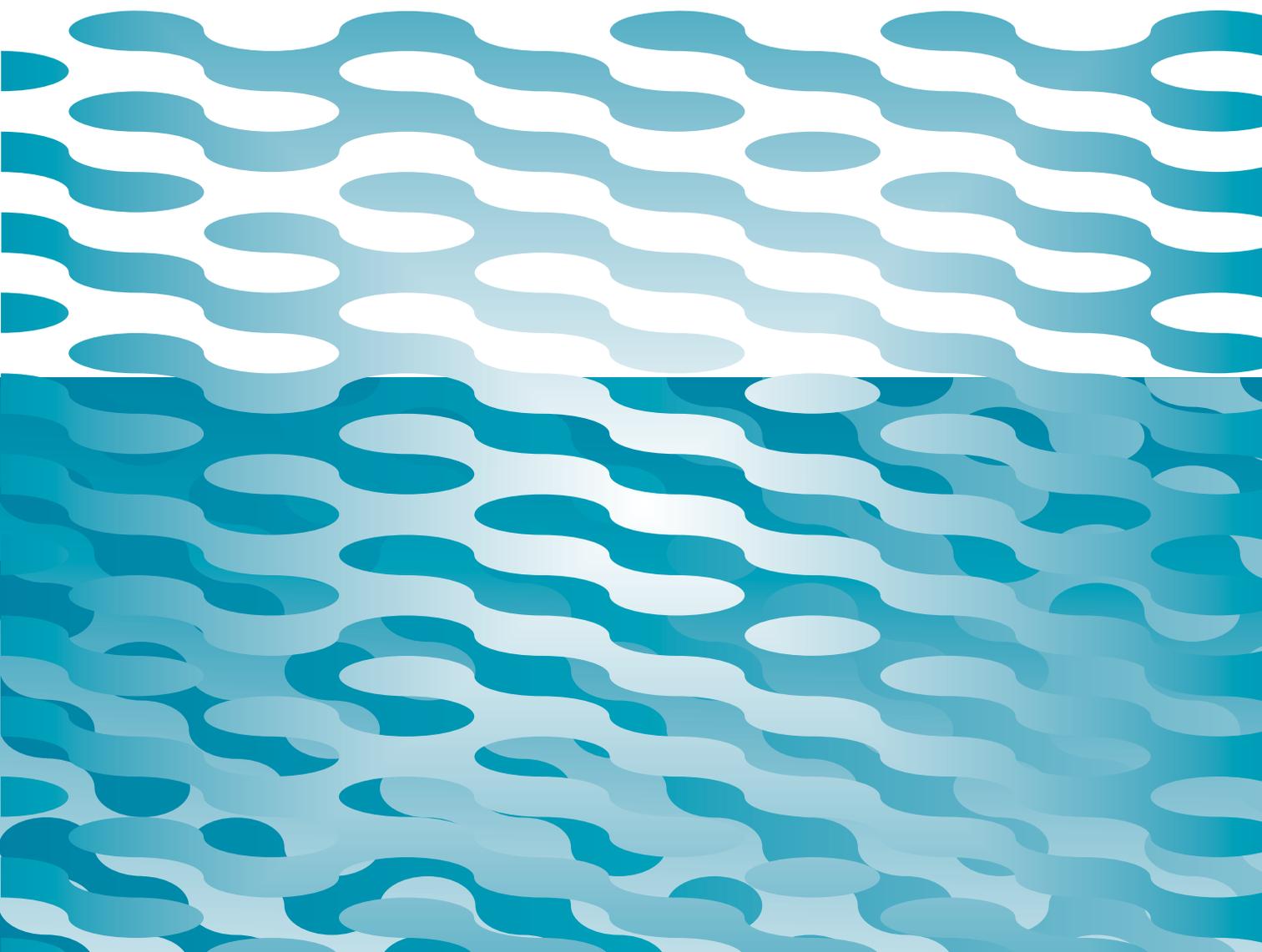
Por fim, é importante diferenciar as atividades relacionadas ao cadastro daquelas relativas às inspeções de sistemas, soluções alternativas coletivas e soluções alternativas individuais de abastecimento de água. Os cadastros e as inspeções são instrumentos distintos e devem ser utilizados de forma complementar pelo órgão de vigilância. O cadastro é um instrumento preliminar com base no qual é possível planejar os procedimentos da vigilância, até mesmo para priorizar as inspeções. Também permite orientar as ações corretivas e de controle que devem ser repassadas aos responsáveis por sistemas ou soluções alternativas que, já com base no cadastro, se configurem como situações de risco à saúde humana.

As inspeções cumprem funções distintas, como desenvolvido no Capítulo 8.

INSPEÇÃO DE SISTEMAS, SOLUÇÕES ALTERNATIVAS  
COLETIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE  
ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

---

8





## 8 INSPEÇÃO DE SISTEMAS, SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A inspeção sanitária tem como objetivo avaliar cada etapa ou unidade do processo de produção, fornecimento e consumo de água e identificar fatores de risco. Devem ser identificados os perigos de natureza física, química e biológica e os pontos críticos de cada etapa ou unidade inspecionada, subsidiando a tomada de decisões em termos de medidas de orientação, preventivas ou corretivas e, conforme o caso, punitivas.

De forma mais detalhada, dentre os objetivos da inspeção, encontram-se:

- conhecer o estado de proteção e conservação dos mananciais e das fontes de abastecimento de água;
- conhecer o sistema, a solução alternativa ou a solução alternativa individual de abastecimento de água;
- conhecer o estado de conservação e as práticas adotadas nas unidades de tratamento de água;
- conhecer o estado de conservação das unidades de distribuição e reservação de água, inclusive as prediais;
- identificar os pontos críticos do sistema, das soluções alternativas de abastecimento de água que possam interferir negativamente na qualidade da água para consumo humano;
- qualificar e, ou, quantificar os perigos associados ao abastecimento de água para consumo humano;
- contribuir na formulação de ações de remediação ou minimização de danos causados à saúde pública decorrentes de distribuição de água “não potável”.

Para um melhor planejamento das ações de vigilância, pode-se classificar a inspeção em duas modalidades:

- Inspeção sanitária de rotina: quando a inspeção for realizada segundo a programação da vigilância, isto é, na rotina estabelecida, ou a pedido do prestador de serviço.
- Inspeção sanitária de urgência/emergência: quando a inspeção é decorrente de situações de denúncias, de acidentes, de investigações epidemiológicas (ocorrência de surtos/epidemias) e de outros fatores inusitados que

exigem a pronta ação da equipe para evitar maiores consequências à saúde de indivíduos ou da população.

Para a vigilância da qualidade da água para consumo humano, como uma ação de caráter preventivo, na medida do possível, deve-se priorizar a inspeção sanitária de rotina.

As inspeções sanitárias devem ser realizadas em qualquer sistema ou solução alternativa de abastecimento de água. De forma complementar, as instalações prediais, como objeto que são das ações da vigilância, também devem constar da programação das inspeções sanitárias, sejam as de rotina ou aquelas com caráter de urgência/emergência.

Como critério a ser ponderado quando da inspeção sanitária de rotina em instalações prediais, devem-se priorizar aquelas que podem estar associadas a populações vulneráveis, tais como hospitais, serviços de saúde, asilos, creches, serviços de hemodiálise, escolas; ou aquelas que, pelo tipo ou porte, colocam em risco parcelas significativas da população, como centros comerciais, terminais de passageiros, locais de realização de eventos.

Para uma correta aplicação dos princípios da inspeção sanitária e para garantir a confiabilidade dos dados obtidos, é necessária a formação de uma equipe que possua competência técnica adequada para avaliação tanto do processo de produção (captação, adução, tratamento de água, reservação) quanto do sistema de distribuição.

Deve-se ter em mente que a inspeção é um procedimento de rotina ou de urgência/emergência, mas poderá ser utilizado como instrumento para processo administrativo, reforçando a importância da segurança e da confiabilidade dos dados produzidos em relatórios técnicos com base em inspeções sanitárias.

Toda inspeção sanitária é considerada um registro e, portanto, deve ser bem documentada, além de requerer a elaboração e a padronização de roteiros de inspeção. Recomenda-se a documentação fotográfica e, quando necessário, a realização de análises laboratoriais da água nos pontos críticos.

O resultado final de uma inspeção sanitária pode ser:

- a comprovação da efetividade e, ou, da segurança das etapas e das unidades de produção, fornecimento e consumo de água;
- a constatação da efetividade do controle exercido pelo produtor;
- a obtenção de subsídios para a interpretação dos resultados dos exames de água;
- a reunião de provas para a ação administrativa, de orientação ou punitiva.

A seguir, sugerem-se itens que devem ser verificados em uma inspeção sanitária, em cada etapa ou unidade do processo de produção, fornecimento e consumo de água. Naturalmente, estes podem ser reduzidos ou ampliados em função da maior simplicidade ou complexidade da situação específica (Tabelas 8.1 e 8.2). Em seqüência, apresentam-se sugestões de roteiros de inspeções sanitárias para sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água.

**Tabela 8.1 – Itens a serem verificados em inspeções sanitárias de sistemas de abastecimento**

ETAPAS/ UNIDADES	ITENS A SEREM VERIFICADOS
Captação	Facilidade de acesso e identificação do local; barreira de proteção em relação a acidentes com produtos químicos; proteção contra enchentes e entrada de pessoas estranhas e animais; existência de conjunto motor-bomba de reserva; instalações eletromecânicas, manutenção periódica da edificação e equipamentos
Manancial subterrâneo	Distância de fontes de contaminação; estado de conservação e proteção dos poços e das fontes, dos equipamentos e das estruturas de captação e recalque, qualidade da água subterrânea
Manancial superficial	Situação de proteção dos mananciais; existência de possíveis fontes de contaminação; garantia de vazão mínima suficiente para o abastecimento contínuo de água; qualidade da água bruta
Adução e estação elevatória	Estado de conservação e rotina de manutenção das adutoras; facilidade de acesso para manutenção ao longo da linha de adução; existência de válvulas de retenção, válvulas de descarga, ventosas e válvulas de antigolpe
Instalações físicas da estação de tratamento de água	Conforto e higiene ambiental; segurança do trabalho; dispositivos de prevenção de acidentes, com especial atenção às instalações e aos dispositivos de desinfecção da água; adequação dos ambientes de armazenamento de produtos químicos em termos de salubridade e preservação dos produtos; proteção contra entrada de pessoas estranhas; proteção contra enchentes
Estação de tratamento de água	Adequação do processo de tratamento ao tipo de manancial e à qualidade da água bruta; vazão operacional e vazão de projeto; equipamentos para medição de vazão; existência de controle de qualidade de matérias-primas e produtos químicos; freqüência de controle de qualidade da água bruta nas diversas etapas do tratamento e da água tratada Etapas do tratamento: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mistura rápida e coagulação – freqüência da realização de jar-test para determinação da dosagem de coagulante; adequação do ponto de aplicação do coagulante; adequação e estado de conservação dos equipamentos e dos dispositivos de aplicação do coagulante</li> <li>• floculação – conhecimento e compatibilidade entre os parâmetros de projeto e de operação (tempo de floculação e gradientes de velocidade)</li> <li>• decantação – conhecimento e compatibilidade entre os parâmetros de projeto e de operação (tempo de detenção e taxa de aplicação superficial); dispositivos de entrada (distribuição do fluxo) e de saída (distribuição do fluxo, nivelamento dos vertedores de coleta da água decantada)</li> <li>• filtração – conhecimento e compatibilidade entre os parâmetros de projeto e de operação (taxa de filtração); estado de conservação do leito filtrante, dos dispositivos de controle da vazão afluyente, da água filtrada e de lavagem dos filtros; controle das carreiras de filtração e das operações de lavagem dos filtros</li> <li>• cloração – conhecimento e compatibilidade entre os parâmetros de projeto e de operação (tempo de contato, dosagem que garanta os residuais mínimos na saída do tanque de contato e no sistema de distribuição); estado de conservação e capacidade dos equipamentos de dosagem do desinfetante; ponto de aplicação do desinfetante; existência de alternativa de desinfecção na eventualidade de falhas dos dispositivos em operação</li> <li>• fluoretação – estado de conservação e capacidade dos equipamentos de dosagem; ponto de aplicação; controle da dosagem</li> </ul>

*Continua...*

Continuação

ETAPAS/ UNIDADES	ITENS A SEREM VERIFICADOS
Reservação de água tratada	Estado de conservação e manutenção; frequência das operações de limpeza Realização de controle de qualidade da água Capacidade adequada ao atendimento das variações de consumo e garantia do abastecimento contínuo Controle de acesso de pessoas estranhas Facilidade de acesso para manutenção
Rede de distribuição	Cadastro atualizado da rede Frequência de operações de descarga e limpeza da rede Intermitência no abastecimento Material e estado de conservação do sistema de distribuição Garantia da adequada pressurização da rede Existência de registros de manobra e flexibilidade de operação
Controle de qualidade laboratorial	Capacidade instalada – mínima: Jar Test turbidímetro, pHmetro, colorímetro, determinação de cloro, análises microbiológicas Existência de controle de qualidade interna ou externa Existência de normas e procedimentos de segurança
Ligações e instalações prediais	Estado de conservação e manutenção das unidades de distribuição e reservação da água; existência de ligações cruzadas
Gerenciamento	Cumprimento das exigências de atendimento e informação ao público Qualificação da mão-de-obra Existência de responsável técnico qualificado

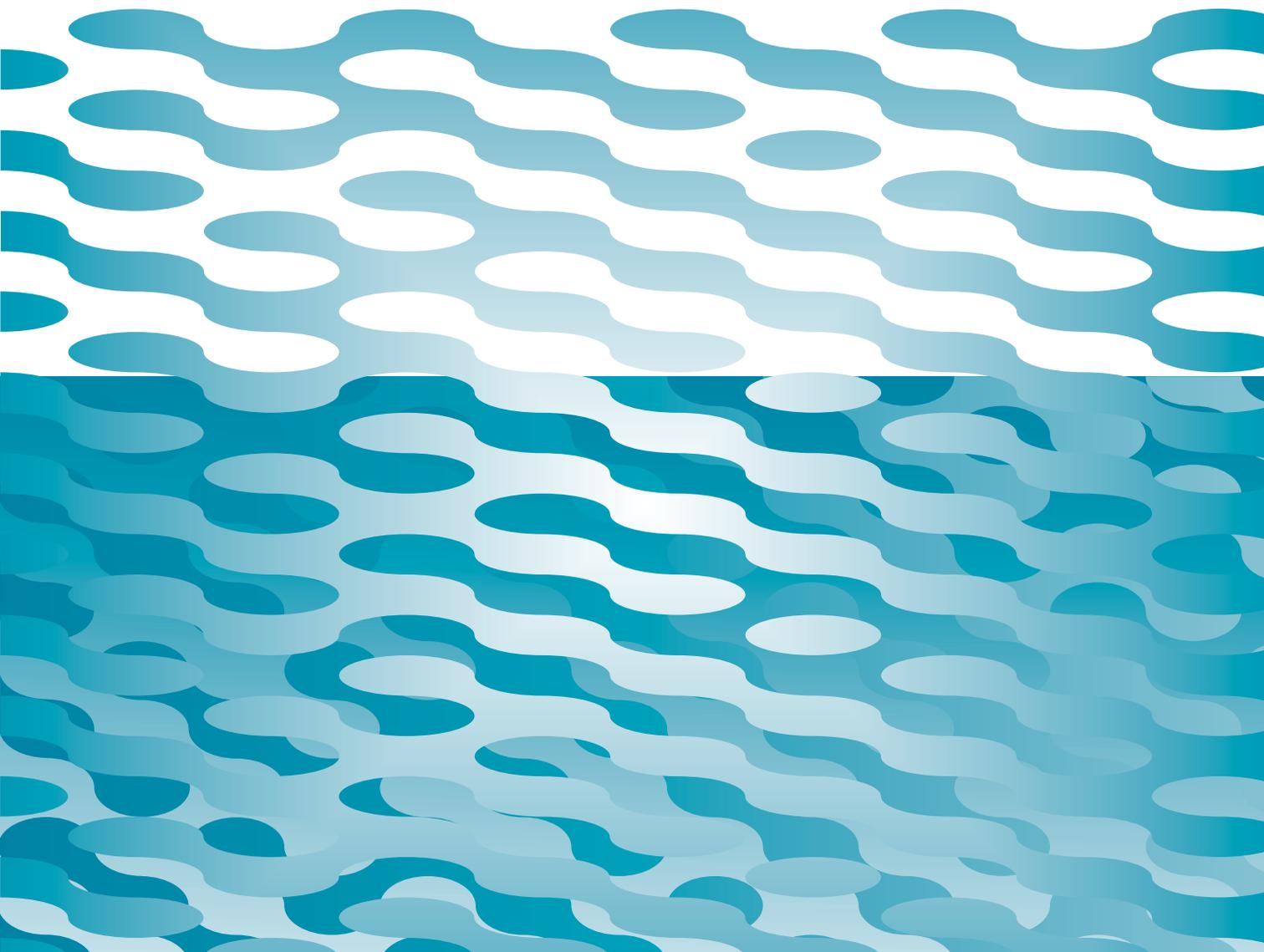
**Tabela 8.2 – Itens a serem verificados em inspeções sanitárias de soluções alternativas coletivas e individuais**

SOLUÇÃO ALTERNATIVA	ITENS A SEREM VERIFICADOS
Veículo transportador	Informações sobre a origem e a qualidade da água Uso exclusivo do veículo para o transporte de água Comprovação do residual mínimo de cloro Comprovação de autorização para o transporte e o fornecimento de água Adequação do veículo – estado de conservação e segurança nas operações de enchimento, transporte e fornecimento de água Identificação do responsável
Poços, fonte e minas	Proteção e conservação das estruturas de captação, proximidade de fontes de poluição (atividades agropecuárias, esgoto sanitário, fossas, lixão, aterro sanitário) Quando cabível, comprovação das exigências de tratamento e controle de qualidade da água Quando cabível, identificação do responsável
Captação de água de chuva	Estado de conservação e manutenção dos dispositivos de coleta e armazenamento da água Existência de dispositivos de dispensa das primeiras águas de chuva

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
CONSUMO HUMANO E PROCEDIMENTOS  
DE COLETA DE AMOSTRAS

---

9





## 9 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E PROCEDIMENTOS DE COLETA DE AMOSTRAS

O monitoramento da qualidade da água é um dos instrumentos de verificação da potabilidade da água e de avaliação dos riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água possam representar para a saúde humana, incluindo as seguintes atividades:

- Elaboração de um plano de amostragem, incluindo:
  - definição dos pontos de coleta de amostras;
  - definição do número e da frequência de amostras;
  - definição dos parâmetros a serem analisados;
- a coleta e a análise laboratorial de amostras de água.

Na elaboração do plano de amostragem, deverão ser incluídos, sempre que possível, os seguintes pontos:

- identificação dos problemas que suscitam a preparação do programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano;
- definição dos objetivos, de curto, médio e longo prazos, do programa de monitoramento;
- definição dos limites temporal e geográficos para realização do programa de monitoramento, entre outros.

Para satisfazer dois princípios fundamentais – representatividade e abrangência espacial –, o monitoramento deve incluir a coleta e a análise laboratorial de amostras nos seguintes pontos:

- a avaliação da adequação dos processos de tratamento à qualidade da água bruta e das respectivas variações sazonais;
- a avaliação da eficiência do tratamento da água;
- a avaliação da integridade do sistema de distribuição;
- a identificação de pontos críticos/vulneráveis (fatores de risco) em sistemas e soluções de abastecimento;

- a identificação de grupos populacionais expostos a situações de risco;
- a orientação a medidas preventivas, tais como: proteção de mananciais, otimização do tratamento, manutenção dos sistemas de distribuição, etc.;
- a orientação a medidas corretivas, tais como: proteção de fontes de abastecimento, condenação de fontes de abastecimento, correção de processos de tratamento, melhorias em pontos de consumo, etc.

Com tal abrangência, o monitoramento visa:

- à análise do cadastro e a inspeções;
- à representatividade espacial e temporal;
- à densidade populacional;
- a locais com grande afluência de público, como centros comerciais e estações rodoviárias;
- a locais estratégicos (população vulnerável), como hospitais, creches e escolas;
- a zonas de intermitência de abastecimento ou de baixa pressão no sistema de distribuição;
- à distribuição espacial das doenças de veiculação hídrica.

Os planos de amostragens podem ser orientados, dentre outros, pelos seguintes aspectos:

- água bruta;
- água tratada (saída do tratamento e/ou entrada no sistema de distribuição);
- ao longo do sistema de distribuição (reservatório e rede de distribuição);
- em pontos de consumo.

O diagnóstico do uso e da ocupação do solo na bacia de captação é uma ferramenta essencial para a identificação dos parâmetros a serem privilegiados em um programa de monitoramento. Por exemplo, onde existam atividades agrícolas intensas, torna-se essencial a análise de agrotóxicos; onde existam atividades de garimpo, não se pode negligenciar a análise de mercúrio.

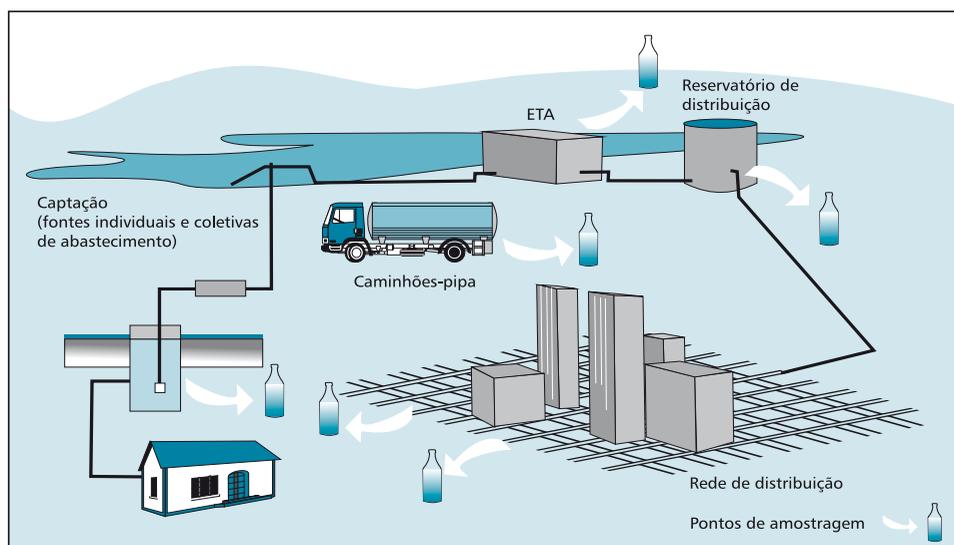
A avaliação da água tratada visa à verificação do atendimento sistemático, ao longo do tempo, do padrão de potabilidade. Apresenta-se também como um mecanismo indispensável de controle dos processos de tratamento empregados.

O monitoramento na entrada do sistema de distribuição permite a detecção inicial de qualquer comprometimento da qualidade da água pós-tratamento, por exemplo, em reservatórios de distribuição malconservados. O mesmo papel cumpre o monitoramento da qualidade da água ao longo da rede de distribuição e nos pontos de consumo.

Por fim, um programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano que se pretenda abrangente deve focalizar ainda as fontes individuais de abastecimento e a qualidade da água consumida pela população não atendida pelos sistemas públicos e/ou coletivos.

Na Figura 9.1, apresenta-se um esquema ilustrativo dos pontos de coleta de amostras a serem considerados em um programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

**Figura 9.1 – Pontos de coleta de amostras para o monitoramento da qualidade da água para consumo humano**



É preciso reconhecer que o monitoramento da qualidade da água, embora constitua zuma atividade fundamental, em si não basta como instrumento de avaliação de risco. Em primeiro lugar porque a amostragem para o monitoramento da qualidade da água baseia-se em princípio estatístico/probabilístico que incorpora, inevitavelmente, uma margem de erro/incerteza. Além disso, por razões financeiras, de limitações técnico-analíticas e de necessidade de respostas ágeis, no controle microbiológico da qualidade da água usualmente se recorre ao emprego de organismos indicadores. Entretanto, reconhecidamente não existem organismos

que indiquem a presença/ausência da ampla variedade de patógenos possíveis de serem removidos/inativados ou resistirem/traspasarem os diversos processos de tratamento da água (BASTOS et al., 2000). Do ponto de vista químico, os limites de concentração adotados internacionalmente muitas vezes partem de estudos toxicológicos ou epidemiológicos com elevado grau de incerteza, arbitrariedade ou não representatividade (WHO,1996); adicionalmente, não há como assegurar desejável dinamismo e agilidade na legislação para corrigir valores de limites de concentração de diversas substâncias na água ou incluir/excluir parâmetros.

Por isso, o monitoramento deve ser implementado, e seus resultados, avaliados simultaneamente a medidas complementares, aliás como expresso na Portaria MS nº 518/2004.

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;

b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;

c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e

d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS.

Art. 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e na distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III - manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída.

Cabe destacar que na elaboração de planos devem ser observados os princípios da amostragem, conforme estabelecido na Portaria MS nº 518/2004:

Art.18 § 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

Não obstante, o monitoramento da qualidade da água constitui uma atividade indispensável, tanto às ações de vigilância quanto às de controle, e a cada uma delas corresponderá um desenho específico de planos de amostragem.

Neste trabalho o foco central será a elaboração do *plano de amostragem* da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

## 9.1 MONITORAMENTO DO CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Considerando que o objetivo do controle da qualidade é comprovar a potabilidade da água fornecida para consumo humano, verificar pontos críticos do sistema e fornecer subsídios para a área operacional, corrigindo de imediato as possíveis anomalias detectadas, é natural que seu plano de amostragem seja o mais abrangente possível. A Portaria MS nº 518/2004 estabelece um número mínimo de amostras a serem coletadas para cada sistema e solução alternativa de abastecimento de água e sua respectiva frequência de monitoramento em função do tipo de manancial, do parâmetro a ser analisado e da população a ser abastecida, conforme as Tabelas 9.1, 9.2, 9.3 e 9.4 apresentadas a seguir.

**Tabela 9.1 – Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			POPULAÇÃO ABASTECIDA		
			< 50.000 HAB.	50.000 A 250.000 HAB.	> 250.000 HAB.
Cor Turbidez PH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL <sup>1</sup>	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18)		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>
	Subterrâneo	-	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>
Demais parâmetros <sup>3</sup>	Superficial ou subterrâneo	1	1 <sup>4</sup>	1 <sup>4</sup>	1 <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Cloro residual livre.

<sup>2</sup> As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

<sup>3</sup> Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

<sup>4</sup> Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

**Tabela 9.2 – Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			POPULAÇÃO ABASTECIDA		
			< 50.000 HAB.	50.000 A 250.000 HAB.	> 250.000 HAB.
Cor Turbidez pH Fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL <sup>1</sup>	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18)		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros <sup>2</sup>	Superficial ou subterrâneo	Semestral	Semestral <sup>3</sup>	Semestral <sup>3</sup>	Semestral <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cloro residual livre.

<sup>2</sup> Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

<sup>3</sup> Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e/ou no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

**Tabela 9.3 – Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida**

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	POPULAÇÃO ABASTECIDA			
	< 5.000 HAB.	5.000 A 20.000 HAB.	20.000 A 250.000 HAB.	> 250.000 HAB.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

NOTA: Na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, duas amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, quatro amostras semanais.

**Tabela 9.4 – Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (PARA ÁGUA CANALIZADA)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO <sup>1</sup> (PARA CADA 500 HAB.)	FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais <sup>2</sup>	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL <sup>2,3</sup>	Superficial ou subterrâneo	1	1	Diária

<sup>1</sup> Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, três pontos de consumo de água.

<sup>2</sup> Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada uma análise de CRL em cada carga e uma análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

<sup>3</sup> Cloro residual livre.

É importante ressaltar que, de acordo com a Portaria MS nº 518/2004, os responsáveis pelo controle de qualidade da água devem submeter os planos de amostragem à Vigilância:

Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema [...]. (Artigo 18).

É dever e obrigação das Secretarias Municipais de Saúde: [...] aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, [...]. (inciso X, artigo 7º).

Na avaliação dos planos, devem ser observados os princípios da amostragem destacados na introdução deste capítulo, conforme estabelecido na Portaria MS nº 518/2004:

Art.18 § 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abasteci-

mento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

Cabe ainda atenção ao fato de que os planos apresentados nas tabelas anteriores referem-se aos requerimentos mínimos de amostragem, podendo estes, a critério das autoridades de saúde pública, ser flexibilizados ou feitos mais rigorosos, de acordo com o estabelecido na Portaria MS nº 518/2004:

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e/ou em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente norma.

Observe-se que nos Planos de Amostragem mínimos estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004, dentre os diversos parâmetros químicos, a análise obrigatória no sistema de distribuição recai apenas sobre: fluoretos, trihalometanos e cianotoxinas, por motivos de proteção à saúde; os dois primeiros, por serem incorporados à água, respectivamente, na fluoretação e como produto secundário da cloração; as cianotoxinas pela gravidade do problema.

Em contrapartida, exige-se semestralmente, porém com flexibilidade já mencionada, o monitoramento completo na saída do tratamento, ou seja, de todos os parâmetros que compõem o padrão de potabilidade.

Também se exige o monitoramento semestral do manancial, de acordo com o estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005. A respeito, o monitoramento de substâncias “extras” não deve ser entendido como demasiado, até porque a exigência é de amostragem semestral e o “espírito” é o de estabelecer a co-responsabilidade dos prestadores de serviço na atenção e nos cuidados do manancial. De mais a mais, sempre resta a possibilidade de rever planos de amostragem. Além disso, se a Resolução Conama “pecar por omissão”, espera-se do prestador de serviço a responsabilidade e a sensibilidade em incluí-los no programa de monitoramento, até porque esses parâmetros, de acordo com a Portaria MS nº 518/2004, têm de ser monitorados semestralmente na saída do tratamento. Quanto aos padrões propriamente ditos, se o padrão da Resolução Conama for mais rígido que o da Por-

taria, não se vislumbra qualquer impasse, pois, em todo caso, estar-se-ia atento aos objetivos estabelecidos nos artigos 9º e 19 da Portaria: avaliar preventivamente ou orientar as medidas corretivas, *os indícios de risco à saúde e à compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente*. Se, eventualmente, o padrão da Resolução Conama for mais tolerante que o da Portaria, caberia a óbvia atenção para o significado de saúde do VMP estabelecido na Portaria e suas consequências sobre a qualidade da água tratada.

## 9.2 INFORMAÇÕES SOBRE O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA AO SETOR SAÚDE

A Portaria MS nº 518/2004 estabelece que os responsáveis pelos sistemas e pelas soluções alternativas de abastecimento de água enviem relatórios periódicos à autoridade de saúde pública com informações sobre o controle da qualidade da água.

Artigo 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água incumbe:

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XIII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral.

Em conjunto com as informações do cadastro (Capítulo 7), as informações devem ser incorporadas ao Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), para que sejam mantidas atualizadas, devidamente sistematizadas e gerem os indicadores necessários ao exercício da vigilância nas diversas esferas: municipal, regional, estadual e no nível central.

O fluxo das informações sobre a qualidade da água, dos responsáveis pelo controle à vigilância e, daí em diante, dentre as diversas esferas administrativas da vigilância, deve ser o mesmo detalhado na parte referente ao cadastramento (Capítulo 7).

A padronização de modelos de relatórios visa a facilitar a sistematização e a interpretação das informações prestadas. Os relatórios deverão conter, no mínimo, os dados que constam no Sistema de Informação de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua).

No Módulo do Controle da Qualidade da Água de Consumo Humano do Sisagua constam os resultados do controle da qualidade da água realizado nos

sistemas e as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, mais especificamente, os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, tanto da entrada dos sistemas e das soluções alternativas como da rede de distribuição. Além disso, deverão ser fornecidas informações sobre a intermitência do fornecimento de água e o número de reclamações de falta d'água e de reparos no sistema de distribuição, fatores estes que podem refletir interferências na qualidade da água.

Os modelos de relatórios definidos para o Sisagua foram elaborados de acordo com os planos de amostragem e a periodicidade estabelecidos na Portaria MS nº 518/2004 para os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água, apresentados no item anterior.

Os indicadores de qualidade da água que compõem o Sisagua são:

- colimetria
- turbidez
- cloro residual
- fluoreto
- agrotóxicos
- mercúrio

Colimetria, turbidez e cloro residual, por constituírem indicadores fundamentais e de análise rotineira da qualidade microbiológica da água; fluoreto, por ser o flúor uma substância de incorporação obrigatória à água e por seu significado de saúde, seja por deficiência, seja por excesso; agrotóxicos e mercúrio, por representarem, dentre as substâncias químicas que compõem o padrão de potabilidade, aquelas de mais fácil “cruzamento” com indicadores epidemiológicos disponíveis (intoxicação por mercúrio e agrotóxicos).

São essas, portanto, as informações que devem constar nos relatórios a ser preenchidos pelos responsáveis pela operação de sistemas de abastecimento de água, enviados ao setor saúde, de acordo com os planos de amostragem, em frequência mensal (colimetria, turbidez, cloro residual, fluoreto) e semestral (agrotóxicos e mercúrio) e incorporadas ao Sisagua.

Entretanto, e naturalmente, o pleno cumprimento da Portaria MS nº 518/2004, em termos de atendimento aos planos de amostragem e ao padrão de potabilidade, deve ser reportado ao setor saúde no âmbito municipal.

Os planos de amostragem para soluções alternativas são menos exigentes (Tabela 9.4) e os respectivos relatórios devem ser enviados à Secretaria Municipal de Saúde trimestralmente.

Os indicadores possíveis de serem construídos a partir do Sisagua por sistema ou solução de abastecimento e para os parâmetros colimetria, turbidez, cloro residual livre e fluoretos são:

- cumprimento dos planos de amostragem;
- atendimento ao padrão de potabilidade.

O Sisagua permite ainda identificar ou inferir sobre anomalias na distribuição da água com base nas informações sobre reclamações dos usuários, intermitência no abastecimento e reparos na rede.

Se solicitados os endereços das anomalias detectadas, em temas de distribuição e qualidade da água (com o registro da data da ocorrência), uma melhor sistematização dos dados, em conjunto com os dados cadastrais, permite identificar situações e grupos de risco e sua distribuição espacial e temporal. Uma abordagem mais detalhada da avaliação e da análise integrada dos sistemas de informação e dos bancos de dados é apresentada no Capítulo 10.

Cabe lembrar que, embora não conste nas fichas de relatórios antes apresentadas, o monitoramento da qualidade da água bruta é também exigido na Portaria MS nº 518/2004:

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§ 1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm<sup>3</sup>/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

Tais informações devem, portanto, ser também reportadas à Secretaria Municipal de Saúde.

### 9.3 MONITORAMENTO DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

O *monitoramento da qualidade da água* pode ser entendido como uma atividade de vigilância ou de investigação.

O *monitoramento da vigilância* consiste em avaliar, continuamente, a qualidade da água consumida pela população, permitindo a identificação de fatores de riscos e a definição de estratégias de melhoria da situação existente, além do acompanhamento dos impactos resultantes das medidas implementadas.

O *monitoramento de investigação* consiste em buscar informações sobre a qualidade da água em casos de acidentes ou eventos de surto/epidemia de doença de transmissão hídrica, sendo, no segundo caso, uma ferramenta de investigação epidemiológica. Deve ser efetivado a partir da ocorrência do fato e em conjunto com a área de vigilância epidemiológica, objetivando avaliar, inclusive, o significado que o resultado do monitoramento da qualidade da água representa na investigação do surto/epidemia.

O monitoramento realizado pela vigilância da qualidade da água para consumo humano visa a:

- avaliar a qualidade da água consumida pela população ao longo do tempo;
- subsidiar a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade;
- identificar pontos críticos/vulneráveis (fatores de risco) em sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento;
- identificar grupos populacionais expostos a situações de risco;
- monitorar a qualidade da água fornecida pelos responsáveis pelo controle;
- avaliar a qualidade da água consumida pela população não atendida pelos sistemas ou soluções alternativas coletivas;
- avaliar a eficiência do tratamento da água;
- avaliar a integridade do sistema de distribuição;
- orientar os responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água à medida que desconformidades forem detectadas para a tomada de providências imediatas;
- orientar as medidas preventivas, tais como proteção de mananciais, otimização do tratamento, manutenção dos sistemas de distribuição, entre outras.

No monitoramento da vigilância, deve-se procurar conciliar os seguintes aspectos:

- observação dos princípios de amostragem – abrangência e representatividade – de forma que satisfaçam os objetivos de avaliação de risco;
- infra-estrutura e capacidade instalada necessárias, incluindo:
  - recursos humanos;
  - recursos financeiros;
  - suporte laboratorial.
- complementaridade entre os planos de controle e vigilância.

Em relação ao último item, é de fundamental importância a atuação harmônica e articulada entre os responsáveis pelo controle e pela vigilância, evitando a duplicidade de esforços, facilitando a racionalização de custos e, acima de tudo, promovendo a ação integrada em um único objetivo – o da avaliação permanente de riscos à saúde.

## INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS À ELABORAÇÃO DO PLANO DE MONITORAMENTO DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A seguir, são apresentadas sugestões de informações mínimas, voltadas à elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano para sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento com ou sem rede de distribuição de água. Poderão ser adicionadas informações em função de características específicas do local ou das formas de abastecimento.

A utilização do mapa tem por objetivo facilitar a visualização das informações necessárias para auxiliar na definição do plano de amostragem.

### Informações necessárias à elaboração do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano para sistema, solução alternativa coletiva e individual de abastecimento

- mapa do município em escala adequada, de preferência cadastral, que facilite a visão da distribuição espacial da população;
- planta do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água (manancial, estação de tratamento, reservatórios de distribuição, rede de distribuição, zonas de pressão, entre outras);
- planta do sistema de coleta de esgotos (rede coletora, pontos de lançamento, estações de tratamento, entre outras);
- população abastecida por rede de água;
- população atendida por rede de esgoto;
- relatório de inspeção sanitária do sistema, solução alternativa coletiva e individual de abastecimento de água;
- resultados das análises do controle da qualidade da água para consumo humano realizadas pelos responsáveis pelo sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento;
- dados ambientais de riscos e perigos de contaminação da água de consumo humano (esgotos sanitários, resíduos sólidos, efluentes industriais, áreas contaminadas, áreas sujeitas a inundações, secas, entre outras);

- distribuição espacial e temporal de casos e surtos das doenças de transmissão hídrica;
- dados sobre a localização das obras e manutenção da rede de abastecimento e zonas de intermitência de água;
- localização das instituições que abriguem população considerada mais vulnerável, tais como: escolas, hospitais, serviços de saúde, serviços de hemodiálise, creches, asilos ou outras que pelo tipo ou porte abasteçam grande quantidade de pessoas, tais como centros comerciais, terminais de passageiros, locais de realização de eventos, entre outras;
- localização e caracterização das fontes alternativas utilizadas regularmente para abastecimento de água pela população;
- população abastecida por sistema, soluções alternativas coletivas e individuais de abastecimento.

## DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS

Os pontos de coleta de amostras podem ser selecionados por meio de uma composição entre pontos críticos e não críticos, endereços fixos e variáveis. A escolha deve ser feita objetivando obter informações do abastecimento e do consumo de água no município. A representatividade desejada pode ser composta por critérios de distribuição geográfica e identificação de situações de riscos.

Por distribuição geográfica, entende-se a escolha de pontos que permitam uma amostragem do universo da população e das formas de abastecimento e consumo de água no município.

Por identificação de situação de risco, entende-se, por exemplo, a escolha de pontos de coleta no sistema ou solução alternativa de abastecimento reconhecida como vulnerável por abastecer um maior número de consumidores ou consumidores suscetíveis (hospitais, serviços de hemodiálise, creches, escolas, entre outras). As soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição devem ser vistas, em si, como indício de risco.

Alguns dos pontos selecionados para o monitoramento pela vigilância poderão coincidir com os adotados pelo monitoramento de controle da qualidade da água. O próprio resultado do monitoramento de controle deve orientar os planos de amostragem da vigilância. Por exemplo, a recorrência de problemas em uma determinada área no sistema de distribuição caracterizaria os respectivos pontos de coleta como críticos, merecendo atenção constante da vigilância. Outro exemplo seriam pontos de especial interesse, tais como clínicas de hemodiálise, hospitais, indústria de injetáveis. Além disso, o monitoramento de vigilância deve focar situações não cobertas pelo controle, como populações que consomem água de soluções alternativas, coletivas ou individuais, e as instalações prediais.

Para satisfazer dois princípios fundamentais – *representatividade e abrangência espacial* – a Tabela 9.5 apresenta alguns critérios para a definição dos pontos de

amostragem do monitoramento de vigilância da qualidade da água. Na elaboração do plano de amostragem, poderão ser contemplados todos ou apenas alguns dos critérios listados, dependendo da situação encontrada no município; de forma semelhante, outros poderão ser incorporados em função de especificidades locais ou dos sistemas de abastecimento.

**Tabela 9.5 – Sugestões de critérios a serem observados na definição dos pontos de amostragem do monitoramento de vigilância da qualidade da água**

CRITÉRIO	PONTOS DE AMOSTRAGEM
Distribuição geográfica	Saída do tratamento ou entrada no sistema de distribuição.
	Saída de reservatórios de distribuição.
	Pontos na rede de distribuição: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rede nova e antiga;</li> <li>• zonas altas e zonas baixas;</li> <li>• pontas de rede.</li> </ul>
	Áreas mais densamente povoadas.
	Pontos não monitorados pelo controle: <ul style="list-style-type: none"> <li>• soluções alternativas;</li> <li>• fontes individuais no meio urbano;</li> <li>• escolas na zona rural.</li> </ul>
Locais estratégicos	Áreas com populações em situação sanitária precária.
	Consumidores mais vulneráveis (hospitais, escolas, creches, etc.).
	Áreas próximas a pontos de poluição (indústrias, lixões, pontos de lançamento de esgoto, cemitérios, etc.).
	Áreas sujeitas a pressão negativa na rede de distribuição.
	Pontos em que os resultados do controle indiquem problemas recorrentes.
	Soluções alternativas desprovidas de tratamento, de rede de distribuição ou sem identificação de responsável.
	Veículo transportador.
Áreas que, do ponto de vista epidemiológico, justifiquem atenção especial (por exemplo, ocorrência de casos de doenças de transmissão hídrica).	

## FREQÜÊNCIA, NÚMERO DE AMOSTRAS E PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS

A Portaria MS nº 518/2004 não detalha planos de amostragem a serem seguidos pelos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano, ficando a cargo da autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, implementar um plano próprio de amostragem, consoante as diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

A Portaria MS nº 518/2004 em seu art. 5º, inciso IV:

São deveres e obrigações do Ministério da Saúde [...]: definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos estados, Distrito Federal ou municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

Em função dessas diretrizes a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) – em parceria com a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) – contratou um consultor com especialidade em estatística para determinar um tamanho mínimo de amostras para servir de base para a elaboração das diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem para a vigilância da qualidade da água para consumo humano. As bases metodológicas estatísticas que fundamentaram os cálculos foram baseadas nos textos publicados pela Organização Mundial de Saúde: (1) *Sample Size Determination in Health Studies*, 1991, Lwanga e Lemeshow, WHO: Geneva. (2) *Adequacy of Sample Size in Health Studies*, 1990, Lemeshow et al. John Wiley and Sons: New York Published in Behalf of the WHO.

Para elaboração desse número mínimo de amostras, foram utilizadas informações históricas sobre os dados de controle e vigilância do ano de 2003, os quais foram fornecidos pelo setor saúde dos seguintes municípios: Caraguatatuba, Ilha Bela, Ubatuba, Rio Claro, Coelho, Engenheiro, São Sebastião, Americana, Caçapava, Itu, Jundiaí, Limeira, Lins, Presidente Prudente, Ribeirão Preto e Santos, no Estado de São Paulo; Barra de Santo Antônio, no Estado de Alagoas; Adrianópolis, Araucária, Curitiba, Tijucas do Sul e Pien, no Estado do Paraná; Palmas, no Estado do Tocantins; Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul; Candeias, Dias D’Ávila, Lauro de Freitas e Salvador, no Estado da Bahia; Belo Horizonte, Cordisburgo, Ipanema e Itanhandu, no Estado de Minas Gerais.

Para o cálculo do quantitativo de amostras de vigilância, adotou-se como margem de erro da vigilância o intervalo 0,10 a 0,20. Isso significa que a margem de erro da vigilância da qualidade da água não deve ser superior a 20% nem inferior a 10%. Esses valores parecem razoáveis a partir do pressuposto de que uma margem de erro acima de 20% é bastante alta e deve ser evitada; e uma margem abaixo de 10% implicaria tamanhos de amostra muito grandes, o que seria inviável para a vigilância da qualidade da água (COLOSIMO, 2004).

Os parâmetros a ser analisados foram sugeridos pelo setor saúde como indicadores de qualidade da água para consumo humano, os quais foram baseados na metodologia proposta pela OMS, adaptada pela OECD (Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento – traduzido do inglês Organisation for Economic Cooperation and Development). Essa metodologia considera uma estrutura para relatar o estado do meio ambiente conhecida como “FPEEEA” – Força Motriz, Pressão, Estado, Exposição, Efeito e Ação. As forças motrizes (*driving forces*) são responsáveis pela pressão no ambiente e pelos efeitos que frequentemente precedem a resposta política.

Esses indicadores já estão sendo utilizados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua):

- parâmetros microbiológicos – coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*;
- parâmetros físicos – turbidez;
- parâmetros químicos – cloro residual livre e flúor;
- parâmetros orgânicos – agrotóxicos;
- parâmetros inorgânicos – mercúrio.

Dependendo da capacidade instalada do município, pode-se pensar na inclusão de outros parâmetros, também de interesse imediato de saúde, tais como a contagem de bactérias heterotróficas, entre outros, de acordo com a necessidade e a realidade do município.

Com relação aos demais parâmetros de avaliação da qualidade previstos na legislação (por exemplo, substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, trihalometanos e agrotóxicos), considerando sua especificidade e custo de análise, a vigilância deverá estar atenta ao cumprimento da legislação por parte dos responsáveis pelo controle de qualidade da água, incluindo a realização das análises e o envio de relatórios periódicos para proceder à devida sistematização e interpretação dos resultados. Entretanto, a pesquisa de algum outro parâmetro específico pela vigilância pode ser necessária. Por exemplo, quando da ocorrência de acidentes ou de indícios de agravos à saúde associados à presença de uma determinada substância na água.

O número mínimo de amostras deverá ser calculado em função da população total do município para as diversas formas de abastecimento de água, conforme as Tabelas 9.6 a 9.10. Cabe ao setor saúde definir o quantitativo de amostras a serem realizadas das diversas formas de abastecimento em função dos resultados da análise e de outras características (se a água é submetida a tratamento ou não, tamanho da população abastecida, existência de consumidores vulneráveis, entre outras).

**Tabela 9.6 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de cloro residual livre, em função da população total do município**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO					
		<5.000 HAB.	5.001 A 10.000 HAB.	10.001 A 20.000 HAB.	20.001 A 50.000 HAB.	50.001 A 100.000 HAB.	> 100.000 HAB
CRL1	Superficial ou subterrâneo	10	14	18	25	36	53

<sup>1</sup> Cloro residual livre.

**Tabela 9.7 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de turbidez, em função da população total do município**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO					
		<5.000 HAB.	5.001 A 10.000 HAB.	10.001 A 20.000 HAB.	20.001 A 50.000 HAB.	50.001 A 100.000 HAB.	> 100.000 HAB.
Turbidez	Superficial ou subterrâneo	10	14	18	25	36	53

**Tabela 9.8 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise química de fluoreto, em função da população total do município**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO					
		<50.000 HAB.	50.000 A 100.000 HAB.	100.001 A 1000.000 HAB.	1000.001 A 2.000.000 HAB.	2.000.001 A 10.000.000 HAB.	>10.000.000 HAB.
Fluoreto	Superficial ou subterrâneo	5	10	18	27	54	68

**Tabela 9.9 – Número mínimo mensal de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise bacteriológica, em função da população total do município**

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	POPULAÇÃO TOTAL DO MUNICÍPIO				
		<10.000 HAB.	10.000 A 20.000 HAB.	20.0001 A 50.000 HAB.	50.001 A 100.000 HAB.	> 100.000 HAB.
Coliformes Totais	Superficial ou subterrâneo	10	18	25	36	40

**Tabela 9.10 – Número mínimo anual de amostras para vigilância da qualidade da água para consumo humano, para fins de análise de agrotóxicos e mercúrio**

PARÂMETROS	TIPO DE MANANCIAL	NÚMERO DE AMOSTRAS <sup>1</sup>
Agrotóxicos e mercúrio <sup>2</sup>	Superficial ou subterrâneo	2

<sup>1</sup> Para os parâmetros agrotóxicos e mercúrio definiu-se a realização de 1 (uma) amostra semestral, independente da população total do município.

<sup>2</sup> Para os demais parâmetros a frequência é a mesma.

## MÉTODOS DE AMOSTRAGEM LABORATORIAL

Os métodos de amostragem utilizados para o monitoramento dos parâmetros deverão estar em consonância com as normas nacionais, ou na falta destas, as estabelecidas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria da American Public Health Association, (APHA), da American Water Works Association (AWWA) e da Water Environment Federation (WEF) ou das normas publicadas pela International Standardization Organization (ISO), entre outras metodologias.

### 9.4 PROGRAMAÇÃO DA COLETA DE AMOSTRAS

Com vistas à garantia de eficiência e qualidade, a execução do monitoramento requer planejamento. São sugeridos a seguir os diversos aspectos a ser observados na coleta de amostras:

#### ETAPA 1 – PLANEJAMENTO

- Com base no plano de amostragem, definir, em cada semana do ano, os sistemas e/ou as soluções alternativas a serem monitoradas;
- selecionar os pontos de amostragem (endereços de coleta) e definir um roteiro de coleta;
- definir os tipos de análises e/ou as medições em campo a serem realizadas para fins de previsão dos materiais e dos equipamentos necessários, bem como eventuais procedimentos para conservação de amostras.

#### ETAPA 2 – INFRA-ESTRUTURA

- Escolher os tipos e a quantidade de frascos/bolsas de coleta a serem levados a campo em função das análises a serem realizadas;
- cuidar da conservação das amostras e do volume a ser coletado (essas informações deverão ser obtidas com o Laboratório de Referência);
- verificar a existência de tiosulfato de sódio (inibidor de cloro) nos frascos/bolsas de coleta para análise microbiológica proveniente de sistemas e/ou soluções alternativas coletivas que sejam submetidas à cloração;
- verificar o prazo de validade da esterilização dos frascos de vidro ou das bolsas de coleta;
- levar sempre frascos/bolsas sobressalentes para o caso de ocorrência de contaminação ou danificação;

- selecionar e checar equipamentos ou kits de medições de campo (cloro residual total e livre, pH), verificar a calibração de equipamentos, a existência de reagentes e seu prazo de validade;
- verificar todo o material de apoio: álcool 70°, algodão, avental, barbante para amarrar frascos de coleta para amostragem de água em profundidade, caixa térmica, etiquetas para identificação de amostras, fita crepe, gelo reciclável, luvas e máscaras descartáveis, papel-toalha, pincel atômico e caneta esferográfica, planilhas de coleta, sacos plásticos para acondicionamento dos frascos e para descartes de resíduos; termômetro; tesoura;
- confirmar a disponibilidade de transporte.

### ETAPA 3 – OPERACIONAL

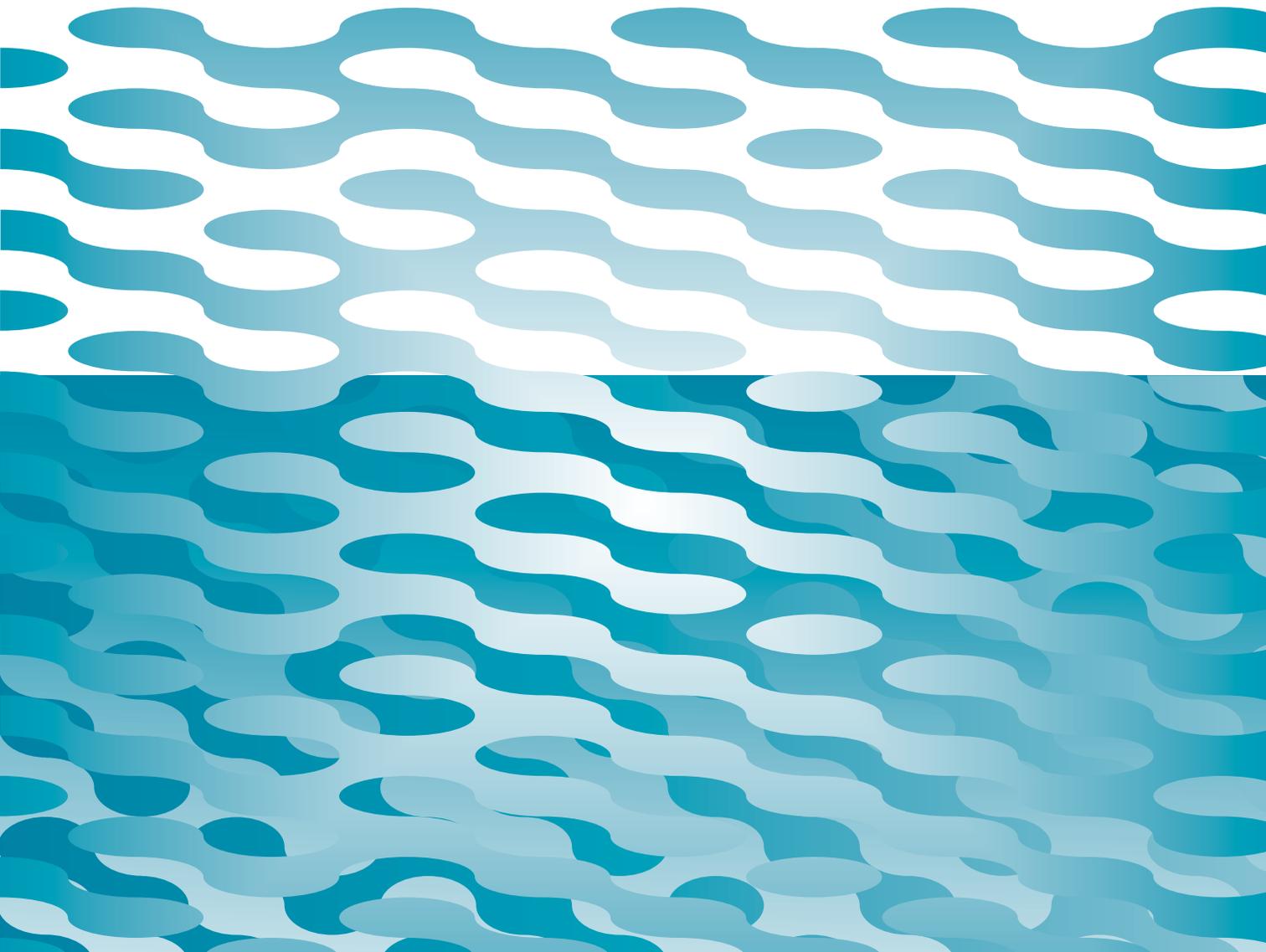
- Identificar-se junto ao proprietário do imóvel, esclarecendo o objetivo da coleta a ser realizada; apresentar crachá de identificação;
- verificar a existência de torneira junto ao cavalete no caso de sistema de abastecimento de água;
- higienizar a torneira da qual se pretende retirar a amostra. Essa higienização poderá ser efetuada com álcool ou hipoclorito de sódio a 2,5%. Não é recomendável a flambagem da torneira, pois o resultado obtido com esse procedimento é igual ao de outras técnicas de desinfecção utilizadas, não sendo adequada no caso de torneiras confeccionadas de material plástico;
- abrir a torneira em jato forte, deixando a água escoar por aproximadamente 2 a 3 minutos. O objetivo desse procedimento é eliminar possíveis resíduos de desinfetante aplicados (álcool ou hipoclorito de sódio) ou outras incrustações existentes na canalização, bem como deixar escoar a água que estava parada no trecho do ramal de distribuição da rede e o cavalete. Deve-se lembrar que o objetivo é avaliar a qualidade da água da rede de distribuição;
- aplicar os procedimentos anteriores de higienização e descarte das primeiras águas quando o objetivo for o de análise da água corrente no sistema de distribuição. No caso de interesse do conhecimento de eventual contaminação do próprio ponto de coleta ou dos efeitos de estagnação da água no sistema de distribuição, os procedimentos descritos não devem ser efetuados;
- se houver medida de temperatura, encher um frasco de plástico com um pouco de água para fins de medição de temperatura enquanto se realizam os demais procedimentos, pois é necessário um tempo de contato entre a água e o termômetro para fins de estabilização da temperatura;
- identificar os frascos/bolsas de amostras e preencher a planilha de coleta (FIGURA 9.2) com todos os dados disponíveis, incluindo o horário do início do procedimento da coleta. A letra deve ser legível, de preferência em letra de fôrma para evitar dúvidas ou enganos;

- ajustar a abertura da torneira em fluxo médio, calçar as luvas de procedimentos e efetuar as coletas na seguinte seqüência:
  - coleta para análise microbiológica;
  - coleta para análise físico-química;
  - medições de campo (pH, cloro residual total e livre).
- ter o cuidado de não encher o frasco/bolsa até a boca (até ¾), permitindo dessa forma a homogeneização do seu conteúdo;
- completar o preenchimento da planilha com os dados medidos em campo;
- acondicionar os frascos/bolsas com amostras de água em sacos plásticos para mantê-los protegidos do contato direto com o gelo reciclável, evitando inclusive que a identificação dos frascos seja comprometida pela umidade do gelo;
- organizar os frascos dentro da caixa térmica para evitar tombamentos;
- fechar e lacrar a caixa térmica e enviar o material imediatamente ao laboratório. Atentar para o prazo máximo de transporte e realização das análises.

**Figura 9.2 – Modelo de planilha de coleta de amostras de água para consumo humano**

FICHA DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS									
MUNICÍPIO:		RESPONSÁVEL PELA COLETA:				DATA DA COLETA		ENTRADA NO LABORATÓRIO	
Ordem	Número da amostra <sup>1</sup>	Endereço e local da coleta	Ponto de coleta <sup>2</sup>	Nome do sistema <sup>3</sup>	Origem da água <sup>4</sup>	CRL	Horário da coleta	Análise solicitada <sup>5</sup>	Observação:

<sup>1</sup> Deverá ser preenchido pelo laboratório;  
<sup>2</sup> cavalete, torneira, bebedouro, direto do manancial, etc.;  
<sup>3</sup> nome do sistema e/ou solução alternativa de abastecimento de água;  
<sup>4</sup> SAA – sistema de abastecimento de água; SAC – solução alternativa coletiva (caminhão-pipa, etc.); ou SAI – solução alternativa individual;  
<sup>5</sup> MIC – microbiologia; FQ – físico-química; F – flúor ou outra determinação específica.





## 10 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE DADOS

### 10.1 FONTES DE INFORMAÇÕES: ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

O conjunto das atividades destacadas em capítulos anteriores – cadastro dos sistemas e soluções de abastecimento de água, inspeções, monitoramento da qualidade da água em planos implementados pelos responsáveis pelo controle e pela vigilância – resulta em um volume de informações a serem sistematizadas e permanentemente analisadas sob a ótica da avaliação de riscos à saúde.

Nesse sentido, cumpre novamente destacar o disposto na Portaria MS nº 518/2004:

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

- a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;
- b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;
- c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e
- d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

A fim de reforçar as atribuições e as responsabilidades dos responsáveis pelo controle e pela vigilância da qualidade da água para consumo humano e o fluxo de informações descrito no Capítulo 7, apresentam-se a seguir exemplos hipotéticos.

#### Exemplo de município que conta com um sistema de abastecimento de água e uma solução alternativa coletiva com distribuição de água por rede

A maior parte da população (sede do município e dois distritos) é abastecida por um sistema público operado pela concessionária estadual. O manancial (captação em reservatório de acumulação) e a estação de tratamento são únicos; derivações na linha adutora de água tratada abastecem a sede do município e os dois distritos. Neste município existe

um grande condomínio, que conta com solução própria de abastecimento de água – captação em poço profundo, desinfecção do reservatório de distribuição e distribuição por meio de rede (solução alternativa coletiva provida de distribuição por rede).

Nesse caso, a concessionária estadual deverá fornecer, anualmente, os dados cadastrais do sistema e, mensalmente, os dados do controle da qualidade da água do sistema. As informações do controle de qualidade da água no sistema de distribuição da sede do município e dos distritos devem ser fornecidas em separado; o responsável pelo condomínio deverá encaminhar anualmente as informações cadastrais da solução alternativa e, trimestralmente, no mínimo, dados do controle de qualidade da água.

A Secretaria Municipal de Saúde deverá cadastrar o sistema operado pela concessionária, indicando as localidades que ele abastece e a solução alternativa coletiva do condomínio, além de proceder às inspeções no sistema e na solução do condomínio. A secretaria deverá, ainda, coletar água no sistema público e no condomínio para fins de vigilância da qualidade da água.

Os dados fornecidos pelos responsáveis pelo sistema e pelo condomínio (cadastro e controle de qualidade da água) deverão, no que couber, ser incorporados e mantidos atualizados no Sisagua, bem como as informações sobre a qualidade da água geradas pela própria vigilância. As informações que não fazem parte do Sisagua deverão ser igualmente sistematizadas, mantidas atualizadas e devidamente analisadas.

### Exemplo de município que conta com dois sistemas de abastecimento e soluções individuais

A maior parte da população urbana é abastecida por dois sistemas, operados por um Serviço Autônomo Municipal: Sistema A – captação em poço profundo; Sistema B – captação em manancial superficial. Entretanto, uma parcela da população urbana faz uso de poços rasos (soluções individuais).

Nesse caso, o prestador do serviço dos Sistemas A e B deve fornecer, anualmente, os dados cadastrais dos dois sistemas; preencher e encaminhar relatórios mensais e semestrais relativos ao controle da qualidade da água dos dois sistemas, em separado, comprovando o pleno cumprimento da Portaria MS nº 518/2004, em termos de atendimento às exigências de planos de amostragem e ao padrão de potabilidade.

A Secretaria Municipal de Saúde deverá cadastrar os dois sistemas de abastecimento de água e as soluções individuais e proceder às respectivas inspeções. A Secretaria deverá ainda implementar programas de análises de amostras de água nos Sistemas A e B e nos poços rasos.

Os dados fornecidos pelo responsável pelos dois sistemas (cadastro e controle de qualidade da água) devem, no que couber, ser incorporados e mantidos atualizados no Siságua, bem como as informações sobre a qualidade da água geradas pela própria vigilância. As informações que não fazem parte do Siságua deverão ser igualmente sistematizadas, mantidas atualizadas e devidamente analisadas.

### Exemplo de localidade que não conta com sistema ou solução coletiva provida de distribuição de água por rede

A maior parte da população busca água em um chafariz suprido por “água de serra”. A localidade é ainda atendida por caminhão-pipa duas vezes por semana.

No primeiro caso, a identificação do responsável pode recair sobre a prefeitura municipal. No caso do caminhão-pipa, deve ser devidamente identificado o responsável pelo fornecimento de água e a origem da água. O responsável pelo caminhão-pipa deverá ser orientado a se cadastrar na Secretaria Municipal de Saúde e solicitar autorização para o fornecimento de água. Cumprido esse requisito, deverá ainda manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água e apresentar, em periodicidade mínima trimestral, os dados do controle da qualidade da água.

A Secretaria Municipal de Saúde deverá cadastrar as duas “fontes” de abastecimento de água e coletar amostras de água do chafariz e do caminhão para as análises de Vigilância. Neste exemplo, assumem particular importância as ações de inspeção das condições de proteção da fonte de “água de serra”, do estado de conservação do caminhão, das instalações e das práticas domiciliares de armazenamento da água.

## 10.2 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DO CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Nos planos de amostragem definidos na Portaria MS nº 518/2004 (Capítulo 9), a frequência de amostragem para os diversos parâmetros varia de horária ou diária (ex.: turbidez da água filtrada, turbidez e cloro residual na saída do tratamento); semanal (ex.: colimetria na saída do tratamento); mensal (ex.: colimetria, turbidez e cloro residual no sistema de distribuição); trimestral (ex.: trihalometanos no sistema de distribuição); e semestral (ex.: demais parâmetros na água bruta e na saída do tratamento).

O cumprimento dos planos de amostragem e do padrão de potabilidade deve, portanto, ser verificado mensal e semestralmente, com base nos relatórios enviados pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água (Figuras 9.5).

Para tanto, pode-se recorrer ao cômputo de índices de atendimento percentuais, tais como:<sup>1</sup>

### Índice de coleta de amostras para cada parâmetro (IC)

O IC mínimo exigido é de 100%.

$$IC = \frac{\text{Nº de amostras coletadas nas diversas partes dos sistemas e soluções de abastecimento}}{\text{Nº de amostras a coletar segundo os planos de amostragem da Portaria MS nº 518/2004}} \times 100$$

Para avaliar se a água distribuída atende ao padrão bacteriológico de potabilidade, pode-se utilizar um Índice Bacteriológico (IB) obtido por:

$$IB = \frac{\text{Nº de amostras com ausência de coliformes}}{\text{Nº de amostras coletadas}} \times 100$$

De acordo com o padrão de potabilidade (Portaria MS nº 518/2004):

- sistemas que analisam quarenta ou mais amostras por mês: ausência de coliformes totais em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês;
- sistemas que analisam menos de quarenta amostras por mês: apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml.

Portanto, no primeiro caso, mensalmente, o IB mínimo aceitável é de 95%.

Analogamente, pode-se construir Índices Físico-Químicos (IFQs) a fim de avaliar o atendimento aos valores máximos permitidos (VMP) pela Portaria MS nº 518/2004 para diversos parâmetros. Por exemplo, dos relatórios mensais podem ser construídos os índices de turbidez, cloro residual livre e fluoreto.

<sup>1</sup> Uma apresentação mais detalhada de cálculo dos índices encontra-se no Anexo.

Os IFQs ideais são 100%.

$$\text{IFQ} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de amostras de acordo com o padrão}}{\text{N}^\circ \text{ de amostras coletadas}} \times 100$$

Além da verificação periódica e permanente do atendimento ao padrão de potabilidade, a Vigilância deve organizar seu banco de dados em termos de séries históricas e espaciais, as quais, em conjunto com os dados do cadastro e das inspeções, permitem melhor avaliar as situações de risco e a vulnerabilidade dos sistemas e as soluções de abastecimento de água.

O conteúdo deste item é desenvolvido com o exemplo da consolidação e da interpretação de resultados de um sistema de abastecimento de água real, porém com nome fictício – Vistoso, com cerca de 70 mil habitantes.

## Análise das informações do controle de qualidade da água do município de Vistoso

### Exemplo

#### Caracterização do sistema de abastecimento de água e das práticas operacionais e de controle da qualidade da água adotadas

A análise do cadastro e as informações levantadas em inspeções realizadas no sistema de abastecimento de água do município de Vistoso permitiram o seguinte relatório sintético de caracterização do sistema e de sua operação:

O sistema é abastecido por manancial superficial de reduzida vazão ( $\cong 100$  L/s e  $\cong 200$  L/s em épocas de estiagem e chuvas), com dois represamentos consecutivos (reservatórios de acumulação) a montante do ponto de captação; a bacia de captação é desprotegida, com ocupação urbana crescente e atividades agropecuárias relativamente intensas. A ETA trata cerca de 50 L/s com períodos de operação médios diários de oito horas, sendo empregado o tratamento completo: mistura rápida hidráulica em calha Parshall, floculação hidráulica com seis câmaras, decantador circular com alimentação central e fluxo radial; dois filtros rápidos com leito de areia, desinfecção com cloro-gás. O tanque de contato apresenta tempo de detenção hidráulica (tempo de contato) médio de 15 minutos. Não é realizada a fluoretação da água.

Apesar de a ETA ser operada com o maior rigor possível, registram-se algumas deficiências que podem comprometer o esforço cotidiano. Por

exemplo, as bombas dosadoras de sulfato de alumínio encontram-se em estado precário de conservação, dificultando o controle preciso da coagulação; o decantador apresenta-se desnivelado, reduzindo substancialmente o perímetro útil dos vertedores de coleta de água decantada; os filtros têm seus leitos de areia já em estado avançado de deterioração, limitando a eficiência da filtração; o dosador de cloro-gás já se encontra próximo ao limite de sua vida útil e apresenta capacidade inferior à necessária.

A rede de distribuição, com aproximadamente 8 km, também se encontra em estado precário de conservação. Alguns trechos, muito antigos e executados em ferro fundido, apresentam sinais de incrustações e de redução da seção útil; vazamentos são uma constante na operação da rede. Não há dispositivos e operações de descarga e limpeza da rede. Também não há operações de caça vazamentos na rede de distribuição.

O laboratório de controle de qualidade da água apresenta boa capacidade instalada, estando apto à realização das análises dos seguintes parâmetros exigidos na Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (água bruta) e na Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde: parâmetros bacteriológicos (colimetria e contagem de bactérias heterotróficas), organismos patogênicos (*Giardia* e *Cryptosporidium*) parâmetros físico-químicos: pH, DBO, DQO, nitrogênio, fósforo, OD, sólidos, turbidez, cor, cloro residual; substâncias químicas inorgânicas que representam risco à saúde e componentes do padrão de aceitação para consumo. O laboratório não apresenta capacidade para a realização de análises de substâncias químicas orgânicas, trihalometanos, agrotóxicos e cianotoxinas.

O controle de qualidade da água realizado inclui:

- água bruta:
  - análise semesral dos parâmetros da Portaria MS nº 518/2004, sendo a análise de substâncias orgânicas e agrotóxicos terceirizada;
  - análise horária de alcalinidade, pH, turbidez e cor;
  - análise semanal de coliformes;
  - pesquisa mensal de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium*;
- não é realizado o monitoramento de cianobactérias;
- ensaios de jar-teste são realizados diariamente;
- água decantada: análise horária de turbidez e semanal de coliformes;
- água filtrada: análise individual (de cada filtro) – horária de turbidez e semanal de coliformes;
- água no tanque de contato: controle horário de pH e temperatura; anotoxinas.
- água na entrada do sistema de distribuição (saída do reservatório de distribuição):

- análises horárias de cloro residual livre e combinado, turbidez, pH;
- análise semanal de coliformes;
- água no sistema de distribuição:
  - coleta semanal e alternada de amostras em dois blocos de quatro pontos: pontas de rede e pontos estratégicos – creche, posto de saúde, pensões e restaurante popular. São analisados os seguintes parâmetros: cloro residual livre e combinado, turbidez, cor, pH, ferro, alumínio, colimetria, contagem de bactérias heterotróficas.
  - análise trimestral de trihalometanos.

### Verificação do plano de amostragem

Das informações obtidas dos relatórios recebidos, complementadas por levantamentos em inspeções, pode-se montar o seguinte quadro comparativo:

PARÂMETRO	SAÍDA DO TRATAMENTO		SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	
	PORTARIA MS Nº 518/2004	REALIZADO	PORTARIA MS Nº 518/2004	REALIZADO
Cor, turbidez, pH	76	76	10	16
CRL	76	76	20	16
Fluoreto	76	NR	5	NR
Coliformes	8	4	20	16
Cianotoxinas	(Conforme § 5º do artigo 18)	NR	NA	NA
Trihalometanos	1/3meses	1/3meses	1/3meses	1/3 meses
Demais parâmetros <sup>3</sup>	1/6 meses	Inorgânicas: 1/3 meses Orgânicas: NR	1/6 meses	NA

Apesar de o controle de qualidade da água implementado superar, em vários aspectos, o mínimo exigido, observa-se que não são atendidos os requisitos de amostragem para a análise de coliformes na saída do tratamento e de coliformes e cloro residual na rede de distribuição, o que demanda medidas corretivas.

Os responsáveis pelo sistema devem ainda ser instados a implementar a fluoretação da água, a realizar a análise semestral de substâncias orgânicas e agrotóxicos na saída do tratamento e o monitoramento de cianobactérias no manancial junto ao ponto de captação.

De posse do relatório referente a julho de 2002, quando algumas, ainda que poucas, não conformidades podem ser observadas, a Vigilância, fazendo uso de suas prerrogativas e do estabelecido na Portaria MS nº 518/2004 como atribuição do responsável pela operação de sistemas de abastecimento de água (art. 90, inciso VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública), solicitou e obteve acesso aos dados de monitoramento da água filtrada e da rede de distribuição, por data e ponto de amostragem (pontas de rede), relativos aos últimos 12 meses.

 <b>Secretaria de Vigilância em Saúde</b>	<b>SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (SISAGUA) CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA RELATÓRIO MENSAL – FORMULÁRIO DE ENTRADA DE DADOS –</b>				
	MUNICÍPIO:	VISTOSO	NOME SISTEMA:	VISTOSO	MÊS/ANO:
Tipo de manancial: Superficial <input checked="" type="checkbox"/> Subterrâneo <input type="checkbox"/>					
Turbidez (UT)		Saída do tratamento		Sistema de distribuição	
Número de amostras realizadas		76		16	
Número de amostras fora dos padrões		1		zero	
Turbidez média mensal		0,4			
Turbidez máxima		1,3			
Cloro residual livre (mg/L)		Saída do tratamento		Sistema de distribuição	
		Não se aplica <input type="checkbox"/>		Não se aplica <input type="checkbox"/>	
Número de amostras realizadas		76		16	
Número de amostras fora do padrão		zero		3	
Cloro residual livre médio mensal		0,7			
Cloro residual livre mínimo		0,6			
Outras formas de desinfecção					
<input type="checkbox"/>	Ozônio				
<input type="checkbox"/>	Ultravioleta				
<input type="checkbox"/>	Outros		Especificar:		
Coliforme		Saída do tratamento		Sistema de distribuição	
		Não se aplica <input type="checkbox"/>		Não se aplica <input type="checkbox"/>	
Número de amostras realizadas		4		16	
Número de amostras com presença de coliformes totais em 100 mL		zero		zero	
Número de amostras com presença de <i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes em 100 mL		Zero		Zero	
Fluoreto (mg/L)		Saída do tratamento		Sistema de distribuição	
Não se aplica		Não se aplica <input type="checkbox"/>		Não se aplica <input type="checkbox"/>	
Número de amostras realizadas					
Número de amostras fora dos padrões					
Reclamações de falta d'água					
Número de reclamações		Não houve reclamações			
Não tem informação					
Reparos na rede					
Número de reparos		Não houve reparos			
Não tem informação					
Intermitência do serviço de água:					
Sim	<input type="checkbox"/>	Nº de domicílios:			
Não	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Responsável:</b>		José Vistoria			
<b>Data do preenchimento:</b>		05/08/2002			

## Sistematização e interpretação do banco de dados anual de turbidez da água filtrada

Distribuição de freqüência da turbidez da água filtrada, ago. 2001-jul. 2002

TURBIDEZ (UT)	ÁGUA FILTRADA 1			ÁGUA FILTRADA 2		
	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	%	ACUMULADO (%)	NÚMERO DE OCORRÊNCIAS	%	ACUMULADO (%)
AGO. 2001/ JUL. 2002						
0,00 – 0,09	64	2,8	2,8	64	2,8	2,8
0,10 – 0,19	164	7,2	10,1	139	6,1	8,9
0,20 – 0,29	598	26,4	36,4	545	24,0	32,9
0,30 – 0,49	748	33,0	69,4	767	33,8	66,7
0,50 – 0,74	406	17,9	87,3	410	18,0	84,7
0,75 – 0,99	159	7,0	94,3	191	8,4	93,1
1,00 – 1,24	63	2,8	97,1	87	3,8	97,0
1,25 – 1,49	31	1,4	98,5	33	1,5	98,4
1,50 – 1,74	11	0,5	98,9	14	0,6	99,0
≥ 1,75	24	1,1	100,0	22	1,0	100,0
TOTAL	2268	100,0	100,0	2272	100,0	100,0

Percentual de atendimento ao padrão e metas de turbidez de água filtrada

MÊS	FILTRO 1 (%)		FILTRO 2 (%)	
	≤ 0,5 UT	≤ 1,0 UT	≤ 0,5 UT	≤ 1,0 UT
Ago. 2001	79,1	100,0	78,2	97,3
Set. 2001	36,0	78,5	25,8	72,0
Out. 2001	69,0	96,7	66,2	95,9
Nov. 2001	29,9	83,1	15,5	82,5
Dez. 2001	21,1	82,9	18,9	76,9
Jan. 2002	72,5	93,3	69,1	96,1
Fev. 2002	91,1	100,0	92,5	98,6
Mar. 2002	50,7	98,7	54,0	98,7
Abr. 2002	97,8	99,5	95,1	99,5
Mai. 2002	97,6	100,0	99,4	100,0
Jun. 2002	97,2	99,1	96,7	99,5
Jul. 2002	93,9	99,6	96,1	99,1
ANUAL	69,4	94,3	66,7	93,1

A organização dos dados de turbidez da água filtrada em termos de distribuição de freqüência permite observar que o padrão de turbidez ( $\leq 1,0$  UT) é quase sistematicamente atendido. Ao longo de todo o ano, apenas cerca de 6-7% dos

dados de monitoramento horário da água filtrada apresentaram-se acima de 1,0 UT. Entretanto, a meta mais rigorosa de turbidez da água filtrada ( $\leq 0,5$  UT) revelou-se de mais difícil atendimento. (Art. 12 § 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp., recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.)

A sistematização dos resultados permite ainda identificar um pior desempenho em épocas de chuvas. Em geral, o sistema apresenta boa estabilidade, porém, em nome do maior rigor possível, os dados não deixam de sugerir medidas de otimização do processo de tratamento.

### Sistematização e interpretação do banco de dados anual da qualidade da água distribuída

#### Teores de cloro residual nas pontas de rede (mg/L)

PONTOS DE AMOSTRAGEM				
DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	0,15	0,18	0,48	0,55
28/08/01	0,37	0,27	0,85	0,68
04/09/01	0,46	1,10	1,40	1,21
12/09/01	0,01	0,00	0,02	0,00
19/09/01	0,00	0,00	0,00	0,19
15/10/01	0,03	0,02	0,10	0,20
22/10/01	0,02	0,06	0,27	0,57
29/10/01	0,02	0,03	0,03	0,01
05/11/01	0,02	0,01	0,39	0,60
12/11/01	0,04	0,03	0,29	0,09
20/11/01	0,01	0,00	0,12	0,16
26/11/01	0,00	0,02	0,33	0,20
03/12/01	0,02	0,00	0,08	0,15
10/12/01	0,02	0,00	0,10	0,19
18/12/01	0,00	0,00	0,24	0,41
10/01/02	0,02	0,00	0,26	0,50
17/01/02	0,11	0,00	0,23	0,32
24/01/02	0,01	0,04	0,45	0,53
05/02/02	0,02	0,02	0,10	0,12
21/02/02	0,44	0,18	0,18	0,15
28/02/02	0,02	0,01	0,26	0,17
14/03/02	0,00	0,00	0,27	0,52
22/03/02	0,59	0,40	0,35	0,50

Continua...

## Continuação

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
28/03/02	0,00	0,00	0,39	0,48
12/04/02	0,00	0,04	0,36	0,45
18/04/02	0,67	0,59	0,50	0,60
25/04/02	0,00	0,01	0,39	0,52
29/04/02	0,01	0,01	0,53	0,56
06/05/02	0,02	0,12	0,49	0,47
15/05/02	0,00	0,00	0,26	0,31
27/05/02	0,02	0,01	0,24	0,35
04/06/02	0,03	0,46	0,25	0,50
25/06/02	0,78	NR	1,01	1,15
08/07/02	0,03	0,01	0,51	0,55
15/07/02	0,00	0,37	0,56	0,66
ICR (%)	17,1	17,6	74,3	71,4
Estatística descritiva	PA1	PA2	PA3	PA4
Mínimo	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	0,780	1,100	1,400	1,210
Mediana	0,020	0,015	0,270	0,470
Média	0,115	0,117	0,350	0,418
Desvio-padrão	0,21	0,23	0,28	0,27

### Sistematização e interpretação do banco de dados anual da qualidade da água distribuída

TURBIDEZ DA ÁGUA NAS PONTAS DE REDE (UT)				
DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	0,68	1,08	0,49	0,66
28/08/01	0,79	2,46	0,79	0,87
04/09/01	1,00	1,01	0,95	1,00
12/09/01	0,97	1,24	0,80	0,86
19/09/01	2,00	1,67	1,49	1,35
15/10/01	1,81	NR	0,86	0,46
22/10/01	2,49	7,89	1,96	1,13
29/10/01	4,39	6,29	2,80	1,27
05/11/01	4,03	1,07	0,83	0,72
12/11/01	1,43	1,29	1,13	1,10
20/11/01	1,08	1,28	3,00	0,85

Continua...

## Continuação

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
26/11/01	1,07	1,02	1,41	0,72
03/12/01	3,68	2,87	2,72	2,75
10/12/01	1,70	1,95	1,97	1,54
18/12/01	2,89	5,69	1,25	1,18
10/01/02	4,08	1,01	0,81	0,78
17/01/02	20,10	1,47	1,60	1,14
24/01/02	1,31	1,43	0,80	0,92
05/02/02	3,63	1,35	1,38	1,15
21/02/02	0,81	0,73	0,74	0,45
28/02/02	3,20	1,36	3,10	1,01
14/03/02	2,20	3,70	0,46	0,42
28/03/02	0,94	1,72	0,53	0,40
11/04/02	3,82	NR	0,57	0,45
12/04/02	2,40	0,47	0,42	0,40
18/04/02	0,39	0,42	0,54	0,55
25/04/02	1,21	7,30	0,37	0,36
29/04/02	0,87	1,53	0,40	0,36
06/05/02	1,00	0,64	0,55	0,46
15/05/02	1,67	1,97	0,49	0,50
27/05/02	2,22	1,96	0,41	0,37
04/06/02	5,30	1,28	0,24	0,33
25/06/02	1,00	NR	0,48	0,49
08/07/02	0,40	0,77	4,30	4,95
15/07/02	2,85	1,98	0,41	0,34
IT (%)	94,3	87,9	100,0	100,0
Estatística descritiva	PA1	PA2	PA3	PA4
Mínimo	0,39	0,42	0,24	0,33
Máximo	20,10	7,89	4,30	4,95
Mediana	1,70	1,40	0,80	0,72
Média	2,55	2,12	1,17	0,92
Desvio-padrão	3,32	1,94	0,97	0,85

## Sistematização e interpretação do banco de dados anual da qualidade da água distribuída

### Cor da água nas pontas de rede (uC)

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	3,3	19,1	0,2	0,6
28/08/01	6,5	22,3	4,8	2,4
04/09/01	5,2	5,6	4,3	2,1
12/09/01	5,4	9,2	6,8	13,6
19/09/01	15,0	8,0	5,0	10,0
22/10/01	15,0	25,0	5,0	5,0
29/10/01	25,0	30,0	10,0	5,0
12/11/01	10,0	10,0	5,0	5,0
20/11/01	5,0	5,0	15,0	5,0
26/11/01	10,0	10,0	5,0	5,0
03/12/01	32,9	10,0	10,0	10,0
10/12/01	9,8	15,3	10,3	8,2
18/12/01	15,0	30,0	5,0	5,0
10/01/02	25,0	25,0	15,0	6,5
17/01/02	120,0	0,0	0,0	1,4
24/01/02	4,0	9,7	5,7	0,5
05/02/02	30,0	15,0	15,0	10,0
21/02/02	0,0	0,0	0,0	0,0
28/02/02	11,8	8,5	8,4	0,0
14/03/02	9,9	10,8	0,0	0,0
22/03/02	5,0	5,0	5,0	5,0
28/03/02	5,7	20,0	21,0	3,1
11/04/02	30,0	NR	10,0	5,0
12/04/02	5,4	7,6	0,6	2,4
18/04/02	5,0	15,0	5,0	10,0
25/04/02	11,7	36,6	4,9	4,5
29/04/02	8,5	6,4	5,5	0,0
06/05/02	33,2	16,1	7,8	11,6
15/05/02	10,0	15,0	5,2	0,1
27/05/02	25,0	20,0	3,1	4,7

*Continua...*

*Continuação*

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
25/06/02	19,5	NR	3,8	14,3
08/07/02	20,0	30,0	5,0	5,0
15/07/02	30,0	10,0	5,0	5,0
IC (%)	66,7	61,3	97,0	100,0
Estatística descritiva	PA1	PA2	PA3	PA4
Mínimo	3,30	0,00	0,00	0,00
Máximo	120,00	36,00	21,00	14,30
Mediana	10,85	12,90	5,00	5,00
Desvio-padrão	20,88	9,30	4,80	4,03

### Sistematização e interpretação do banco de dados anual da qualidade da água distribuída

TEORES DE FERRO NAS PONTAS DE REDE (mg/L)				
DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	0,345	0,287	0,006	0,005
07/09/01	0,073	0,018	0,071	ND
12/09/01	0,163	0,316	0,153	ND
19/09/01	0,392	0,296	0,062	0,044
29/10/01	0,808	0,894	0,143	0,072
05/11/01	1,307	0,162	0,085	0,042
12/11/01	0,678	0,447	0,103	0,129
26/11/01	0,342	0,308	0,738	0,271
03/12/01	0,503	0,199	0,046	0,041
10/12/01	0,115	0,241	0,081	ND
18/12/01	0,889	3,422	ND	ND
17/01/02	3,023	0,276	0,063	ND
24/01/02	0,246	0,371	0,034	ND
05/02/02	1,214	0,256	0,157	0,042
21/02/02	0,567	0,276	0,375	0,065
28/02/02	0,202	0,461	0,076	0,035
14/03/02	0,538	0,518	0,131	0,021

*Continua...*

*Continuação*

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
28/03/02	0,800	0,307	ND	ND
12/04/02	0,337	2,477	ND	ND
25/04/02	0,308	0,195	0,024	0
29/04/02	0,338	0,197	0,146	0,274
06/05/02	1,492	1,332	0,707	0,663
15/05/02	0,673	0,564	0,086	0,074
27/05/02	0,851	0,323	0,04	0,023
04/06/02	0,613	NR	0,029	0,046
I <sub>Fe</sub> (%)	20,0	45,8	88,0	96,0
Estatística descritiva	PA1	PA2	PA3	PA4
Mínimo	0,07	0,02	0,00	0,00
Máximo	3,02	3,42	0,74	0,66
Mediana	0,54	0,31	0,08	0,04
Média	0,67	0,59	0,13	0,07
Desvio-padrão	0,61	0,79	0,19	0,14

### Sistematização e interpretação do banco de dados anual da qualidade da água distribuída

DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES NAS PONTAS DE REDE (P/A)				
DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	ND	ND	ND	ND
28/08/01	ND	ND	ND	ND
05/09/01	ND	ND	ND	ND
12/09/01	ND	ND	ND	ND
19/09/01	ND	ND	ND	ND
16/10/01	ND	ND	ND	ND
23/10/01	ND	ND	ND	ND
01/11/01	ND	ND	ND	ND
08/11/01	ND	ND*	ND	ND*
15/11/01	ND	ND*	ND	ND
22/11/01	ND	ND*	ND	ND*

*Continua...*

Continuação

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
28/11/01	ND	ND*	ND	ND
05/12/01	ND	ND*	ND	ND
12/12/01	ND	ND*	ND	ND
19/12/01	ND	ND*	ND	ND
13/01/02	ND	ND*	ND	ND
20/01/02	ND*	ND	ND	ND
27/01/02	ND	ND	ND	ND
08/02/02	ND	ND*	ND	ND
21/02/02	ND	ND	ND	ND
28/02/02	ND	ND*	ND	ND
14/03/02	ND	ND*	ND	ND
21/03/02	ND	ND	ND	ND
30/03/02	ND	ND*	ND	ND
15/04/02	ND	ND*	ND	ND
21/04/02	ND	ND*	ND	ND
25/04/02	ND	ND*	ND	ND
07/05/02	ND	ND	ND	ND
15/05/02	ND	ND	ND	ND*
27/05/02	ND	ND	ND	ND
05/06/02	ND	ND	ND	ND
13/06/02	ND*	ND	ND	ND
15/07/02	ND	ND	ND	ND
31/07/02	ND	ND	ND	ND
IB (%)	100,0	100,0	100,0	100,0

ND: não detectado;

P/A: presença/ausência;

\* Resultado presuntivo positivo.

### Análise dos resultados do controle de qualidade da água no sistema de distribuição

Observa-se que nas pontas de rede PA1 e PA2 a manutenção do teor de cloro residual mínimo (0,2 mg/L) é problemática; em PA3 e PA4 a situação é mais estável, embora no período analisado não se tenha alcançado 100% de atendimento. Os pontos PA1 e PA2 mos-

tram-se também mais problemáticos no atendimento dos padrões de ferro e cor.

Em relação à turbidez, com exceção de dois eventos nos pontos PA1 e PA2, a água permaneceu de acordo com o limite estabelecido para a turbidez. Chamam atenção os elevados valores de turbidez e cor no dia 17/01 em PA1, possivelmente em razão de algum problema na própria rede de distribuição. A análise da estatística descritiva dos dados de turbidez confirma a estabilidade do sistema no atendimento ao padrão, podendo o evento do dia 17/01 ser interpretado como um problema pontual.

Embora a água atenda sistematicamente ao padrão bacteriológico, a julgar pelos resultados de cloro residual, ferro e cor, seria considerada não conforme. O problema sugere necessidades de correção da dosagem de cloro na estação de tratamento de água e a verificação do estado de conservação da rede, principalmente em direção aos pontos PA1 e PA2.

Chama também atenção a elevada ocorrência de resultados presuntivos positivos de coliformes totais em PA1. Poder-se-ia estar perante um problema de formação de biofilmes na rede de distribuição nos trechos que contribuem aos PA1 e PA2 e não exatamente um problema de contaminação. Esses resultados constituem um indicio de maior vulnerabilidade desse trecho da rede de distribuição e devem ser verificados se os procedimentos de coleta são realizados de acordo com o estabelecido na Portaria MS nº 518/2004. (Art. 11 § 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório. Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.)

O exemplo anterior demonstra como, na medida do possível, no âmbito municipal, a Vigilância deve estender sua ação de análise de informações para além do mero recebimento de relatórios mensais e alimentação do Siságua. O estudo de caso explicita como avaliações individuais e segmentadas apenas revelam, pontualmente, a qualidade da água e como a sistematização dos dados em séries históricas e espaciais se prestam bem aos objetivos da Vigilância. Os resultados servem de orientação para o plano de amostragem da Vigilância, dando-se, no caso em questão, ênfase à vigilância da qualidade da água nas ramificações ETA-PA1 e ETA-PA2.

## 10.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

### SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O conteúdo deste item será desenvolvido com o exemplo da consolidação e interpretação de resultados da vigilância da qualidade da água de dois sistemas de abastecimento de um município real, porém com nome fictício – Água Azul, com cerca de 22 mil habitantes.

#### Caracterização do sistema de abastecimento de água e das práticas operacionais e de controle da qualidade da água adotadas

A análise do cadastro e as informações levantadas em inspeções realizadas nos dois sistemas de abastecimento de água do município de Água Azul permitiram o seguinte relatório sintético de caracterização dos sistemas:

- Sistema 1 – abastece as áreas centrais e norte da cidade, com um total de 4.900 ligações. O sistema é suprido pelo córrego Água Azul. Por causa das prolongadas secas que atingem a região desde 1997, o reservatório encontra-se bem abaixo de seu nível normal. A água bruta é encaminhada a uma ETA com tratamento completo – coagulação/floculação, decantação (dois decantadores), filtração (oito filtros), desinfecção com cloro-gás por meio de cilindros de 900 kg. A ETA projetada para operar com capacidade de 50 L/s opera com capacidade superior à projetada. O resultado é o comprometimento do processo de decantação e sobrecarga dos filtros, o que pode ser observado pelo fluxo de água dos floculadores e decantadores. Nota-se a presença abundante de folhas e outros sobrenadantes, indicando a necessidade de instalação de dispositivo para retirada de materiais grosseiros na captação. O reservatório da ETA tem capacidade para 2.000 m<sup>3</sup>. Na ETA é efetuado o controle de alguns parâmetros operacionais, como CRL, flúor e turbidez.
- Sistema 2 – abastece o lado sul de Água Azul, com um total de 700 domicílios. O Ribeirão do Corvo é o manancial abastecedor, com barragem de regularização de vazões. Até novembro de 2002, o processo de tratamento era composto apenas por remoção de areia e desinfecção. O novo tratamento é realizado em uma ETA constituída por filtração direta (duas unidades filtrantes) com pré-aplicação de coagulantes, desinfecção (pré e pós-cloração) e fluo-

retenção. A ETA tem capacidade para tratar até 50 L/s. No local há um reservatório com capacidade para 100 m<sup>3</sup> para reservação de água de lavagem dos filtros.

### Sistematização dos dados do plano de amostragem de vigilância da qualidade da água

A Secretaria de Saúde de Água Azul criou uma planilha utilizando o programa Excel do sistema operacional Windows (de fácil manuseio e disponível em qualquer computador) que permite efetuar cálculos e gerar gráficos que auxiliam na avaliação dos dados sobre a qualidade da água:

- Planilha 1 – dados de análises de água dos Sistemas 1 e 2 de 1997 a 2002, referentes aos exames bacteriológicos (coliformes totais e termotolerantes); CRL (cloro residual livre); turbidez; físico-químicos (ferro, sólidos totais dissolvidos, nitratos, sulfatos, dentre outros); flúor e cor aparente.
- Série de Gráficos 1 – histórico da qualidade da água do Sistema 1 no período de 1997 a 2000, relativo aos parâmetros: bacteriológico, CRL, turbidez e flúor.
- Série de Gráficos 2 – histórico da qualidade da água do Sistema 2 no período de 1997 a 2000, relativo aos parâmetros: bacteriológico, CRL e turbidez.
- Planilha 2 – consolidado mensal das análises de água do Sistema 1 do ano 2002, relativo aos parâmetros: bacteriológico, cor aparente, turbidez, pH, CRL e flúor.
- Planilha 3 – consolidado mensal das análises de água do Sistema 2 do ano 2002, relativo aos parâmetros: bacteriológico, cor aparente, turbidez, pH, CRL e flúor.
- Gráfico 3 – demonstrativo do número de meses em que não foi atendido o padrão bacteriológico nas avaliações realizadas no período de 1998 a 2002 no Sistema 1.
- Gráfico 4 – demonstrativo do número de meses em que não foi atendido o padrão bacteriológico nas avaliações efetuadas no período de 1998 a 2002 no Sistema 2.

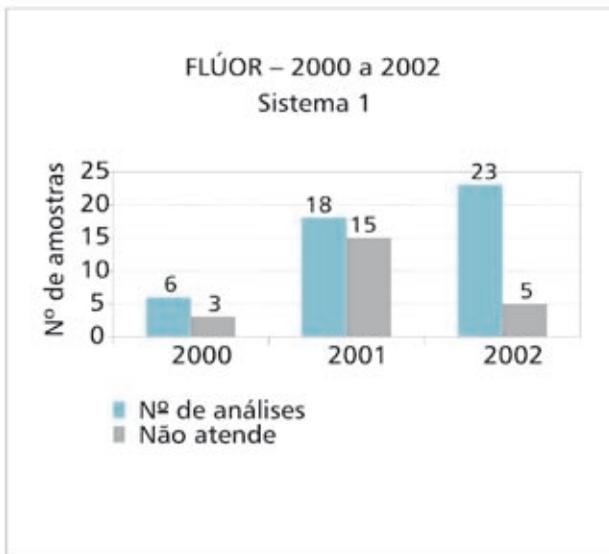
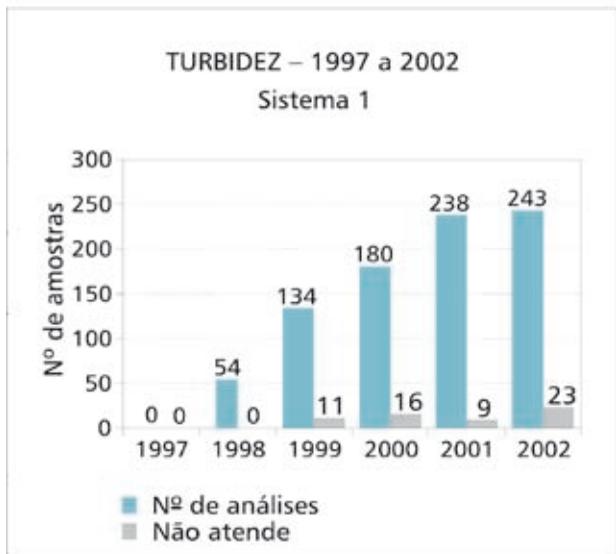
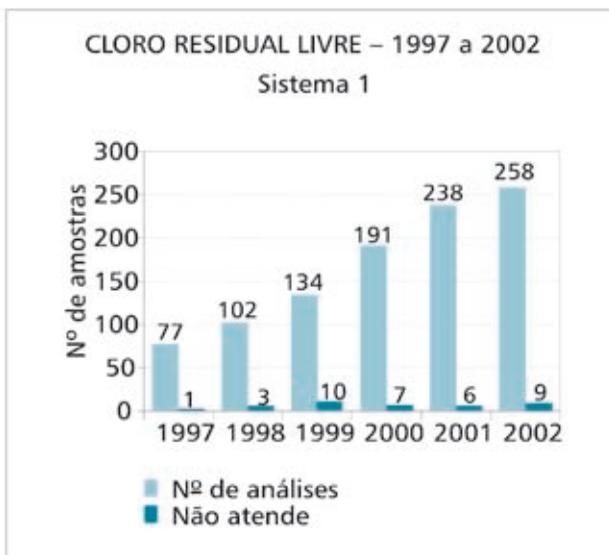
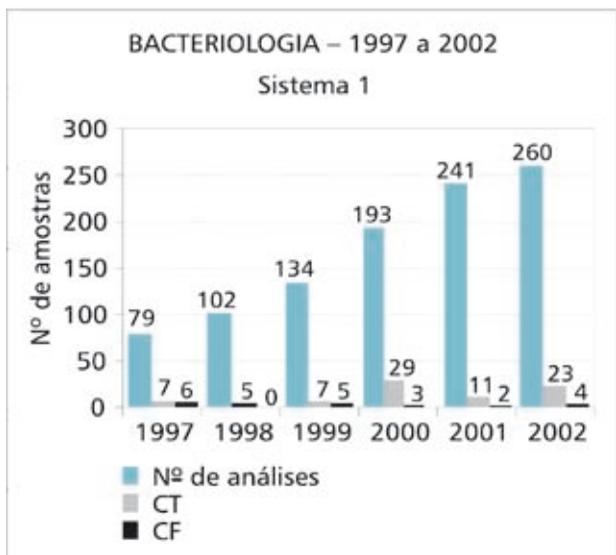
### Planilha 10.1 – Histórico da qualidade da água dos sistemas de abastecimento público do município de Água Azul

ANO	SISTEMA 1												
	BACTERIOLOGIA			CRL		TURBIDEZ		FQ COMPLETO		FLÚOR		COR	
	Nº DE ANÁLISES	CT	CF	Nº DE ANÁLISES	NÃO ATENDE								
1997	79	7	6	77	1	0	0	9	0	0	0	NR	-
1998	102	5	0	102	3	54	0	20	0	0	0	NR	-
1999	134	7	5	134	10	134	11	18	2	0	0	NR	-
2000	193	29	3	191	7	180	16	7	0	6	3	NR	-
2001	241	11	2	238	6	238	9	NR	-	18	15	NR	-
2002	260	23	4	258	9	243	23	NR	-	23	5	25	5
TOTAL	1009	82	20	1000	36	849	59	54	2	47	23	25	5

ANO	SISTEMA 2												
	BACTERIOLOGIA			CRL		TURBIDEZ		FQ COMPLETO		FLÚOR*		COR	
	Nº DE ANÁLISES	CT	CF	Nº DE ANÁLISES	NÃO ATENDE								
1997	41	7	3	35	7	0	0	5	0	-	-	NR	-
1998	61	8	4	60	6	28	0	14	0	-	-	NR	-
1999	58	8	5	58	18	58	6	5	0	-	-	NR	-
2000	93	46	7	93	17	93	2	4	2	-	-	NR	-
2001	115	21	8	110	18	115	14	NR	-	-	-	NR	-
2002	116	11	3	117	21	114	8	NR	-	*	*	10	0
TOTAL	484	101	30	473	87	408	30	28	2			10	0

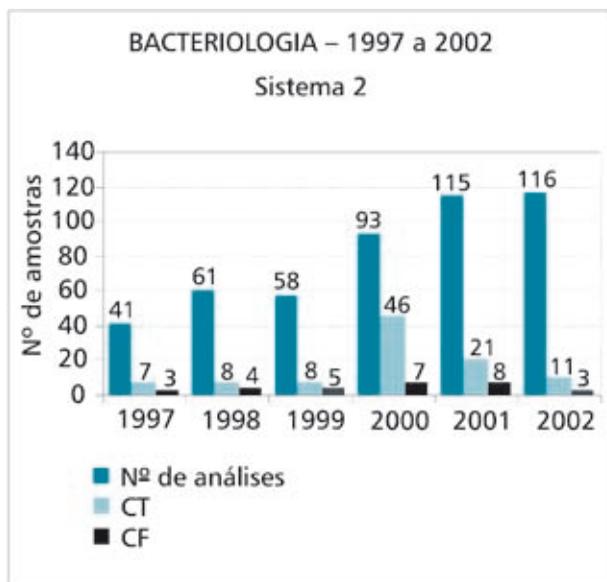
Série de gráficos 10.1

HISTÓRICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA 1  
NO PERÍODO DE 1997 A 2002 – ÁGUA AZUL



Série de gráficos 10.2

HISTÓRICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA 2  
NO PERÍODO DE 1997 A 2002 – ÁGUA AZUL



## CONSOLIDADO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA REALIZADAS NO SISTEMA 1 DO MUNICÍPIO DE ÁGUA AZUL NO ANO 2002

### Planilha 10.2 – Sistema 1/2002

MÊS	BACTERIOLÓGICOS				FÍSICO-QUÍMICOS										MÊS
	AMOSTRAS	CT	CF	CONCLUSÃO*	COR		TURBIDEZ		PH		CRL		FLÚOR		
	Nº	P	P		Nº	NA	Nº	NA	Nº	NA	Nº	NA	Nº	NA	
Jan.	18	0	0	A	NR		18	7	NR		18	2	1	1	Jan.
Fev.	9	4	0	NA	NR		9	7	NR		8	0	1	0	Fev.
Mar.	20	0	0	A	NR		20	0	NR		20	0	NR		Mar.
Abr.	33	6	0	NA	NR		32	7	NR		33	2	3	2	Abr.
Mai.	17	1	0	NA	NR		17	1	NR		17	1	2	0	Mai.
Jun.	20	3	2	NA	NR		19	1	NR		20	0	3	1	Jun.
Jul.	30	2	2	NA	NR		30	0	NR		30	0	3	0	Jul.
Ago.	19	2	0	NA	NR		19	0	NR		18	0	2	1	Ago.
Set.	30	5	0	NA	NR		20	1	NR		30	1	NR		Set.
Out.	23	0	0	A	6	0	23	0	NR		23	0	2	0	Out.
Nov.	21	0	0	A	6	2	16	1	NR		21	2	4	0	Nov.
Dez.	20	0	0	A	13	3	20	1	NR		20	1	2	0	Dez.
TOTAL	260	23	4	-	25	5	243	26	-		258	9	23	5	

Nº – número de amostras analisadas;

COR APARENTE: NA – nº de amostras com cor acima do estabelecido; CT – coliformes totais;

TURBIDEZ: NA – nº de amostras com turbidez superior à estabelecida; CF – coliformes fecais (termotolerantes);

pH – NA – nº de amostras que não atendem à faixa recomendada para pH;

CRL – cloro residual livre;

CRL – NA – nº de amostras com teor de CRL < 0,2 mg/L; NR – não realizado;

Flúor – NA – nº de amostras que não atende à faixa estabelecida para flúor;

BACTERIOLOGIA – P – nº de amostras com presença de CT e/ou CF;

\* conclusão em função do artigo 11 da Portaria nº 518/2004;

A – atende;

NA – não atende.

## CONSOLIDADO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA REALIZADAS NO SISTEMA 2 DO MUNICÍPIO DE ÁGUA AZUL NO ANO 2002

### Planilha 10.3 – Sistema 2/2002

MÊS	BACTERIOLÓGICOS				FÍSICO-QUÍMICOS								MÊS		
	AMOSTRAS	CT	CF	CONCLUSÃO*	COR		TURBIDEZ		PH		CRL			FLÚOR	
	Nº	P	P		Nº	NA	Nº	NA	Nº	NA	Nº	NA		Nº	NA
Jan.	10	1	0	NA	NR		10	1	NR		10	1	NR		Jan.
Fev.	7	0	0	A	NR		7	0	NR		7	6	NR		Fev.
Mar.	10	1	0	NA	NR		10	1	NR		10	1	NR		Mar.
Abr.	10	4	1	NA	NR		10	4	NR		10	8	NR		Abr.
Mai.	10	2	0	NA	NR		10	0	NR		10	0	NR		Mai.
Jun.	10	3	2	NA	NR		8	2	NR		10	4	NR		Jun.
Jul.	10	0	0	A	NR		10	0	NR		10	0	NR		Jul.
Ago.	10	0	0	A	NR		10	0	NR		10	0	NR		Ago.
Set.	10	0	0	A	NR		10	0	NR		10	0	NR		Set.
Out.	9	0	0	A	NR		9	0	NR		10	1	NR		Out.
Nov.	10	0	0	A	NR		10	0	NR		10	0	NR		Nov.
Dez.	10	0	0	A	NR		10	0	NR		10	0	NR		Dez.
TOTAL	116	11	3	-	10	0	114	8	-		117	21	-		

Nº – número de amostras analisadas;

COR APARENTE: NA – nº de amostras com cor acima do estabelecido;

CT – coliformes totais;

TURBIDEZ: NA – nº de amostras com turbidez superior à estabelecida;

CF – coliformes fecais (termotolerantes);

pH – NA – nº de amostras que não atendem à faixa recomendada para pH;

CRL – cloro residual livre;

CRL – NA – nº de amostras com teor de CRL < 0,2 mg/L;

NR – não realizado;

Flúor – NA – nº de amostras que não atendem à faixa estabelecida para flúor;

BACTERIOLOGIA: P – nº de amostras com presença de CT e/ou CT;

\* conclusão em função do artigo 11 da Portaria MS nº 518/2004;

A – atende; NA – não atende.

## Sistematização e interpretação dos dados do plano de amostragem de vigilância da qualidade da água

Da sistematização do banco de dados pode-se ainda organizar as seguintes informações:

### Amostras fora do padrão (%)

ANO	SISTEMA 1		
	CT	CRL	TURBIDEZ
1997	9,0	1,2	-
1998	9,8	2,9	0,0
1999	5,4	7,5	8,2
2000	15,0	3,7	8,9
2001	4,6	2,5	3,4
2002	8,8	3,6	9,5
ANO	SISTEMA 2		
	CT	CRL	TURBIDEZ
1997	17,0	20,0	-
1998	13,0	10,0	0,0
1999	14,0	31,0	10,0
2000	49,0	18,0	2,0
2001	18,0	16,0	12,0
2002	9,0	18,0	7,0

A interpretação do banco de dados permite as seguintes observações:

- No plano de amostragem implementado pela Vigilância, verifica-se, ao longo dos anos, um aumento no número de amostras coletadas na rede de distribuição. Entretanto, isso não resultou em incremento de sensibilidade na detecção de amostras fora do padrão.
- Com base nos dados anuais do plano de amostragem da Vigilância, os dois sistemas revelam problemas “crônicos” de atendimento ao padrão bacteriológico de potabilidade (ausência de coliformes termotolerantes e ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras examinadas).
- A água distribuída do Sistema 2 revela-se, sistematicamente, de pior qualidade, principalmente se observados os dados de coliformes e clo-ro residual livre. O dados de 2003, a partir da alteração do processo de tratamento, devem ser analisados de forma que sejam aferidos os efeitos das melhorias implementadas.
- Nota-se uma melhora na qualidade da água quanto ao parâmetro flúor, o que pode estar refletindo medidas de otimização nas condições de operação da fluoretação.

- A distribuição das anomalias ao longo dos meses, em termos de qualidade bacteriológica, no Sistema 1, varia bastante de ano para ano: os dados mais antigos indicam uma concentração dos problemas em dois meses do ano; ao contrário, os dados mais recentes revelam uma maior distribuição ao longo do ano, mas, particularmente nos anos 2000 e 2002, em mais da metade dos meses do ano o padrão bacteriológico não foi atendido.
- No Sistema 2, a variação não é tão marcante, porém, como já foi destacado, o problema como um todo é mais acentuado. Chama atenção o elevado índice de anomalias no ano de 2000 (49% de não conformidades). Se os dados de qualidade da água devem ser sempre “cruzados” com informações disponíveis da Vigilância Epidemiológica, neste ano esse recurso torna-se mais nitidamente indispensável.
- Os resultados indicam claramente a propriedade de análises dos dados em base mensal. Nas planilhas 2 e 3, referentes a 2002, tal avaliação permite concluir, mês a mês, sobre a potabilidade bacteriológica da água. Para os demais parâmetros, não cabe esse procedimento (já que a legislação não estabelece percentuais de aceitação), porém a análise permite acompanhar a dinâmica da qualidade da água ao longo dos meses e dos anos.
- A recorrência dos problemas sugere ainda a pertinência de avaliações mais detalhadas, por exemplo, da distribuição espacial das anomalias, da verificação da origem do problema, se esta reside, principalmente, no processo de tratamento e/ou no sistema de distribuição.
- Ao longo dos anos, não se verifica melhora da qualidade da água distribuída dos dois sistemas, o que requer atenção constante da Vigilância e diligências no sentido de identificação das causas e a devida correção das anomalias.

## SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS SEM REDE DE DISTRIBUIÇÃO

As soluções alternativas coletivas sem rede de distribuição de água constituem, em princípio, situações mais vulneráveis. Sendo o mapeamento de grupos e situações de risco um dos objetivos da Vigilância, essas soluções devem ser devidamente cadastradas e a qualidade da água acompanhada por meio de planos de amostragem e monitoramento os mais freqüentes possíveis.

O conteúdo deste item – a análise freqüente de amostras de água de fontes de água utilizadas comunitariamente pela população, conforme um plano de amostragem específico – será desenvolvido com exemplos práticos hipotéticos.

**EXEMPLO 1 – A Vigilância efetua, a cada quatro meses, amostragem bacteriológica semanal de uma bica utilizada comunitariamente utilizando o método P/A (presença/ausência)**

Nº DA AMOSTRA	DATA DA COLETA	PRESEÇA DE CT	PRESEÇA DE CF	CONCLUSÃO
01	6/jan.	P	P	
02	13/jan.	P	A	NA
03	20/jan.	A	-	
04	27/jan.	P	A	
05	07/abr.	A	-	
06	14/abr.	A	-	NA
07	28/abr.	P	P	
08	07/jul.	A	-	
09	14/jul.	A	-	A
10	21/jul.	A	-	
11	28/jul.	A	-	
12	06/out.	A	-	
13	13/out.	A	-	
14	20/out.	A	-	A
15	27/out.	P	A	

CT – coliformes totais;

CF – coliformes fecais (termotolerantes);

P – presença; A – ausência;

A – atende; NA – não atende.

Neste caso, é possível efetuar uma avaliação mensal da qualidade da água da bica de acordo com a Portaria MS nº 518/2004, tendo em vista que existe um número de amostras (ainda que reduzido) que possibilita essa análise.

A análise recai no caso de “sistemas” que analisam menos de quarenta amostras por mês: apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo de coliformes totais em 100 mL; nenhuma amostra poderá apresentar resultado positivo para coliformes termotolerantes. Da tabela, verifica-se o cumprimento do § 2º do Art. 11 da Portaria MS nº 518/2004: “Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos”.

Verifica-se que, por causa da variação da qualidade da água, não se pode considerar a fonte “confiável”. Os resultados indicam a necessidade de inspeções freqüentes e a adoção de medidas de proteção da fonte.

**EXEMPLO 2 – A Vigilância efetua amostragem bacteriológica mensal de uma bica utilizada comunitariamente, realizando somente uma análise/mês, utilizando o método P/A (presença/ausência)**

Nº DA AMOSTRA	DATA DA COLETA	PRESEÇA DE CT	PRESEÇA DE CF	CONCLUSÃO
1	13/jan.	P	P	NA
2	10/fev.	P	A	A
3	10/mar.	P	P	NA
4	14/abr.	A	-	A
5	12/maio	A	-	A
6	9/jun.	A	-	A
7	14/jul.	P	P	NA
8	11/ago.	A	-	A
9	15/set.	A	-	A
10	13/out.	A	-	A
11	10/nov.	P	A	A
12	8/dez.	P	P	NA

CT – coliformes totais;

CF – coliformes fecais (termotolerantes);

P – presença;

A – ausência;

A – atende; NA – não atende.

Considerando que foi efetuada somente uma análise mensal da bica, não é possível concluir sobre o atendimento ao padrão bacteriológico estabelecido na Portaria MS nº 518/2004, tal como no exemplo anterior. Nesse caso, devem-se interpretar os resultados de cada mês como análises isoladas ou pontuais, de acordo com o § 8º do artigo 11 da Portaria: “Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes”.

De qualquer modo, verifica-se que, também neste caso, a qualidade da água varia muito, o que permite identificar a bica como vulnerável

a fontes de contaminação. A recomendação de sua utilização pela comunidade demandaria inspeções freqüentes, a adoção de medidas de proteção da fonte de água e a continuidade do monitoramento.

## FONTES INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO

Em relação à análise de fontes individuais de abastecimento, registra-se que esta não é uma responsabilidade dos responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano, mas, sim, sob a ótica da avaliação de riscos, requer a atenção da Vigilância. Como exemplo, poderiam ser citados bairros de baixa renda não abastecidos pelo sistema público, ou usuários urbanos cujas residências têm acesso ao sistema público, porém optam pela utilização de poços rasos. A vulnerabilidade desta última situação é ilustrada na tabela a seguir com dados de monitoramento em uma cidade de Minas Gerais. A coleta eventual de amostras isoladas pode ainda atender ao objetivo de investigação de surto ou epidemia.

**Tabela 10.1 – Ocorrência de coliformes em amostras de poços rasos escavados (org./100 mL)**

AMOSTRA	CT	CF	E. COLI	AMOSTRA	CT	CF	E. COLI
1	1,8	NR	ND	13	$1,1 \times 10^2$	ND	ND
2	4,5	ND	ND	14	$> 1,6 \times 10^2$	NR	$3,5 \times 10^2$
3	4,5	2,0	ND	14	$1,8 \times 10^2$	ND	ND
4	$1,7 \times 10^1$	ND	ND	16	$3,3 \times 10^2$	NR	ND
5	$1,7 \times 10^1$	2,0	ND	17	$4,9 \times 10^2$	NR	ND
6	$2,1 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	2,0	18	$7,0 \times 10^2$	NR	ND
7	$2,3 \times 10^1$	ND	ND	19	$7,9 \times 10^2$	NR	ND
8	$3,3 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	4,5	20	$2,4 \times 10^2$	ND	ND
9	$4,8 \times 10^1$	3,7	ND	21	$1,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^1$
10	$4,9 \times 10^1$	$4,9 \times 10^1$	ND	22	$> 1,6 \times 10^3$	$> 1,6 \times 10^3$	4,5
11	$7,8 \times 10^1$	NR	ND	23	$3,5 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	NR
12	$7,9 \times 10^{1*}$	5,6	ND	24	$3,5 \times 10^3$	NR	$3,3 \times 10^2$

CT – coliformes totais;

CF – coliformes termotolerantes;

ND – não detectado;

NR – não realizado.

Para o caso de amostras de água coletadas *isoladamente* de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, deve ser observado o disposto no artigo 11 da Portaria MS nº 518/2004:

Art. 11, Tabela 1 – Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais, como poços, minas, nascentes, dentre outras: au-

sência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100 ml, sendo a detecção de *Escherichia coli* preferencialmente adotada.

Art. 11, § 8º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, devendo ser investigada nesta situação a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

A seguir ilustra-se a interpretação do disposto na Portaria MS nº 518/2004, com exemplos reais de certificados de análise:

### Amostra 1: Água de mina (nascente)

#### Resultado:

CT (NMP/100 mL): 3,3 x 10<sup>1</sup>  
*E. coli* (NMP/100 mL): ND

Interpretação: De acordo com a Portaria MS nº 518/2004, o resultado não caracteriza a água da amostra analisada como imprópria para consumo. Entretanto, cabe observar o disposto no § 8º do art. 11 da referida legislação.

“Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.”

Em que pese a baixa densidade de coliformes totais, recomenda-se a continuidade do monitoramento da qualidade da água.

Os dois últimos exemplos são inequívocos. Os dois primeiros são similares, embora o segundo seja menos usual. Interpretando-se literalmente a Portaria MS nº 518/2004, não há como condenar *a priori* e conclusivamente as fontes dos exemplos 1 e 2. Entretanto, o § 8º impõe que se façam as devidas ressalvas e alertas, com maior ênfase no segundo caso. Adicionalmente, há sempre de se manter em perspectiva que a qualidade da água é variável no tempo e que a análise de uma amostra apenas informa sobre a qualidade no momento da

coleta. Os responsáveis pelas análises devem ter isso claro, bem como orientar o interessado pela análise.

Seriam estes os casos das amostras 1 e 2, mas para a segunda há indícios mais claros de vulnerabilidade da fonte.

### Amostra 2: Poço raso (8 m)

#### Resultado:

CT (NMP/100 mL): 9,2 x 10<sup>2</sup>

*E. coli* (NMP/100 mL): ND (não detectado)

**Interpretação:** De acordo com a Portaria MS nº 518/2004, o resultado não caracteriza a água da amostra analisada como imprópria para consumo. Entretanto, cabe observar o disposto no § 8º do art.11 da referida legislação.

“Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.”

A elevada densidade de coliformes totais, mesmo na ausência de *Escherichia coli*, serve como alerta para a existência de fontes de poluição. Recomenda-se a continuidade do monitoramento da qualidade da água.

### Amostra 3: Poço raso

#### Resultado:

CT (NMP/100 mL): ND (não detectado)

*E.coli* (NMP/100 mL): ND (não detectado)

**Interpretação:** água própria para consumo humano.

#### Amostra 4: Nascente

Resultado:

CT (NMP/100 mL):  $3,7 \times 10^2$

*E. coli* (NMP/100 mL):  $1,5 \times 10^1$

Interpretação: água imprópria para consumo humano

A presença de *Escherichia coli* é um indício claro de contaminação de origem fecal.

## INSTALAÇÕES PREDIAIS

A responsabilidade dos prestadores de serviço em fornecer água potável e realizar o controle de qualidade da água vai até a testada dos lotes ou o hidrômetro. Entretanto, a qualidade da água nas instalações prediais é também objeto de interesse da Vigilância, seja em monitoramento de rotina ou de investigação, por exemplo, em escolas na zona rural, em restaurantes populares, em hospitais. Aliás, frequentemente a Vigilância é acionada, por solicitações de usuários, para a verificação da qualidade da água de edificações, públicas ou residenciais.

Em qualquer situação, a verificação da qualidade da água em instalações prediais deve, preferencialmente, envolver a coleta de amostras em diversos pontos da edificação. Nesses casos, mais que a simples verificação do atendimento ao padrão de potabilidade, à interpretação dos resultados aplica-se a *lógica da investigação*, ilustrada a seguir com um exemplo hipotético.

**EXEMPLO** – Uma escola composta de três blocos de cinco andares apresentou um surto de gastroenterite entre os alunos. A Vigilância foi acionada para investigar o fato. Foram coletadas amostras de água dos seguintes pontos: cavalete; reservatório inferior que abastece os reservatórios superiores dos três blocos; bebedouros de cada um dos três blocos que são abastecidos pelos reservatórios superiores.

LOCAL DE COLETA	COLIFORMES TOTAIS	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	CLORO RESIDUAL LIVRE (mg/L)
Cavalete	Presença	Ausência	0,5
Reservatório inferior	Presença	Ausência	0,2

Continua...

Continuação

LOCAL DE COLETA	COLIFORMES TOTAIS	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	CLORO RESIDUAL LIVRE (mg/L)
Bebedouro – Bloco 1	Ausência	Ausência	0,1
Bebedouro – Bloco 2	Presença	Presença	0,0
Bebedouro – Bloco 3	Ausência	Ausência	0,1

#### Como interpretar esses resultados?

- A amostra retirada do cavalete apresenta apenas coliformes totais. A conclusão sobre a qualidade da água que chega à escola deve ser analisada a partir das demais análises coletadas no mês, pela Vigilância e/ou pelos responsáveis pelo controle. Caso a amostra apresentasse coliformes termotolerantes ou *E. coli* em eventos de amostragem próximos à data do surto, isso seria um indício forte de suspeição da água como causa.
- O reservatório inferior apresenta coliformes totais, provenientes, provavelmente, do sistema de distribuição, haja vista o resultado da amostra do cavalete. O cloro residual livre é ainda aceitável (0,2 mg/L).
- O fato de apenas um bebedouro (bebedouro 2) ter revelado a presença de coliformes (inclusive termotolerantes) e ausência de cloro residual abre as seguintes hipóteses:
  - (1) apenas o bebedouro 2 é abastecido pelo reservatório superior, o qual poderia ter sido sujeito à contaminação;
  - (2) Existem ligações cruzadas nas instalações hidráulico-sanitárias do bloco 2;
  - (3) A contaminação pode ser localizada no bebedouro 2.
- Os resultados indicam a necessidade de novas coletas, incluindo amostras de reservatório superior e uma cuidadosa inspeção das instalações hidráulico-sanitárias da escola: existência de ligações cruzadas, estado de proteção e conservação dos reservatórios, das redes de água e dos bebedouros.

## 10.4 ANÁLISE INTEGRADA DAS INFORMAÇÕES DO CONTROLE E DA VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

As informações fornecidas pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água e geradas pela própria Vigilância devem ser submetidas à análise integrada para verificação das tendências, das convergências ou das divergências. Não se deve esquecer que o plano de monitoramento implementado pela Vigilância cumpre, além de papel complementar ao do controle, a função de “controle do controle”.

Considerando que o plano de monitoramento efetuado pelo controle da qualidade da água é (ou deve ser) mais amplo do que o realizado pela Vigilância, o conjunto das informações (o banco de dados) fornecidas pelo controle é, usualmente, mais representativo do ponto de vista estatístico.

De qualquer forma, caso não se verifique certo paralelismo entre as informações obtidas pela Vigilância e aquelas fornecidas pelo controle, torna-se necessário proceder a uma averiguação dos motivos, tais como:

- verificação dos procedimentos de coleta e transporte das amostras, incluindo materiais e kits de medição em campo, pontos exatos de amostragem, etc.;
- verificação dos procedimentos laboratoriais – das técnicas e dos métodos empregados, da calibração e da validação dos equipamentos, da validade de reagentes e dos meios de cultura, etc.

Em todo caso, qualquer análise deve guardar confiabilidade e, portanto, deve poder comprovar:

- o laboratório e o técnico responsável pela análise;
- a data da coleta e do processamento da amostra;
- a descrição da amostra e do ponto de coleta;
- os procedimentos de coleta e conservação da amostra;
- o método analítico empregado.

A análise conjunta das informações de controle e de vigilância é ilustrada, dando continuidade ao exemplo do município de Água Azul, apresentado inicialmente no item Sistemas de abastecimento de água neste capítulo. A seguir apresentam-se quadros comparativos entre as análises de Vigilância e do Controle de qualidade da água dos Sistemas 1 e 2, incluindo os parâmetros: colimetria, turbidez, cloro residual livre e flúor (este último somente para o Sistema 1).

**Planilha 10.4 – Comparação entre os dados da vigilância e do controle de qualidade da água de Água Azul, Sistema 1**

MÊS/2002	BACTERIOLOGIA						TURBIDEZ						CRL						FLÚOR					
	VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE		
	COLETAS	CT (%)	CF (%)	COLETAS	CT (%)	CF (%)	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA
janeiro	18	0	0	26	0	0	18	7	26	3	18	2	26	0	1	26	0	1	26	0	1	26	0	20
fevereiro	9	4	0	24	0	0	9	7	26	4	8	0	26	0	1	26	0	1	26	0	1	26	0	17
março	20	0	0	21	0	0	20	0	21	3	20	0	21	0	NR	21	0	NR	21	0	NR	21	0	5
abril	33	6	0	32	2	NR	32	7	32	3	33	2	32	0	3	32	0	3	32	0	3	32	0	9
maio	17	1	0	19	0	0	17	1	19	2	17	1	19	0	2	19	0	2	19	0	2	19	0	0
junho	20	3	2	22	1	NR	19	1	22	1	20	0	22	0	3	22	0	3	22	0	3	22	0	12
julho	30	2	2	25	0	0	30	0	25	0	30	0	25	1	3	25	1	3	25	1	3	25	1	13
agosto	19	2	0	20	0	0	19	0	20	0	18	0	20	0	2	20	0	2	20	0	2	20	0	9
setembro	30	5	0	NR			20	1	NR		30	1	NR		NR			NR			NR			NR
outubro	23	0	0	28	0	0	23	0	29	3	23	0	29	0	2	29	0	2	29	0	2	29	0	6
novembro	21	0	0	13	1	NR	16	1	12	2	21	2	13	0	4	13	0	4	13	0	4	13	0	3
dezembro	20	0	0	17	0	0	20	1	17	3	20	1	17	0	2	17	0	2	17	0	2	17	0	5

**AMOSTRAS FORA DO PADRÃO (%)**

MÊS/2002	VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE								
	AMOSTRAS	CT (%)	CF (%)	AMOSTRAS	CT (%)	CF (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)						
																			AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS	NA (%)
janeiro	18	0	0	26	0	0	18	4	26	12	18	11	26	0	1	26	0	1	26	0	1	26	0	77
fevereiro	9	44	0	24	0	0	9	78	26	15	8	0	26	0	1	26	0	1	26	0	1	26	0	68
março	20	0	0	21	0	0	20	0	21	14	20	0	21	0	NR	21	0	NR	21	0	NR	21	0	25
abril	33	18	0	32	6	NR	32	22	32	9	33	6	32	0	3	32	0	3	32	0	3	32	0	28
maio	17	6	0	19	0	0	17	6	19	11	17	6	19	0	2	19	0	2	19	0	2	19	0	0
junho	20	15	10	22	4	NR	19	5	22	5	20	0	22	0	3	22	0	3	22	0	3	22	0	55
julho	30	7	7	25	0	0	30	0	25	0	30	0	25	4	3	25	4	3	25	4	3	25	4	52
agosto	19	11	0	20	0	0	19	0	20	0	18	0	20	0	2	20	0	2	20	0	2	20	0	45
setembro	30	17	0	NR			20	5	NR		30	3	NR		NR			NR			NR			NR
outubro	23	0	0	28	0	0	23	0	29	10	23	0	29	0	2	29	0	2	29	0	2	29	0	21
novembro	21	0	0	13	8	NR	16	6	12	17	21	9	13	0	4	13	0	4	13	0	4	13	0	30
dezembro	20	0	0	17	0	0	20	5	17	18	20	5	17	0	2	17	0	2	17	0	2	17	0	31

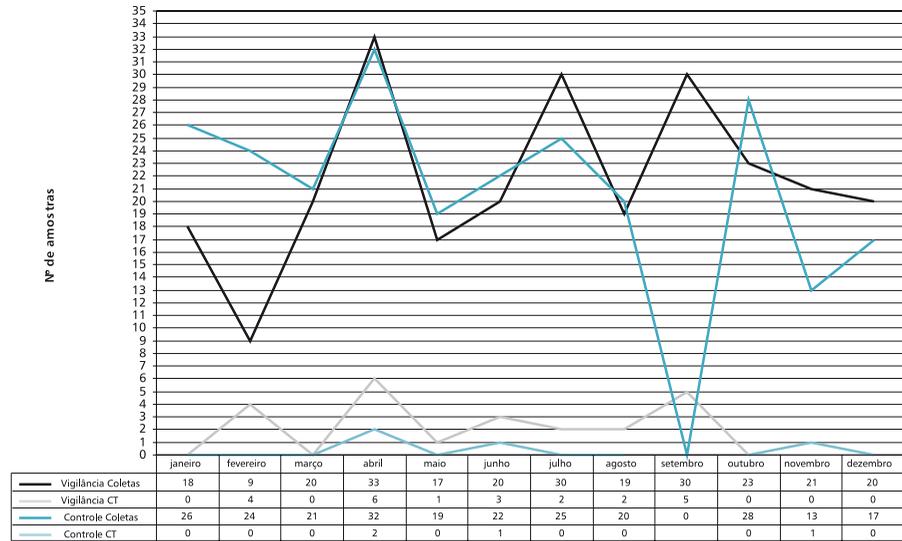
**Planilha 10.5 – Comparação entre os dados da vigilância e do controle de qualidade da água de Água Azul, Sistema 2**

MÊS/2002	BACTERIOLOGIA						TURBIDEZ						CRL			
	VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA		CONTROLE	
	COLETAS	CT	CF	COLETAS	CT	CTE	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA	COLETAS	NA
janeiro	10	1	0	17	2	NR	10	1	17	2	10	1	17	1	17	1
fevereiro	7	0	0	14	0	0	7	0	15	1	9	6	16	6	16	6
março	10	1	0	8	0	0	10	1	17	2	10	1	17	3	17	3
abril	10	4	1	24	0	0	10	4	24	0	10	8	24	0	10	8
maio	10	2	0	9	0	0	10	0	9	1	10	0	9	1	10	0
junho	10	3	2	20	0	0	8	2	20	2	10	4	20	0	10	4
julho	10	0	0	18	1	NR	10	0	19	2	10	0	17	0	10	0
agosto	10	0	0	14	2	NR	10	0	14	2	10	0	14	1	10	0
setembro	10	0	0	25	1	NR	10	0	26	1	10	0	25	0	10	0
outubro	9	0	0	20	0	0	9	0	20	1	10	1	20	1	10	1
novembro	10	0	0	8	0	0	10	0	8	1	10	0	8	0	10	0
dezembro	10	0	0	10	1	NR	10	0	9	1	10	0	10	0	10	0

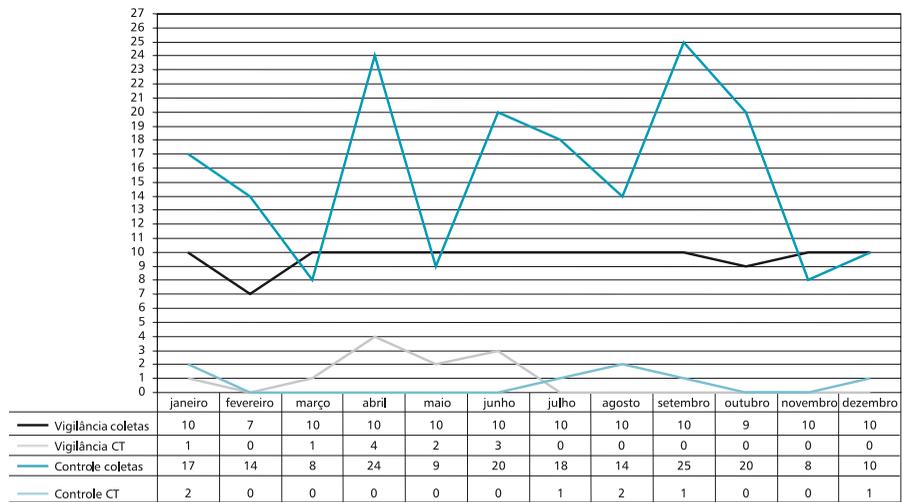
## AMOSTRAS FORA DO PADRÃO (%)

MÊS/2002	VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA			CONTROLE			VIGILÂNCIA		CONTROLE	
	Nº AMOSTRAS	CT (%)	CF (%)	Nº AMOSTRAS	CT (%)	CTE (%)	Nº AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS (%)	Nº AMOSTRAS	NA (%)	AMOSTRAS (%)	COLETAS	NA	COLETAS	NA
janeiro	10	10	0	17	12	NR	10	10	10	17	12	12	10	10	17	6
fevereiro	7	0	0	14	0	0	7	0	7	15	7	7	9	7	16	4
março	10	10	0	8	0	0	10	10	10	17	12	12	10	10	17	18
abril	10	40	10	24	0	0	10	40	40	24	0	10	80	24	0	0
maio	10	20	0	9	0	0	10	0	9	9	11	10	0	9	11	11
junho	10	30	20	20	0	0	8	25	20	20	10	10	40	20	0	0
julho	10	0	0	18	6	NR	10	0	19	11	10	0	17	0	17	0
agosto	10	0	0	14	14	NR	10	0	14	14	14	10	0	14	7	7
setembro	10	0	0	25	4	NR	10	0	26	4	10	0	10	0	25	0
outubro	9	0	0	20	0	0	9	0	20	5	10	10	10	20	5	5
novembro	10	0	0	8	0	0	10	0	8	13	10	0	10	0	8	0
dezembro	10	0	0	10	10	NR	10	0	9	11	10	0	10	0	10	30

**Gráfico 10.3 – Comparação entre análises da vigilância e do controle de qualidade, Sistema 1, bacteriologia (2002)**



**Gráfico 10.4 – Comparação entre análises de vigilância e do controle de qualidade, Sistema 2, bacteriologia (2002)**



### EXEMPLO – Análise integrada das informações do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano – município de Água Azul.

De início, caberia comparar o plano de amostragem mínimo a ser implementado nos Sistemas 1 e 2, de acordo com o estabelecido na Portaria MS nº 518/2004 e o efetivamente realizado.

Observa-se que o plano de amostragem mensal implementado pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água é bastante variável, mês a mês, o que, em si, não constitui um critério adequado. Portanto, a análise comparativa será feita em base anual.

PARÂMETRO	PORTARIA MS Nº 518/2004		REALIZADO CONTROLE		REALIZADO VIGILÂNCIA	
	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 1	SISTEMA 2
Turbidez	120	120	249	198	243	114
CRL	516	120	250	197	258	119
Fluoreto	60	60	242	-	23	-
Coliformes	516	120	247	187	260	116

Observa-se que:

- O plano de amostragem mínimo de controle de qualidade da água só é cumprido para o Sistema 2, neste caso com alguma folga.
- No Sistema 1, é coletada aproximadamente metade das amostras exigidas para a análise de coliformes e cloro residual, em contrapartida é analisado o dobro do exigido para a análise de turbidez e mais ainda para fluoreto.
- O plano de amostragem da Vigilância equivale ao do controle, mais nitidamente no Sistema 1.
- Os resultados dos planos de amostragem de controle e vigilância são mais coincidentes no Sistema 1, em termos de meses nos quais são detectadas mais anomalias (amostras fora do padrão bacteriológico).
- Em geral, nos dois sistemas, os resultados da Vigilância revelam água de pior qualidade (as mesmas águas distribuídas!). No Sistema 1, cujos planos são equivalentes, de acordo com os resultados da Vigilância, ao longo de 2002, durante sete meses o padrão bacteriológico de potabilidade não foi atendido, contra apenas dois meses de acordo com os resultados do controle. No mesmo sistema, o monitoramento da Vigilância detectou anomalias, em termos de atendimento ao padrão de cloro residual, em cinco meses, ao passo que nenhuma anomalia foi detectada pelo controle!

- Chama atenção o fato de que, nos dois sistemas, ainda que eventualmente, a Vigilância detectou coliformes termotolerantes, enquanto o controle não, ou, por vezes, nem realiza o teste, mesmo detectando coliformes totais, contrariando assim as determinações da Portaria MS nº 518/2004.

#### EXEMPLO – Análise integrada das informações do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano – município de Água Azul.

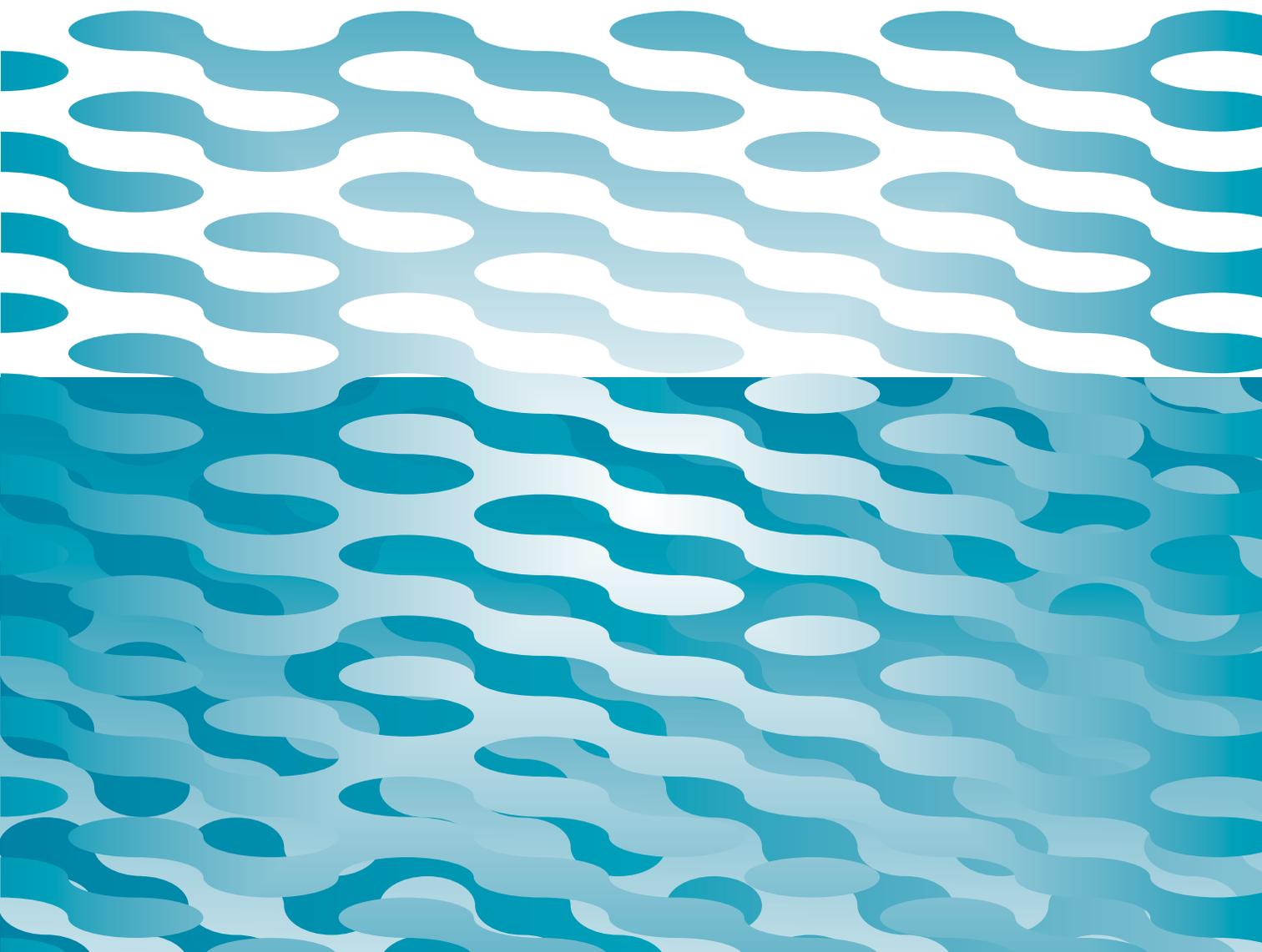
A análise comparativa dos resultados do controle e da Vigilância sugere as seguintes medidas:

- A análise da distribuição espacial dos dados dos dois planos de monitoramento, a fim de verificar convergências, divergências, identificar pontos críticos dos sistemas de distribuição não mapeados por um ou outro plano e orientar adequações aos planos de amostragem.
- A verificação dos procedimentos de coleta e das análises laboratoriais realizadas pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água.
- A verificação do atendimento das exigências de coleta de amostras, de acordo com o estabelecido na Portaria MS nº 518/2004.
- O pronto redimensionamento do plano de amostragem de controle do Sistema 1, de acordo com mínimo exigido na Portaria MS nº 518/2004.
- A necessidade de identificação das causas das anomalias recorrentes e a pronta adoção de medidas corretivas.

CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO À SAÚDE  
DAS DIFERENTES FORMAS  
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

---

1 1





## 11 CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE RISCO À SAÚDE DAS DIFERENTES FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Conforme conceituado no Capítulo 5 deste Manual, a avaliação de risco consiste em um conjunto de procedimentos que permite a caracterização e a estimativa, quantitativa ou qualitativa, de potenciais efeitos adversos à saúde por causa da exposição de indivíduos e populações a perigos.

Essa metodologia constitui hoje objeto de estudo de diversos pesquisadores e técnicos que trabalham nas mais diversas áreas do conhecimento, sendo aplicada para a avaliação qualitativa e quantitativa de riscos à saúde em várias situações onde houve exposição a perigos, notadamente químicos e microbiológicos.

Entretanto, na área de saneamento, mais especificamente em abastecimento de água, a metodologia de avaliação de risco ainda não foi adaptada como ferramenta prática e de fácil aplicação, de forma que oferecesse resultados confiáveis e que, efetivamente, possam ser utilizados para orientar medidas preventivas e corretivas.

Além disso, a ausência de uma metodologia científica que facilite aos profissionais que atuam em vigilância avaliar o risco representado por sistemas e/ou as soluções alternativas de abastecimento de água não devem servir de obstáculo para que as ações de vigilância sejam desenvolvidas na perspectiva da avaliação de riscos.

Nesse sentido, este capítulo tem o objetivo de apresentar, com base na experiência acumulada de profissionais que atuam na área da vigilância, possibilidades de análise das informações relacionadas a sistemas e soluções alternativas de abastecimento, considerando os princípios da metodologia de avaliação de risco.

O grau de risco à saúde associado às diferentes formas de abastecimento de água pode ser avaliado e classificado a partir da identificação de fatores ou situações de risco no desenvolvimento das seguintes atividades:

- inspeções e avaliação das condições do manancial e da performance do sistema e/ou solução alternativa;
- análise das informações sobre a qualidade da água bruta, tratada, distribuída e/ou consumida;
- levantamento do perfil epidemiológico da população.

Considerando o abastecimento de água, procura-se analisar, conjuntamente, os seguintes aspectos:

### **a) Adequabilidade do tratamento da água**

Na análise deste item, procura-se responder à seguinte pergunta: o processo de tratamento utilizado consegue tratar a água do manancial a ponto de torná-la potável? Pode-se utilizar a seguinte classificação: adequado, adequado com restrições e não adequado.

Entende-se por “adequado” o sistema que produz água sistematicamente de acordo com o padrão de potabilidade; por “adequado com restrições”, aqueles sistemas ou soluções alternativas que apresentem alguma particularidade que acarrete um eventual não atendimento ao padrão ou a exigências específicas de tratamento. Por exemplo, sistemas vulneráveis a picos de turbidez da água bruta, que não efetuem a filtração quando exigível ou que não realizem a fluoretação.

### **b) Desempenho do sistema e/ou solução alternativa de abastecimento**

Procura-se aqui avaliar as condições de operação, manutenção e conservação do sistema ou solução alternativa. Pode-se adotar a seguinte classificação para este item: B (bom), R (regular) e P (péssimo).

### **c) Evolução da qualidade bacteriológica da água, segundo avaliação mensal**

Deve-se efetuar avaliação de séries históricas do comportamento da qualidade bacteriológica da água. Essa avaliação deve ser realizada mensalmente para cada sistema ou solução alternativa. Os resultados podem ser avaliados em termos do número de meses em que não foi atendido o padrão bacteriológico e, em cada mês, do percentual de amostras fora do padrão.

### **d) Evolução dos demais parâmetros de avaliação de qualidade de interesse à saúde pública**

Deve-se proceder à avaliação do maior número de parâmetros possíveis, ou disponíveis, com especial atenção para cloro residual livre, turbidez e flúor. Pode-se computar, para cada parâmetro, o percentual de amostras que NÃO atenderam à legislação em vigor em relação ao total de amostras analisadas.

Recomenda-se que na análise de cada um dos aspectos mencionados anteriormente seja feito um estudo comparativo de dois anos consecutivos (o atual e o anterior).

Da avaliação global de todos os fatores anteriormente selecionados, as possibilidades de evolução são as seguintes:

- melhoria da situação avaliada;
- manutenção da mesma situação;
- piora da situação.

A aplicação da metodologia sugerida será exemplificada utilizando-se o mesmo exemplo da cidade de Água Azul (Capítulo 10).

Para melhor compreensão da avaliação desenvolvida para a cidade de Água Azul (Tabela 11.1) são utilizadas as seguintes legendas:

- Adequabilidade do tratamento da água: adequado (A), adequado com restrições (AR) e não adequado (NA).
- *Performance* do tratamento da água: B (bom), R (regular), P (péssimo).
- Avaliação bacteriológica
  - número de meses em que NÃO foi atendido o padrão (X) em relação ao número de meses avaliados (Y), expresso da seguinte forma: X em Y;
  - percentual de amostras com presença de coliformes totais (CT) em relação ao número total de amostras analisadas;
  - percentual de amostras com presença de coliformes termotolerantes (fecais) (CF) em relação ao número total de amostras analisadas.
- Avaliação do cloro residual livre (CRL) – percentual de amostras que NÃO atenderam ao padrão em relação ao número total de amostras analisadas.
- Avaliação da turbidez – percentual de amostras que NÃO atenderam ao padrão em relação ao número total de amostras analisadas.
- Avaliação do flúor – percentual de amostras que NÃO atenderam ao padrão em relação ao número total de amostras analisadas.

**Tabela 11.1 – Avaliação dos sistemas de abastecimento da cidade de Água Azul no biênio 2001-2002**

SISTEMA	ITEM AVALIADO	SITUAÇÃO EM 2001	SITUAÇÃO EM 2002	CONCLUSÃO
Um	Adequabilidade do tratamento	A	A	Igual
	Desempenho do tratamento	R	R	Igual
	Avaliação bacteriológica (avaliação mensal)	4 em 12	7 em 12	Piorou
	Avaliação bacteriológica (coliformes totais)	5% presença	9% presença	Piorou
	Avaliação bacteriológica (coliformes termotolerantes)	1% presença	1% presença	Igual
	Avaliação CRL	3% NA	3% NA	Igual
	Avaliação da turbidez	4% NA	11% NA	Piorou
	Avaliação do flúor	83% NA	22% NA	Melhorou
Dois	Adequabilidade do tratamento	NA	A	Melhorou
	Desempenho do tratamento	R	R	Igual
	Avaliação bacteriológica (avaliação mensal)	6 em 11	5 em 12	Igual
	Avaliação bacteriológica (CT)	18% presença	9% presença	Melhorou
	Avaliação bacteriológica (BT)	7% presença	3% presença	Melhorou
	Avaliação CRL	16% NA	18% NA	Piorou
	Avaliação da turbidez	12% NA	7% NA	Melhorou
	Avaliação do flúor	Não fluoretado	Fluoretado em nov/2002 – avaliação não efetuada	Prejudicado

A análise efetuada no exemplo permite apenas averiguar se houve melhoria ou piora no desempenho dos diversos aspectos analisados, não se tratando ainda de uma *avaliação de risco*.

Pode-se, então, propor uma classificação de risco dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água em três categorias: verde, amarelo e vermelho, de acordo com critérios a seguir:

- VERDE = baixo risco
  - tratamento adequado às exigências do manancial;
  - melhoria (ou situação igual) do parâmetro bacteriológico de um período em relação a outro (considera-se o período de um ano) quanto à avaliação do atendimento à legislação vigente;
  - melhoria (ou situação igual) de pelo menos três dos quatro parâmetros analisados (bacteriologia, CRL, turbidez e flúor) quanto ao percentual de anomalias em relação ao total de amostras analisadas de um período em relação a outro;

- o não atendimento de um dos critérios anteriores classifica o sistema como risco “Amarelo”.
- AMARELO = médio risco
  - tratamento adequado às exigências do manancial, mesmo com restrições;
  - melhoria (ou situação igual) do parâmetro bacteriológico de um período em relação a outro quanto à avaliação do atendimento à legislação vigente;
  - melhoria (ou situação igual) de pelo menos dois dos quatro parâmetros analisados (bacteriologia, CRL, turbidez e flúor) quanto ao percentual de anomalias em relação ao total de amostras analisadas de um período em relação a outro;
  - o não atendimento de um dos critérios anteriores classifica o sistema como risco “Vermelho”.
- VERMELHO = alto risco

Enquadramento em qualquer um dos critérios a seguir:

- tratamento inadequado às exigências do manancial;
- piora do parâmetro bacteriológico de um período em relação a outro quanto à avaliação do atendimento à legislação vigente;
- melhoria (ou situação igual) de pelo menos um dos quatro parâmetros analisados (bacteriologia, CRL, turbidez e flúor) quanto ao percentual de anomalias em relação ao total de amostras analisadas de um período em relação a outro.

Considerando-se as informações disponíveis na Tabela 11.1 e os critérios utilizados para caracterização do risco, a análise resultaria na seguinte classificação:

SISTEMA	SITUAÇÃO DE RISCO
Sistema 1	“amarelo”
Sistema 2	“amarelo”

Cumprir destacar que a cada situação caberão situações e avaliações específicas. Pode-se, e deve-se, considerar a possibilidade de inclusão de outros critérios para uma melhor caracterização do risco de cada sistema ou solução alternativa de abastecimento, conforme a situação exigir. Em determinadas condições, pode ser adequada a inclusão de outros parâmetros de avaliação da qualidade da água (ex.: cianobactérias ou nitratos) que podem representar perigo à saúde da população.

Vale ressaltar que o que se propõe neste exemplo é tão-somente o desenvolvimento de uma lógica que auxilie na avaliação de risco.

Adicionalmente, outro critério que também deve ser levado em consideração na avaliação de risco é a caracterização do perfil epidemiológico da população, a partir da identificação de casos de doenças que possam estar associadas com o abastecimento de água. Essa caracterização pode ser feita a partir de levantamentos nos sistemas de informação normalmente utilizados pela Vigilância, em registros dos serviços de saúde ou com base em investigações epidemiológicas ou estudos epidemiológicos desenvolvidos diretamente na população. A avaliação do perfil epidemiológico pode ser expressa por meio dos indicadores de morbi-mortalidade.

A análise da associação deste critério com as demais informações sobre o sistema ou solução alternativa de abastecimento de água deve ser feita espacial e temporalmente, ou seja, pontuando no mapa da cidade os casos de doenças de veiculação hídrica e a data de sua ocorrência.

Associações entre ocorrência de casos de doença e obras e manutenção na rede de distribuição, falhas no processo de tratamento da água, ausência de teor mínimo de cloro residual livre na rede de distribuição, queda da qualidade bacteriológica da água, dentre outros, constituem fortes indicativos de risco à saúde pública associado ao consumo de água, devendo ser levado em consideração na avaliação de risco.

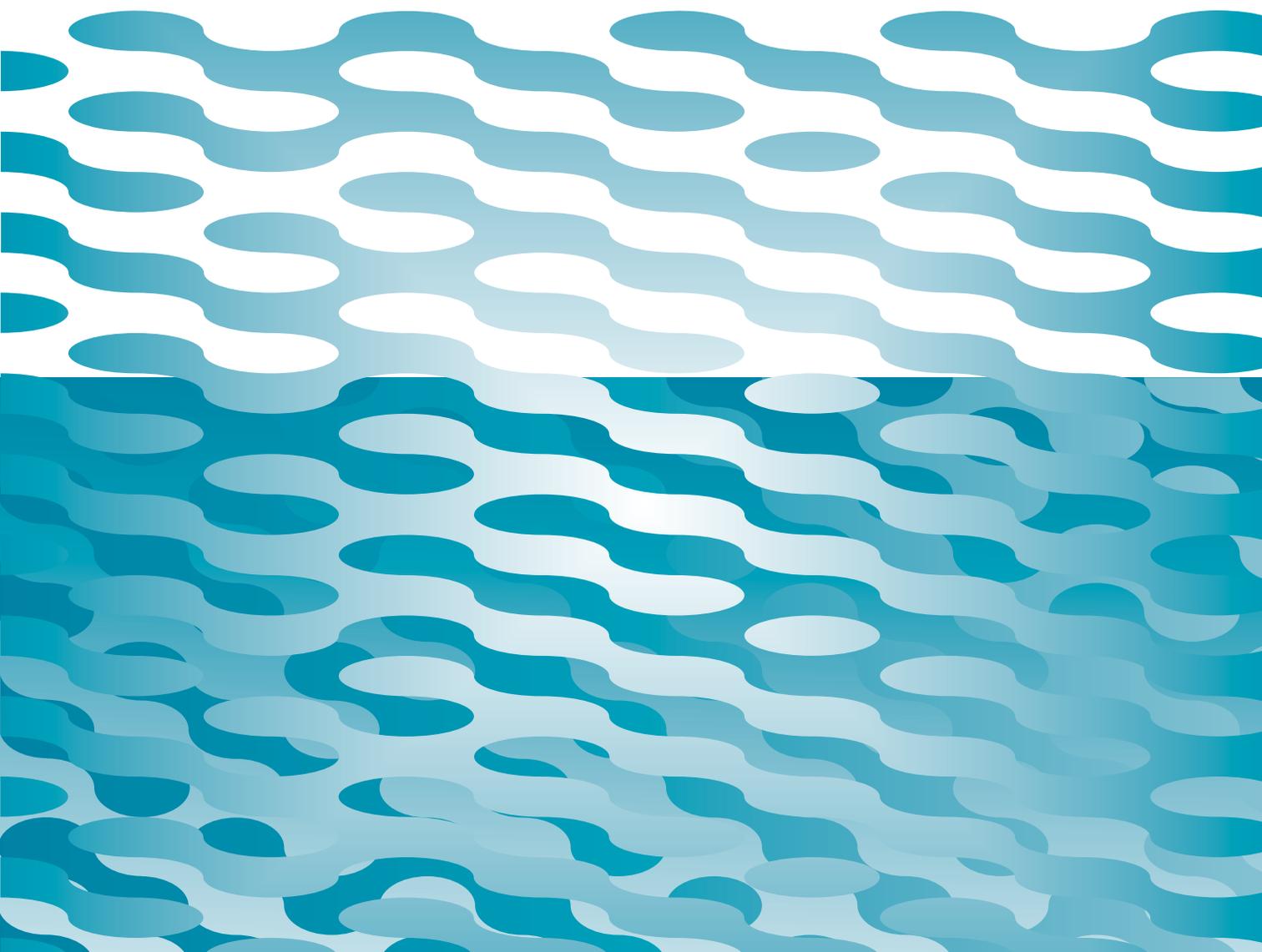
Uma vez efetuada a classificação de risco que um sistema ou solução alternativa representa para a população, é imprescindível que a autoridade de saúde pública defina as ações a serem desencadeadas em função da realidade observada.

A classificação do risco norteará a autoridade de saúde pública em sua atuação junto ao(s) responsável(is) por sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para a correção de situações de risco identificadas, ou ainda quanto à urgência e aos procedimentos administrativos a serem adotados (ofício, processo administrativo de infração sanitária, solicitação de ação civil pública).

ATUAÇÃO COM O(S) RESPONSÁVEL(IS) PELO  
FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA CORREÇÃO  
DE SITUAÇÕES DE RISCOS IDENTIFICADAS

---

12





## 12 ATUAÇÃO COM O(S) RESPONSÁVEL(IS) PELO FORNECIMENTO DE ÁGUA PARA CORREÇÃO DE SITUAÇÕES DE RISCOS IDENTIFICADAS

O exercício do controle e da vigilância da qualidade da água, embora diferenciado em suas atribuições e responsabilidades, deve ser conduzido de forma harmônica e integrada, resguardando seu objetivo primeiro e comum – proteger e promover a saúde da população.

Na Portaria MS nº 518/2004, vários artigos tratam desta necessária integralização das ações de controle e vigilância, tais como:

Art. 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

V - promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29;

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

V - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

A identificação de situações de risco pelo órgão de vigilância pode advir das seguintes circunstâncias ou atividades:

- análise dos dados cadastrais;
- inspeções nos sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água;
- análise dos relatórios de controle da qualidade da água;
- análise da qualidade da água em qualquer ponto de consumo dos sistemas, soluções alternativas coletivas ou individuais de abastecimento de água;
- investigações específicas em casos de surtos.

Num primeiro momento, o órgão responsável pela vigilância da qualidade da água no município deve informar ao responsável pela prestação do serviço de abastecimento de água a situação de risco identificada, exigindo as providências cabíveis, incluindo a apresentação de cronograma de execução.

Na notificação devem constar as seguintes informações mínimas:

- resumo da qualidade do serviço que está sendo prestado e a condição do abastecimento;
- indicação dos aspectos que se consideram deficientes e que requerem a adoção de medidas (sempre referenciando a legislação pertinente).

A notificação deve ser feita sempre no escritório local onde o serviço é prestado. Nos casos em que o escritório local do prestador do serviço de saneamento não tome providências para sanar o risco, o órgão de vigilância deve encaminhar a notificação para a esfera superior de hierarquia. Isso se aplica aos casos em que os serviços de saneamento sejam prestados por empresas concessionárias estaduais, por exemplo. Muitas vezes a notificação deve ser encaminhada para o escritório regional ou até mesmo para a sede da Companhia no estado.

As fichas de cadastro (Capítulo 7) têm um campo com o endereço do responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água, tanto dos sistemas quanto das soluções alternativas coletivas. Vale lembrar que nos casos de dúvidas ou omissões, cabe à autoridade de saúde pública definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa (Portaria MS nº 518/2004, art. 7º, inciso XI) e que, constitucionalmente, a responsabilidade pela titularidade dos serviços de abastecimento de água é do município e, portanto, a Prefeitura Municipal é o endereço ao qual o órgão de vigilância pode ter de, em última instância, se reportar.

As situações de risco dos sistemas ou as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água devem, na medida do possível, ser sanadas tão logo sejam identificadas pela autoridade de saúde pública municipal.

Em determinadas circunstâncias podem caber medidas corretivas imediatas, tal como a correção do processo de desinfecção ou a recuperação de um poço ou de um reservatório. Em outras situações, a implementação de medidas preventivas ou corretivas pode extrapolar a responsabilidade do prestador de serviço, como no caso da proteção de mananciais. Em caso de acidentes, por exemplo, a contaminação pontual do manancial com cargas tóxicas ou o rompimento de uma adutora de água, o problema pode exigir uma ação conjunta dos responsáveis pelo controle e pela vigilância.

Em todo o caso, a implementação das medidas corretivas ou preventivas, cabíveis ou exigidas, a curto, médio ou longo prazos deve ser acompanhada pela Vigilância.

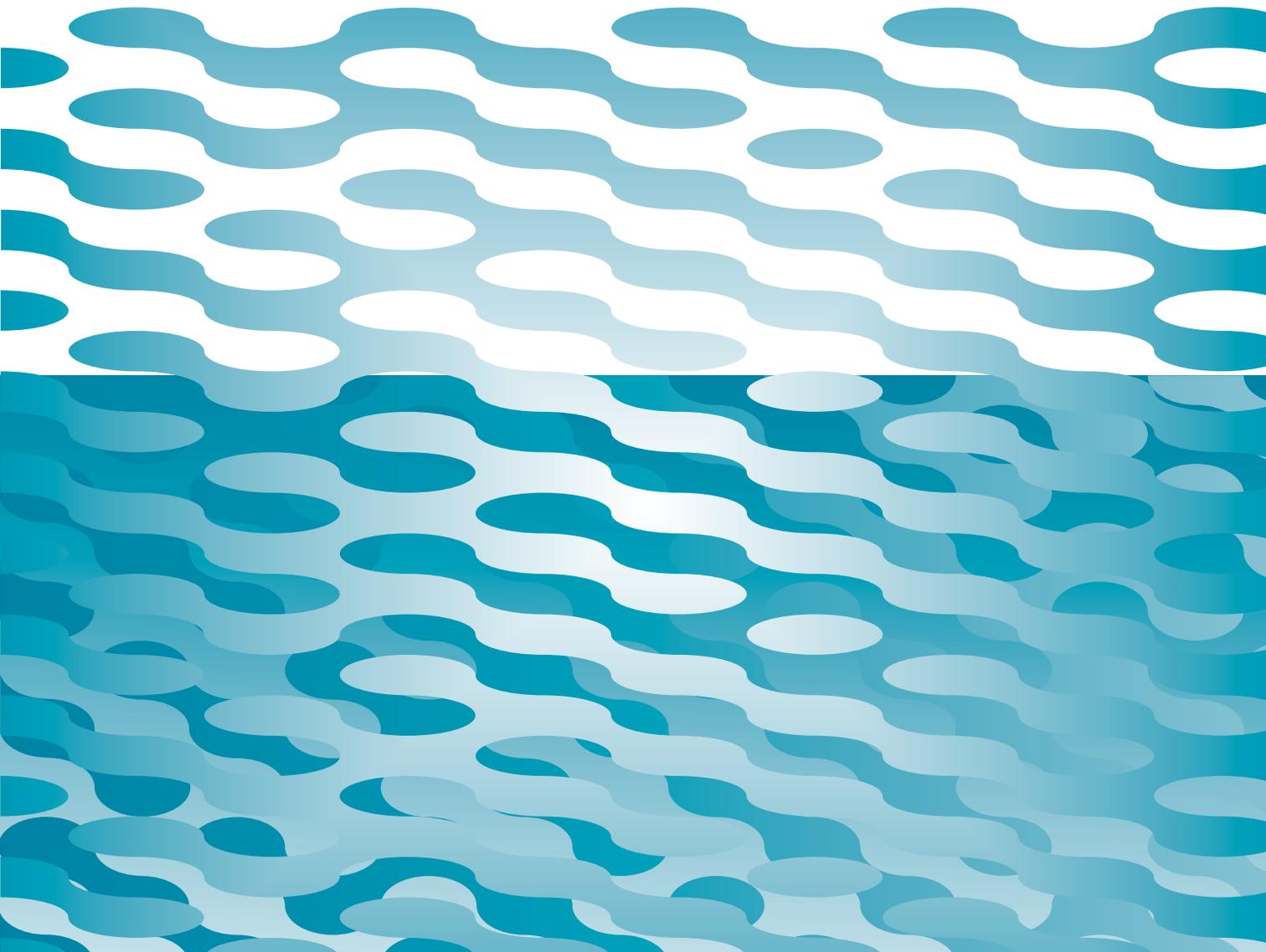
Também em todo o caso, as situações de risco devem ser comunicadas ao público de forma eficaz. Por eficaz entende-se a comunicação que resulte em efetiva proteção à saúde, por exemplo, em casos mais graves, evitar temporariamente o consumo de água, ferver a água, etc.

É importante frisar que a desejada ação harmônica e integrada entre os prestadores de serviço e a Vigilância não exclui a prerrogativa de auditoria e autoridade sanitária de que se reveste a Vigilância.

Em alguns casos pode ser prudente, ou cabível, a comunicação ou o recurso às Secretarias Municipal e Estadual de Saúde, ao laboratório de referência (por exemplo, no caso de inconsistências entre laudos de análises de água), ao chefe do Executivo Municipal, à agência estadual de controle ambiental, ao Procon ou ao Comitê de Bacias da região. Eventualmente, pode ser necessário até o envolvimento do Ministério Público.

Também é importante frisar que enquanto a Vigilância Ambiental não dispuser de instrumentos legais que lhe permitam abrir processo administrativo de infração de natureza ambiental, deverá recorrer, quando a situação o exigir, à Vigilância Sanitária e seu arcabouço legal para proceder à instrução de processos administrativos de infração de natureza sanitária.







## 13 INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DE SURTOS E EPIDEMIAS

As investigações epidemiológicas constituem uma ferramenta da Vigilância utilizadas para o esclarecimento de questões relacionadas à ocorrência de um determinado evento em saúde. De forma geral, no âmbito dos serviços de saúde, as investigações epidemiológicas são realizadas quando da ocorrência de casos novos de uma doença ou agravo à saúde, transmissíveis ou não, ou quando da ocorrência de agravos inusitados.

Segundo o Guia de Vigilância Epidemiológica (Brasil, 2002), investigações epidemiológicas são definidas como “um trabalho de campo, realizado a partir de casos notificados (clinicamente declarados ou suspeitos) e seus contatos, que têm como principais objetivos: identificar a fonte e o modo de transmissão; grupos expostos a maior risco; fatores determinantes; confirmar o diagnóstico e determinar as principais características epidemiológicas”. O propósito final das investigações epidemiológicas é o de subsidiar a elaboração e o desenvolvimento de medidas de controle com o intuito de evitar a ocorrência de novos casos.

A investigação de surtos e epidemias constitui atividade que, obrigatoriamente, deve ser incorporada por qualquer sistema de vigilância em saúde pública.

Em se tratando da água de consumo humano, a investigação epidemiológica pode envolver doenças transmissíveis, cujos agentes etiológicos são vírus, bactérias ou protozoários; podendo, ainda, tratar-se de intoxicações, nas quais produtos ou resíduos químicos são os agentes envolvidos.

A ocorrência de um número acima do esperado de casos de doenças ou agravos relacionados à ingestão de água (por exemplo, doenças diarreicas) pode caracterizar um surto ou uma epidemia e poderá orientar a iniciativa de ações de investigação, as quais terão, como ponto de partida, os próprios casos de doenças/agravos identificados.

O processo de investigação de surtos/epidemias envolve vários procedimentos, cujas principais etapas são descritas sucintamente a seguir. Ao final do capítulo, as diversas etapas são ilustradas com exemplos reais de investigações de surtos de doenças veiculadas pela água ocorridos no Brasil e acompanhadas pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde.<sup>1</sup>

### 1ª ETAPA: DEFINIÇÃO DE CASO

A definição de caso consiste na padronização de um conjunto de critérios com o objetivo de estabelecer se um determinado paciente deve ser classificado como caso, com referência ao agravo de interesse à investigação.

---

<sup>1</sup> Os exemplos citados nesse manual foram retirados dos relatórios finais de investigação epidemiológica dos surtos ocorridos nos municípios de Antonina-PR, Itanhandu-MG, Itatiaia-RJ e Santa Isabel do Ivaí-PR elaborados por técnicos da SVS/MS.

De forma geral, são utilizados, em uma análise conjunta, critérios clínicos, laboratoriais e epidemiológicos para a adequada definição de caso. O critério epidemiológico inclui a caracterização do caso a partir de informações relativas ao tempo, ao espaço e à pessoa.

Quando o diagnóstico de certeza é difícil, seja por motivos técnicos ou operacionais, podemos categorizar os casos notificados em: suspeitos, confirmados, compatíveis ou possíveis.

Essa categorização deve ser feita com base no diagnóstico clínico apoiado ou não em testes laboratoriais e, ainda, no número, na natureza e na gravidade dos sinais e dos sintomas apresentados pela população acometida.

## **2ª ETAPA: VERIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA REAL DE CASOS**

O objetivo desta etapa é verificar se os casos foram corretamente diagnosticados. Sempre que possível, esse procedimento deve ser efetuado em conjunto com a equipe responsável pelo atendimento dos doentes, certificando-se da consistência dos resultados laboratoriais quando comparados com os achados clínicos, visando a excluir erros que possam ter elevado, artificialmente, o número de casos.

Essas duas primeiras etapas foram apresentadas separadamente com intuito didático, mas na prática são levadas a efeito simultaneamente.

## **3ª ETAPA: CONFIRMAÇÃO DA EXISTÊNCIA DO SURTO OU EPIDEMIA**

Uma vez identificados claramente os casos da doença ou agravo, a confirmação da ocorrência de um surto/epidemia far-se-á comparando os dados atuais de incidência da doença ou agravo em questão com aqueles registrados nas semanas ou meses anteriores. Quando a incidência atual apresentar um claro excesso em relação ao esperado (nível endêmico), a hipótese de um surto mostrar-se-á mais consistente.

Não existe uma definição bem estabelecida que caracterize o que venha a ser um excesso de casos; aceita-se, geralmente, que um aumento de duas ou três vezes em relação ao normal deve configurar um surto/epidemia.

## **4ª ETAPA: CARACTERIZAÇÃO DO SURTO OU EPIDEMIA**

Nesta etapa teremos dois procedimentos básicos: a identificação e contagem de casos novos e a coleta sistemática de dados.

A fase de identificação e contagem de casos novos é desenvolvida no campo, examinando e conversando com os pacientes e seus contatos. Esse passo constitui importante fonte adicional de informação relativa a casos não diagnosticados ou não notificados.

A coleta dos dados deve ser realizada de forma sistematizada, recomendando-se a aplicação de questionário padronizado contendo variáveis que possibilitem conhecer melhor os sintomas clínicos da doença ou agravo, as características das pessoas acometidas e as informações adicionais sobre possíveis fatores de risco e fonte de infecção.

Os dados coletados servem para caracterizar o surto/epidemia em função das seguintes variáveis:

- **Variável pessoa**

Os casos de doença ou agravo são descritos em função de características individuais (sexo, idade, etnia), atividades desenvolvidas (trabalho, esporte, práticas religiosas, etc.), condições de vida (estrato social, condições ambientais, situação econômica).

- **Variável lugar**

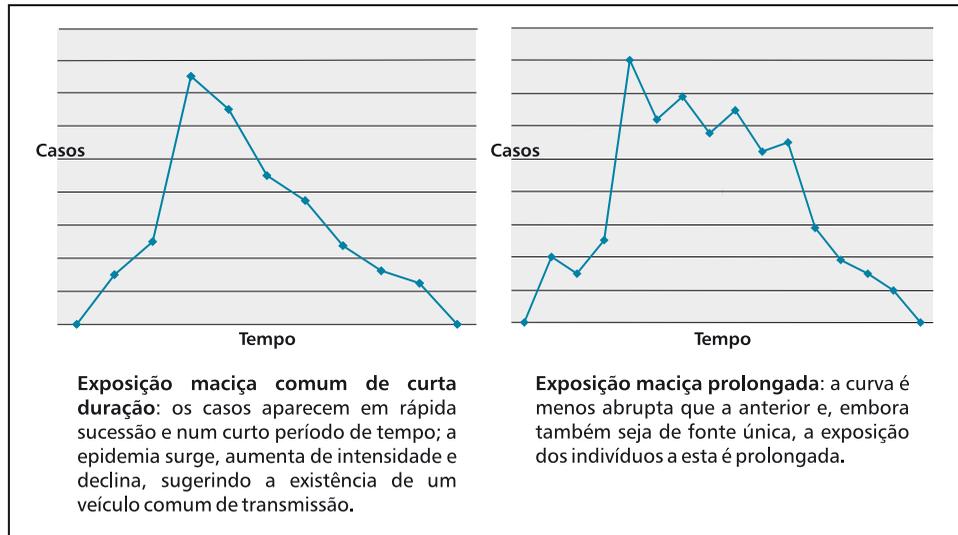
A distribuição dos casos de doença ou agravo segundo o lugar permite identificar se o surto/epidemia afeta, uniformemente, toda a área ou se existem áreas que concentram maior número de casos e, conseqüentemente, maior risco. As epidemias tendem a ter uma distribuição mais abrangente, acometendo, por exemplo, um bairro, enquanto os surtos são mais localizados, por exemplo, em uma escola.

- **Variável tempo**

A caracterização do surto/epidemia, segundo a variável tempo, permite estabelecer o período de duração do evento e o período provável de exposição, os quais auxiliam na identificação do provável agente etiológico envolvido quando este não é conhecido.

Em se tratando das doenças ou agravos de veiculação hídrica, a distribuição dos casos durante o período epidêmico ou de surto (curva epidêmica) normalmente corresponde a um dos dois perfis representados a seguir, característicos dos surtos/epidemias por fonte comum (Figura 13.1).

**Figura 13.1 – Representação gráfica de epidemias por fonte comum**



As características dos surtos/epidemias de doenças ou agravos de veiculação hídrica vão ser dependentes dos tipos de exposição a que as populações forem submetidas.

Por exemplo, se a exposição estiver relacionada a uma contaminação no manancial de abastecimento de água, não removível no processo de tratamento, pode resultar em um número elevado de casos (relacionado à população abastecida); distribuição espacial mais homogênea e, se a contaminação for duradoura, em uma exposição prolongada da população.

Por outro lado, se a exposição for caracterizada por um problema localizado na rede de distribuição, é de se esperar a ocorrência de um surto/epidemia de menores proporções, seja em termos quantitativos (número de casos) seja na abrangência espacial.

Dentre as atividades da vigilância da qualidade da água para consumo humano na investigação epidemiológica de um surto/epidemia estão a coleta de amostras para análise laboratorial e as inspeções sanitárias de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água, com o intuito de avaliar a qualidade da água consumida e verificar a hipótese de ela estar associada à ocorrência do surto/epidemia.

### a) Coleta de amostras

As amostras a serem coletadas pela Vigilância compreendem dois tipos: amostras ambientais (água para consumo humano) e amostras clínicas de pacientes acometidos.

A coleta de amostras ambientais deve ser feita considerando as informações obtidas na caracterização do surto/epidemia. Assim, se se trata de um even-

to espacialmente localizado, deve-se pensar em coletar amostras de água mais próximas da ocorrência dos casos. De forma diferente, se a distribuição dos casos é mais homogênea, pode-se supor uma contaminação no manancial de captação ou falhas no processo de tratamento, devendo as coletas serem direcionadas a esses pontos.

Na análise dos resultados laboratoriais das amostras de água, há de se considerar as seguintes ponderações. Na avaliação da qualidade microbiológica da água de consumo humano, os coliformes são utilizados, na rotina, como indicadores de contaminação fecal. Essa avaliação é particularmente importante, pois os surtos/epidemia de doenças de veiculação hídrica causadas por microrganismos patogênicos (vírus, bactérias ou protozoários) são de transmissão fecal oral. Entretanto, haja vista o alcance e as limitações do emprego dos coliformes (Capítulo 4), pode-se, em determinadas situações, indicar a pesquisa de microrganismos patogênicos na água de consumo, por exemplo, *Giardia* e *Cryptosporidium*, com a finalidade de melhor caracterizar a associação entre o surto/epidemia e a exposição à água.

Por outro lado, quando o surto/epidemia envolve a participação de um produto ou resíduo tóxico, a definição da água como veículo é estabelecida por meio da pesquisa direta da substância suspeita nas amostras de água.

Um aspecto fundamental a ser considerado quando da avaliação dos resultados laboratoriais de amostras de água em situações de surto/epidemia é a característica dinâmica da qualidade da água. De forma geral, as investigações de surtos/epidemias ocorrem quando a exposição da população a uma água com qualidade imprópria ao consumo já ocorreu; dessa forma, a pesquisa dos agentes etiológicos, direta ou indiretamente, na água pode ser infrutífera, pois a contaminação desta pode não ser duradoura. Nesse caso, resultados laboratoriais negativos ou dentro dos padrões aceitos pela legislação não necessariamente inocentam a água de consumo como veículo do agravo em investigação.

Na Tabela 13.1 são apresentados alguns exemplos de pontos de coleta de amostras de água que devem ser priorizados quando da ocorrência de um surto/epidemia conforme algumas características do evento investigado.

**Tabela 13.1 – Pontos de coleta de amostras de água conforme características do surto/epidemia**

CARACTERÍSTICAS DO SURTO/EPIDEMIA	PONTOS DE COLETA	OBJETIVOS
Abrangência espacial (por exemplo, bairro), grande número de pessoas acometidas	Manancial: água bruta Saída do tratamento reservação e rede de distribuição (pode-se, de forma auxiliar, coletar amostras em instalações prediais)	Identificar se a contaminação é: <ul style="list-style-type: none"> <li>• original do manancial</li> <li>• em decorrência de falhas no tratamento</li> <li>• na reservação ou na rede de distribuição</li> </ul>
Localizado espacialmente (por exemplo, escola, creche), número limitado de pessoas acometidas.	Cavalete (água da rede de distribuição, se proveniente de sistemas de abastecimento) Manancial de abastecimento (por exemplo, poço, se a água for proveniente de solução alternativa) Reservatório predial (caixa d'água) e pontos de consumo (bebedouro, filtro)	Identificar se a contaminação é: <ul style="list-style-type: none"> <li>• original do sistema de abastecimento</li> <li>• original do manancial de abastecimento (quando solução alternativa)</li> <li>• na reservação ou na rede de distribuição predial</li> </ul>

Na investigação de um surto/epidemia, a conclusão sobre o agente etiológico envolvido é feita a partir da identificação do agente tanto no veículo (água de consumo) quanto nos pacientes acometidos. Assim, para uma melhor caracterização do surto/epidemia é desejável que a Vigilância realize também a coleta de amostras clínicas de pacientes acometidos para auxiliar a identificação do agente etiológico envolvido e estabelecer a associação entre os casos ocorridos na população e a exposição à água de consumo. Técnicas sofisticadas de diagnóstico de amostras clínicas e ambientais podem levar até mesmo a comparar as cepas de microrganismos envolvidos no surto/epidemia, tornando mais fidedigna a determinação da associação.

#### b) Inspeções sanitárias de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água

Esta etapa tem como finalidade verificar junto aos responsáveis pela operação do(s) sistema(s) ou solução(ões) alternativa(s) de abastecimento a ocorrência de eventos que possam ter alterado a qualidade da água e, assim, exposto a população consumidora.

É desejável que, durante a inspeção sanitária, sejam avaliados os relatórios elaborados pelos responsáveis pelo sistema ou solução alternativa de abastecimento que contenham informações mais detalhadas e contínuas da qualidade da água, incluindo desde o manancial de abastecimento até a distribuição.

Considerando que a qualidade da água é dinâmica, deve-se ater não apenas à sua qualidade atual, mas também procurar indícios de sua deterioração em momentos anteriores ao início do surto/epidemia.

## 5ª ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Todas as informações coletadas na etapa anterior devem ser sistematizadas de forma que facilitem a elaboração de hipóteses que, após testadas, poderão auxiliar no esclarecimento da ocorrência do surto/epidemia. Os dados relativos às frequências de casos segundo as variáveis pessoas, lugar e tempo são consolidados em tabelas, gráficos, mapas, dentre outros.

Em caso de surtos/epidemia, podem ser calculados vários indicadores, como distribuição proporcional de casos, coeficiente de incidência, mortalidade e letalidade. As informações que caracterizam os casos de indivíduos acometidos devem ser analisadas de forma integrada às informações relacionadas à qualidade da água de consumo humano.

Dependendo das características do surto/epidemia, pode-se não concluir sobre o suposto agente etiológico envolvido (infeccioso ou químico), pois estes podem não ser identificados nas amostras clínicas de pacientes acometidos, nem em amostras de água. Nesses casos, informações relacionadas ao período de incubação, aos sinais e aos sintomas clínicos e a exames complementares podem prestar auxílio valioso.

## 6ª ETAPA: FORMULAÇÃO DE HIPÓTESE(S)

Após a coleta e análise dos dados, o próximo passo é a formulação de hipótese(s), objetivando a identificação da fonte de infecção, modos de transmissão e tipos de exposição associados ao surto/epidemia sob investigação.

A(s) hipótese(s) poderá(ão) ser gerada(s) de diversas maneiras, porém as mais empregadas são a utilização do conhecimento científico disponível e a descrição minuciosa da doença na busca de diferenciais de risco, segundo variáveis relativas ao tempo, ao lugar e à pessoa.

## 7ª ETAPA: TESTE DA(S) HIPÓTESE(S) FORMULADAS(S)

A(s) hipótese(s) formulada(s) poderá(ão) ser testada(s), fundamentalmente, de duas maneiras:

- a) comparando a(s) hipótese(s) com os fatos levantados na investigação, quando estes já se apresentam bem estabelecidos;
- b) desenvolvendo estudos epidemiológicos analíticos, com o objetivo de quantificar as associações porventura identificadas.

Entre os estudos epidemiológicos analíticos mais frequentemente utilizados na complementação de investigações de surtos/epidemias estão o estudo caso-controle e o estudo de coorte.

## **8ª ETAPA: MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE (AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES)**

Os surtos/epidemias apresentam características que tornam necessária a aplicação de medidas de controle antes mesmo de concluída a investigação. De forma geral, utilizam-se, num primeiro momento, os resultados preliminares da investigação, até que ela seja totalmente concluída e, conseqüentemente, consolidadas as informações necessárias para a formulação de medidas de controle mais adequadas e adotadas as medidas para prevenção de novos casos. É imprescindível que, durante a investigação do surto/epidemia, haja uma avaliação continuada das medidas de controle desencadeadas para uma perfeita adaptação dessas atividades às informações que vão sendo paulatinamente levantadas.

Ressalta-se, ainda, a necessidade de as medidas preventivas e de controle adotadas contarem com um amplo e eficiente mecanismo de divulgação à população.

Em se tratando de surtos/epidemias de doenças ou agravos veiculados pela água, as ações de controle devem ser elaboradas e desenvolvidas em conjunto com os responsáveis pela operação de sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água, uma vez que caberá a esses profissionais o esforço para a adequação da qualidade da água distribuída.

Determinadas situações de exposição, por exemplo, quando a contaminação da água ocorre no manancial de abastecimento, podem exigir esforço integrado de outros atores sociais, como o órgão ambiental, conselhos, organizações não governamentais, instituições de pesquisa, para que as ações resultem em uma prática abrangente e conseqüente da promoção e da proteção da saúde da população.

## **9ª ETAPA: DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO**

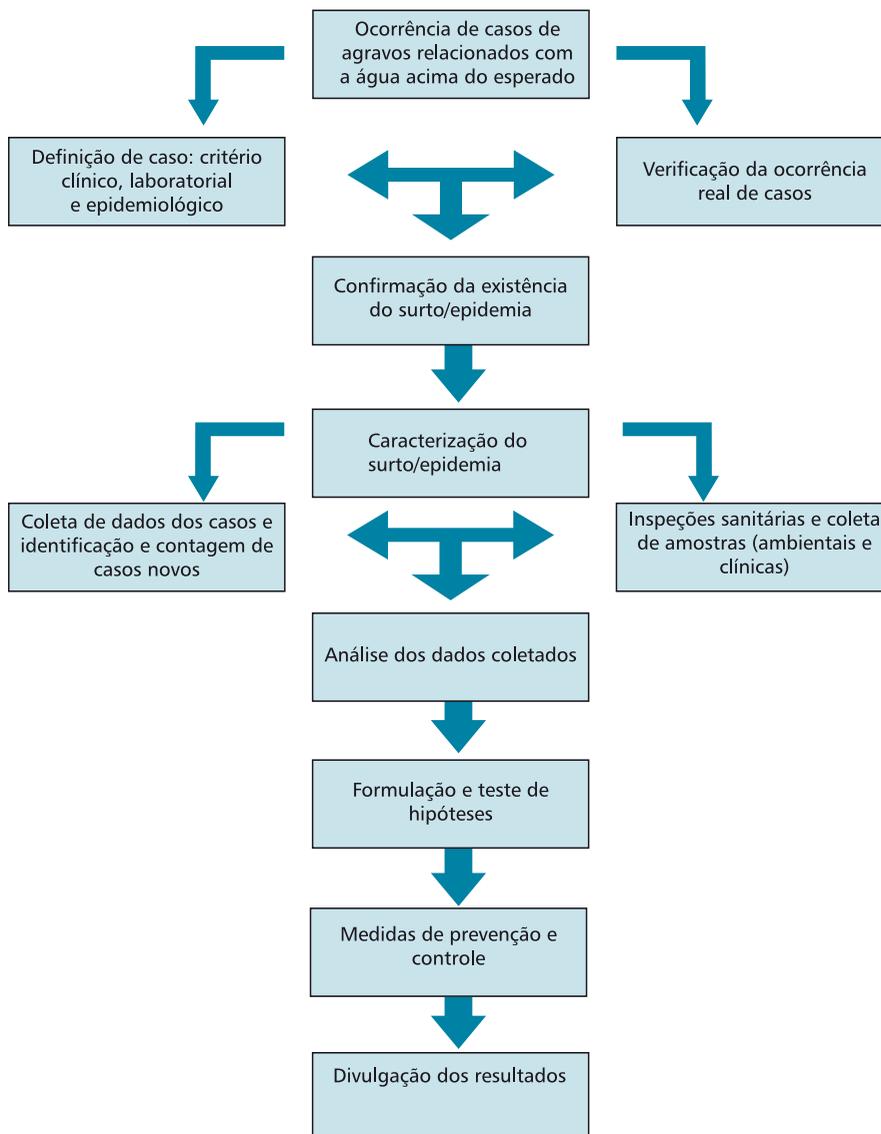
A elaboração e divulgação do relatório final da investigação, acompanhado das recomendações pertinentes, é a principal forma de difundir os conhecimentos produzidos, devendo a informação ser repassada a todos os setores e atores sociais afetos à qualidade da água para consumo humano. Também é indispensável a divulgação dos resultados finais à população envolvida para que as medidas preventivas sejam realmente efetivadas. Dependendo da dimensão e da gravidade do surto/epidemia, a definição dos mecanismos de divulgação poderá variar desde uma simples reunião em uma creche, quando se trata de um pequeno surto, até a utilização da mídia escrita, falada e televisionada nos casos das grandes epidemias.

O mais importante na divulgação à população é a utilização de mensagens claras e objetivas de forma que todas as pessoas possam compreender facilmente a informação e incorporar para si as recomendações preventivas.

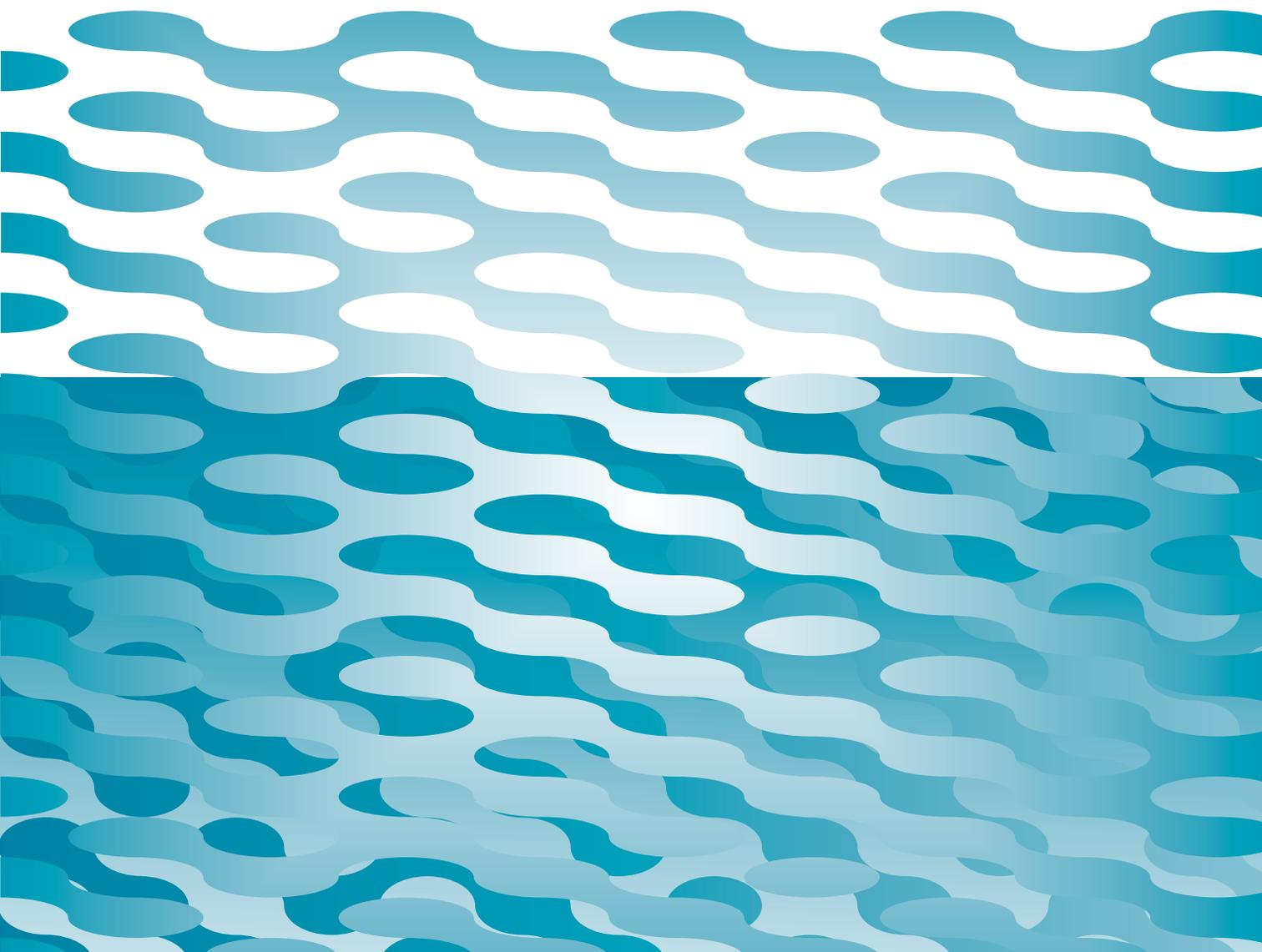
O procedimento de divulgação dos resultados reforça o elo entre os diversos segmentos da sociedade (serviços de saúde, responsáveis por sistemas e soluções alternativas, população, instituições de pesquisa, organizações não-governamentais, dentre outros), estabelecendo condições para o contínuo aperfeiçoamento da assistência e da promoção da saúde.

Na Figura 13.2 encontra-se uma representação esquemática e resumida das etapas que constituem a investigação de um surto/epidemia.

**Figura 13.2 – Fluxograma das etapas constituintes de investigação de surto ou epidemia**









## 14 SITUAÇÕES DE VULNERABILIDADE E DE EMERGÊNCIA

Situações de vulnerabilidade e de emergência podem ocorrer em relação ao abastecimento de água sob duas formas: ocorrências de caráter natural ou de caráter operacional. Dessa forma, sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água potável podem estar expostos, em maior ou menor grau, a situações de emergência, pois mesmo aqueles que estão situados em áreas geográficas com pequeno risco de ocorrência de eventos naturais podem estar expostos a ocorrências de caráter operacional.

Seja qual for o tipo de emergência, é importante que os responsáveis pelo(s) sistema(s) e solução(ões) alternativa(s) coletivas de abastecimento de água possam estar preparados para enfrentar essas situações, prevenindo acidentes que possam contaminar a água e afetar seriamente o serviço.

Os serviços de abastecimento de água devem contar com plano de emergência com o objetivo de diminuir os riscos de acidentes. Esse plano deve considerar, como parte operacional, a comunicação imediata com a autoridade de saúde pública local para, em comum acordo, definir o plano de contingência para fazer frente àquela determinada situação.

A Portaria MS nº 518/2004 determina em seu artigo 29 que:

Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

### Principais exemplos de ocorrência de emergências naturais que afetam o abastecimento de água:

- enchentes;
- secas;
- tempestades;
- eutrofização das águas de mananciais superficiais;
- ocorrência de algas nos mananciais de superfície que coloquem em risco a qualidade da água.

### Principais exemplos de ocorrência de emergências operacionais que afetam o abastecimento de água:

- rompimentos de adutoras;
- corte e/ou restrição no fornecimento de energia elétrica;

- falhas no tratamento (rompimento da base de um filtro por exemplo);
- paralisação do processo de desinfecção da água;
- acidentes com produtos químicos junto ao manancial superficial;
- falta de água em setores do abastecimento por períodos prolongados;
- paralisação parcial ou total do fornecimento de água por período superior a três dias.

As emergências operacionais podem também ser decorrentes das emergências naturais citadas anteriormente.

O importante, em qualquer emergência, é o planejamento das atividades, que na verdade antecede em muito a ocorrência da própria emergência, ou seja, as autoridades de saúde pública e os responsáveis pelo abastecimento coletivo de água têm de estar preparados para acionar um plano de emergência. Esse plano, que é a preparação para o enfrentamento de uma situação de emergência, deve prever ações que reduzam a vulnerabilidade e aumentem a segurança dos sistemas e, conseqüentemente, reduzam riscos associados a acidentes decorrentes de uma emergência.

O plano de emergência deve conter os procedimentos, as instruções e as informações necessários à preparação, à mobilização e à utilização dos recursos disponíveis ao serviço de forma eficiente ante a emergência. Nesse sentido, deve-se elaborar um plano realista, passível de ser executado.

As diversas etapas que compõem a elaboração de um plano de emergência podem ser assim descritas:

## ETAPA 1 – LEVANTAMENTO DE POTENCIALIDADES

- Identificação dos recursos humanos essenciais à tomada de decisões nos diversos setores envolvidos com a emergência (saúde; serviços de abastecimento coletivo de água; serviço de energia; telefonia; defesa civil; polícia militar, civil e federal; prefeitura, etc.).
- Identificação dos recursos materiais, financeiros, equipamentos e humanos de acordo com sua potencialidade e localização nas diversas estruturas organizacionais do governo ou entidades particulares.
- Avaliação da vulnerabilidade a que estão sujeitos os sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água (enchentes, risco de derramamento de produtos químicos no manancial, etc.).

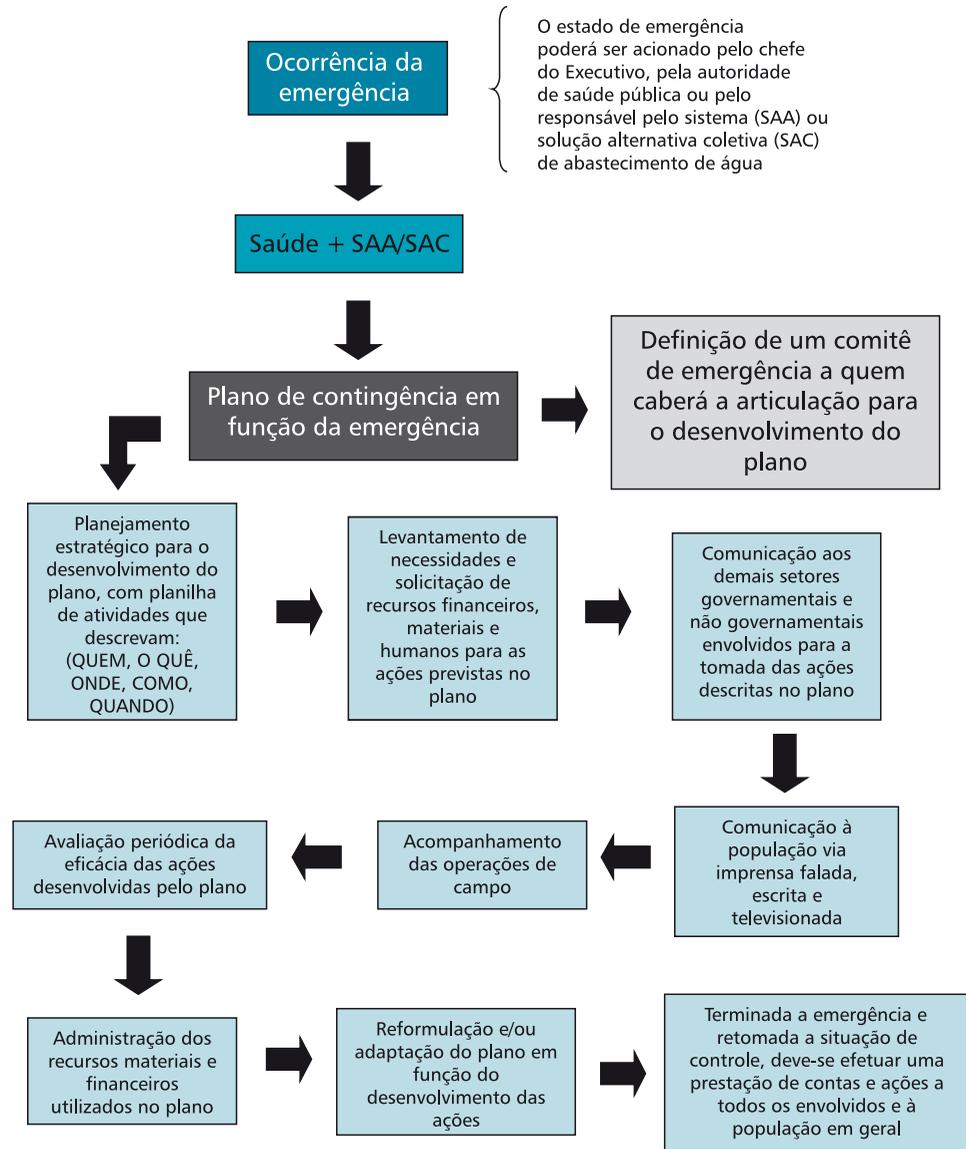
## ETAPA 2 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE EMERGÊNCIA

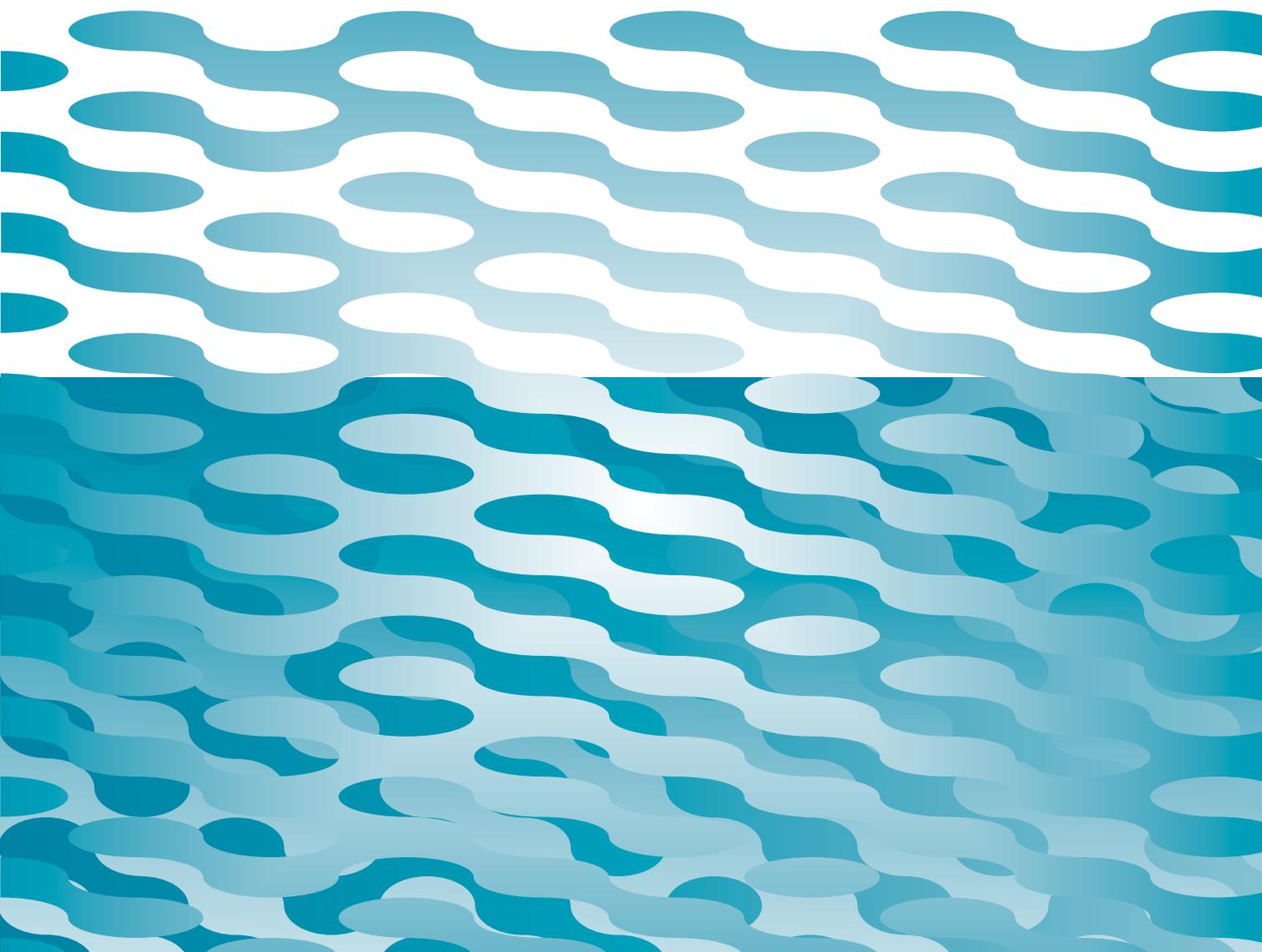
- Em função dos principais tipos de emergência priorizados, a partir da análise de vulnerabilidade, a elaboração de um plano de contingência que deverá ser descritivo e com diagrama de fluxo operacional com indicação de todos os envolvidos e suas responsabilidades nas ações a serem desenvolvidas.
- Relação de todos os agentes-chaves, com nome, endereço, telefone. Essa relação deverá ser distribuída a todos os envolvidos diretamente com o plano de contingência, além do representante do Poder Executivo e Legislativo local.
- Relação de contato de todos os setores não governamentais que possam oferecer apoio logístico e/ou operacional às ações a serem desenvolvidas (exemplo: indústrias, comércio, universidades, rádio, imprensa, organizações não-governamentais, etc.).

## ETAPA 3 – FLUXO DAS INFORMAÇÕES PARA EXECUÇÃO, ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

A forma de articulação das informações para a execução, o acompanhamento e a avaliação de plano de contingência pode ser representada como na Figura 14.1.

**Figura 14.1 – Fluxograma das informações para execução, acompanhamento e avaliação do plano de contingência**







## 15 EDUCAÇÃO, COMUNICAÇÃO E MOBILIZAÇÃO SOCIAL

As ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, pressupondo a garantia do fornecimento de água nos padrões e nas normas estabelecidos na legislação vigente, e a permanente avaliação dos riscos que a água consumida representa para a saúde humana têm como objetivo último a manutenção e a promoção da saúde da população. Entretanto, a construção e a garantia desse objetivo devem contar com a participação efetiva da população.

Os termos educação, comunicação e mobilização social têm permeado o discurso técnico e sido entendidos como importantes ferramentas de transformação de hábitos da comunidade e, no caso, de promoção da saúde. Devem, portanto, conceito e prática, ser incorporados ao cotidiano da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

No intuito de favorecer o diálogo sobre ações de promoção da saúde com os diferentes setores governamentais e lideranças comunitárias, torna-se necessário conceituar, partindo-se de uma visão progressista, a educação em saúde, a comunicação em saúde e a mobilização social, visualizando-as como importantes ferramentas estratégicas na construção de programas e projetos que visem a capacitar gestores, técnicos e lideranças comunitárias para a vigilância e o monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

A *educação em saúde* pode ser definida como uma prática social que preconiza não só a mudança de hábitos, práticas, atitudes e a transmissão e apreensão de conhecimentos, mas, principalmente, a mudança gradual na forma de pensar, sentir e agir por meio da seleção e da utilização de métodos pedagógicos participativos e problematizadores.

Nesse contexto, educar e aprender em saúde torna-se um processo contínuo de indagação, reflexão, questionamento e, principalmente, de construção coletiva, articulada e compartilhada. O educador e o educando tornam-se sujeitos e atores do processo educativo, que estimula continuamente a organização de ações coletivas e solidárias, incentivando e valorizando o diálogo, a criatividade e a criticidade, objetivando a busca de soluções para as questões de saúde que afetam as comunidades em prol da melhoria da qualidade de vida. Educar torna-se buscar o fortalecimento da autonomia do educando e não sua dependência, capacitando-o para a tomada de decisões e o exercício do controle de sua própria vida. Assim, indivíduos, famílias e coletividade, sensibilizados, capacitados e fortalecidos para o enfrentamento dessas questões, obtêm condições para identificar, conhecer, analisar e avaliar os motivos de ocorrência dos problemas que afetem a saúde, tomam consciência dessa realidade e participam das decisões para modificá-la, reconhecendo seu potencial transformador e criador, colaborando de forma efetiva na solução e/ou no encaminhamento dos problemas. Nessa perspectiva, o processo educativo questiona as práticas educativas autoritárias,

persuasivas e de condicionamento da mera transmissão de informações e conhecimentos, distantes da realidade e do estilo de vida dos indivíduos.

A *comunicação em saúde* surge não só como uma estratégia para prover indivíduos e coletividade de informações, pois se reconhece que a informação não é suficiente para favorecer mudanças, mas é uma chave, dentro do processo educativo, para compartilhar conhecimentos e práticas que podem contribuir para a conquista de melhores condições de vida. Reconhece-se que a informação de qualidade, difundida no momento oportuno, com utilização de uma linguagem clara e objetiva, é um poderoso instrumento de promoção da saúde. O processo de comunicação deve ser ético, transparente, atento aos valores, opiniões, tradições, culturas e crenças das comunidades, respeitando, considerando e reconhecendo as diferenças, baseando-se na apresentação e na avaliação de informações educativas, interessantes, atrativas e compreensíveis.

A *mobilização social*, dentro de uma concepção mais crítica da realidade, não se limita a preparar, arregimentar ou engajar indivíduos, famílias e coletividade para uma ação política ou reivindicatória ou para a execução de projetos e programas já preestabelecidos, mas a ser um processo de incentivo à participação efetiva dos recursos humanos das comunidades locais e regionais, capacitados, fortalecidos e organizados por processos educativos transformadores, mobilizando-os para o planejamento, a execução e a avaliação de projetos e programas governamentais, buscando soluções mais próximas da realidade e dos meios que as comunidades e as organizações dispõem, consolidando e expandindo parcerias, promovendo e aumentando a capacidade comunitária de resolver seus próprios problemas.

Nesse sentido, a participação da comunidade nas ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano não deve restringir-se à posição de meros “alvos” de programas de educação em saúde, mas, de forma mais ampla, pressupõe a atuação na caracterização do problema, na concepção dos projetos ou programas, na definição das prioridades dos investimentos, na captação dos recursos financeiros e no controle social das atividades desenvolvidas.

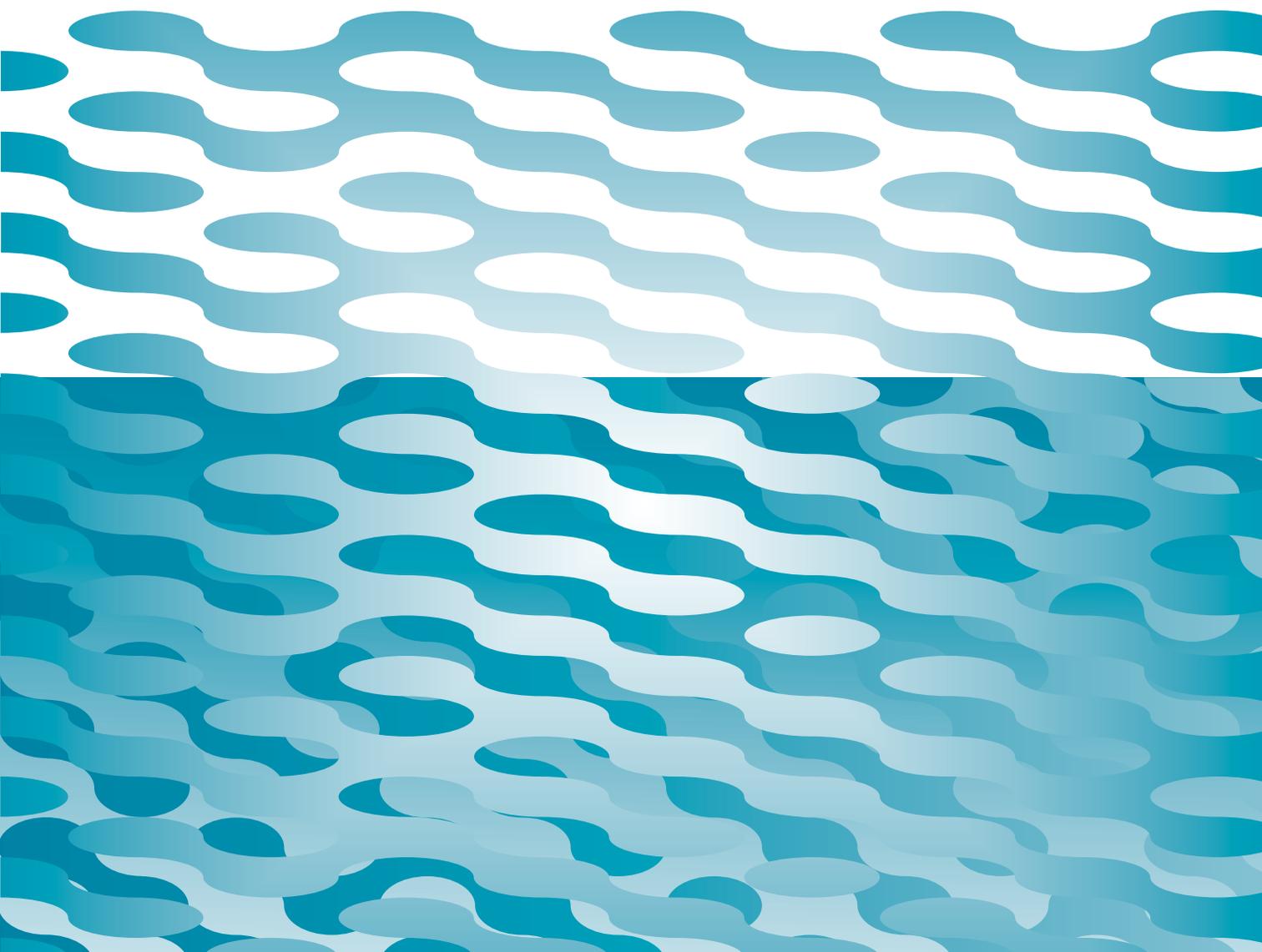
Os gestores estaduais e municipais ao elaborarem programas e projetos relacionados à vigilância da qualidade da água para consumo humano devem prever e fomentar a participação da comunidade por meio da estruturação de ações tais como:

- formação de comitês ou grupos de trabalho para viabilizar discussões, planejamento, execução e avaliação de projetos com a participação efetiva de gestores, técnicos, ativistas e liderança comunitária;
- realização de um diagnóstico situacional e atualizado da realidade local, contando com a presença dos moradores;
- promoção de eventos de capacitação e atualização para técnicos, ativistas e líderes comunitários;

- elaboração de material educativo e informativo com linguagem apropriada para cada segmento da sociedade;
- utilização da mídia para veicular informações de qualidade, utilizando linguagem clara e objetiva..

Programas ou ações de educação em saúde relacionados à qualidade da água para consumo humano podem ser voltados para questões mais “simples” ou “pontuais”, tais como a conservação e a manipulação da água no ambiente domiciliar, a instalação e a manutenção de cloradores por difusão em poços rasos, até aspectos mais “amplos”, como a necessidade de conservação de nascentes ou a gestão, a operação e a manutenção de soluções alternativas comunitárias. Em todo o caso, é fundamental construir a consciência sobre a água como um bem de saúde, finito, de acesso democrático e responsabilidade coletiva.







## 16 DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES AO CONSUMIDOR

A regulamentação da informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano é uma obrigação dos responsáveis por sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, explícita na Portaria MS nº 518 de 25 de março de 2004, que trata das responsabilidades:

Art. 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I -...

VI - fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, pelo menos, as seguintes informações:

- a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;
- b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e
- c) ocorrência de não conformidade com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 desta Norma; e

IX - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XIII do artigo 7º desta Norma, incumbe:

1...

VI - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII - manter mecanismo para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Cabe ao setor nos termos da Portaria MS nº 518/2004:

Art. 7º São deveres e obrigações das secretarias municipais de saúde:

I - [...]

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9º deste Anexo;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

O direito do consumidor à informação é mundialmente consagrado e abrange a oferta de todos os produtos, inclusive a água, estando suficientemente expresso na Lei Federal nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor), que trata dos direitos básicos do consumidor.

Artigo 6º São direitos básicos do consumidor:

[...]

III - a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem.

Também o artigo 3º, que trata da oferta de produtos e serviços determina que:

A oferta e a apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa

sobre suas características, qualidade, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores.

O Código de Defesa do Consumidor trata, ainda sobre essa questão, a necessidade de instrumentos adequados de informação em situações de risco à saúde.

Art. 10. O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança.

§ 1º O fornecedor de produtos ou serviços que, posteriormente à sua introdução no mercado de consumo, tiver conhecimento da periculosidade que apresentam deverá comunicar o fato imediatamente às autoridades competentes e aos consumidores, mediante anúncios publicitários.

§ 2º Os anúncios publicitários a que se refere o parágrafo anterior serão veiculados na imprensa, rádio e televisão, a expensas do fornecedor do produto ou serviço.

§ 3º Sempre que tiverem conhecimento de periculosidade de produtos ou serviços à saúde ou segurança dos consumidores, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão informá-los a respeito.

A Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995, que trata do Regime de Concessão e Permissão da Prestação de Serviços Públicos regulamentados no artigo 175 da Constituição Federal, determina em seu artigo 7º que:

Art. 7º Sem prejuízo do disposto na Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, são direitos e obrigações dos usuários:

I [...]

II - receber do poder concedente e da concessionária informações para a defesa de interesses individuais e coletivos.

Com vista à regulamentação dos dispostos nas Leis nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e pelo Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, o governo federal e outras instituições participaram do processo de elaboração dos mecanismos e dos instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano, regulamentado pelo Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005.

O processo de construção desse decreto iniciou-se no Ministério da Saúde no âmbito da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, em parceria com os Ministérios da Justiça, das Cidades e do Meio Ambiente, e contou com a colaboração da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas), do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec), da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

O acompanhamento do cumprimento desse decreto será exercido pelos órgãos competentes dos Ministérios da Saúde, da Justiça, das Cidades, do Meio Ambiente e das autoridades estaduais, do Distrito Federal, dos territórios e municipais, no âmbito de suas respectivas competências.

Para garantir o direito à informação sobre a qualidade da água para consumo humano foram estabelecidos dois instrumentos: conta da água e relatório com os seguintes prazos:

**Art. 3º Os órgãos e as entidades dos estados, municípios, Distrito Federal e territórios e demais pessoas jurídicas, às quais este decreto se aplica, deverão enviar as informações aos consumidores sobre a qualidade da água, nos seguintes prazos:**

- I - informações mensais na conta de água, em cumprimento às alíneas “a” e “b” do inciso I do art. 5º do Anexo, a partir do dia 5 de junho de 2005;**
- II - informações mensais na conta de água, em cumprimento às alíneas “c” e “d” do inciso I do art. 5º do Anexo, a partir do dia 15 de março de 2006; e**
- III - relatório anual até 15 de março de cada ano, ressalvado o primeiro relatório, que terá como data-limite o dia 1º de outubro de 2005.**

De acordo com o artigo 3º, as informações a serem prestadas pelos responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água devem seguir os critérios abaixo:

- I - ser verdadeira e comprovável;**
- II - ser precisa, clara, correta, ostensiva e de fácil compreensão, especialmente quanto aos aspectos que impliquem situações de perda da potabilidade, de risco à saúde ou aproveitamento condicional da água; e**
- III - ter caráter educativo, promover o consumo sustentável da água e proporcionar o entendimento da relação entre a sua qualidade e a saúde da população.**

Cabe aos responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água disponibilizar as seguintes informações para cada ligação predial:

Art. 5º Na prestação de serviços de fornecimento de água é assegurado ao consumidor, dentre outros direitos:

I - receber nas contas mensais, no mínimo, as seguintes informações sobre a qualidade da água para consumo humano:

- a) divulgação dos locais, formas de acesso e contatos por meio dos quais as informações estarão disponíveis;
- b) orientação sobre os cuidados necessários em situações de risco à saúde;
- c) resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água; e
- d) características e problemas do manancial que causem riscos à saúde e alerta sobre os possíveis danos a que estão sujeitos os consumidores, especialmente crianças, idosos e pacientes de hemodiálise, orientando sobre as precauções e as medidas corretivas necessárias;

II - receber do prestador de serviço de distribuição de água relatório anual contendo, pelo menos, as seguintes informações:

- a) transcrição dos arts. 6º, inciso III, e 31 da Lei no 8.078, de 1990, e referência às obrigações dos responsáveis pela operação do sistema de abastecimento de água, estabelecidas em norma do Ministério da Saúde e demais legislações aplicáveis;
- b) razão social ou denominação da empresa ou entidade responsável pelo abastecimento de água, endereço e telefone;
- c) nome do responsável legal pela empresa ou entidade;
- d) indicação do setor de atendimento ao consumidor;
- e) órgão responsável pela vigilância da qualidade da água para consumo humano, endereço e telefone;
- f) locais de divulgação dos dados e informações complementares sobre qualidade da água;
- g) identificação dos mananciais de abastecimento, descrição das suas condições, informações dos mecanismos e níveis de proteção existentes, qualidade dos mananciais, fontes de contaminação, órgão responsável pelo seu monitoramento e, quando couber, identificação da sua respectiva bacia hidrográfica;
- h) descrição simplificada dos processos de tratamento e distribuição da água e dos sistemas isolados e integrados, indicando o município e a unidade de informação abastecida;
- i) resumo dos resultados das análises da qualidade da água distribuída para cada unidade de informação, discriminados mês a mês, mencionando por parâmetro analisado o valor máximo permitido, o número de amostras realizadas, o número de amostras anômalas detectadas, o número de amostras em

conformidade com o plano de amostragem estabelecido em norma do Ministério da Saúde e as medidas adotadas em face das anomalias verificadas; e j) particularidades próprias da água do manancial ou do sistema de abastecimento,, como presença de algas com potencial tóxico, ocorrência de flúor natural no aquífero subterrâneo, ocorrência sistemática de agrotóxicos no manancial, intermitência dentre outras, e as ações corretivas e preventivas que estão sendo adotadas para a sua regularização.

As informações deverão ser disponibilizadas ao consumidor, por área de abrangência do fornecimento de água pelo sistema de abastecimento, ou seja, sistemas isolados (sistemas que abastecem isoladamente bairros, setores ou localidades) e sistemas integrados (sistemas que abastecem diversos municípios simultaneamente ou quando mais de uma unidade produtora abastece um único município, bairro, setor ou localidade).

As informações a serem veiculadas na conta mensal e no relatório anual deverão trazer esclarecimentos quanto ao significado dos parâmetros neles mencionados em linguagem acessível ao consumidor e deverá ser disponibilizada a cada ligação predial. No caso de condomínios verticais ou horizontais atendidos por uma mesma ligação predial, o fornecedor deverá orientar a administração, por escrito, a divulgar as informações a todos os condôminos.

Os responsáveis pelas soluções alternativas coletivas, incluindo os veículos transportadores de água para consumo humano, como os carros-pipa, deverão apresentar aos consumidores, no momento do fornecimento, informações:

**Art. 9º Os prestadores de serviço de transporte de água para consumo humano, por carros-pipa, carroças, barcos, dentre outros, deverão entregar aos consumidores, no momento do fornecimento, no mínimo, as seguintes informações:**

I - data, validade e número ou dado indicativo da autorização do órgão de saúde competente;

II - identificação, endereço e telefone do órgão de saúde competente;

III - nome e número de identidade do responsável pelo fornecimento;

IV - local e data de coleta da água; e

V - tipo de tratamento e produtos utilizados.

§ 1º Cabe aos órgãos de saúde fornecer formulário padrão onde estarão contidas as informações referidas nos incisos I a V.

§ 2º Os prestadores de serviço a que se refere o caput deverão prover informações aos consumidores sobre cor, cloro residual livre, turbidez, pH e coliformes totais, registrados no fornecimento.

Cabe ressaltar que para as demais formas de soluções alternativas coletivas as informações referidas no art. 5º serão veiculadas, dentre outros meios, por relatórios anexos ao boleto de pagamento do condomínio, demonstrativos de despesas, boletins afixados em quadros de avisos ou ainda mediante divulgação na imprensa local.

Todas as informações prestadas pelos responsáveis deverão manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública.

As informações sobre a qualidade da água a ser disponibilizada no relatório anual deverão contemplar todos os parâmetros analisados com frequência trimestral e semestral que estejam em desacordo com a Portaria MS nº 518/04, seguido da expressão: “FORA DOS PADRÕES DE POTABILIDADE”.

O acesso às informações pelos consumidores deverá possibilitar um maior controle social sobre a qualidade dos serviços prestados à população bem como a adoção de medidas de prevenção dos riscos e dos danos para a saúde humana.

O decreto menciona a orientação de disponibilização em outros canais de comunicação complementar, tais como:

**Art. 12. Os responsáveis pelos sistemas de abastecimento devem disponibilizar, em postos de atendimento, informações completas e atualizadas sobre as características da água distribuída, sistematizadas de forma compreensível aos consumidores.**

**Art. 13. A fim de garantir a efetiva informação ao consumidor, serão adotados outros canais de comunicação, tais como: informações eletrônicas, ligações telefônicas, boletins em jornal de circulação local, folhetos, cartazes ou outros meios disponíveis e de fácil acesso ao consumidor, sem prejuízo dos instrumentos estabelecidos no art. 5º deste decreto.**

Quanto à comunicação em situação de risco à saúde, em função de anomalias operacionais ou não conformidades na qualidade da água, o prestador do serviço deve, em conjunto com a autoridade de saúde pública municipal, reunir a população-alvo para repassar as informações quanto à sua origem, extensão, as ações já tomadas e a serem tomadas para superação das anomalias, os cuidados que devem ser tomados pelos moradores em relação à ingestão da água distribuída e demais informações pertinentes.

Os artigos 14, 15 e 16 prevêm essa comunicação entre a autoridade de saúde pública e os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas.

Art. 14. Os responsáveis pelos sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas deverão comunicar imediatamente à autoridade de saúde pública e informar, de maneira adequada, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não-conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, independentemente da adoção das medidas necessárias para a correção da irregularidade.

Parágrafo único. O alerta à população atingida deve contemplar o período que a água estará imprópria para consumo e trazer informações sobre formas de aproveitamento condicional da água, logo que detectada a ocorrência do problema.

Art. 15. O responsável pelo sistema de abastecimento de água para consumo humano, ao realizar programas de manobras na rede de distribuição, que, excepcionalmente, possam submeter trechos a pressões inferiores à atmosférica, deverá comunicar essa ocorrência à autoridade de saúde pública e à população que for atingida, com antecedência mínima de setenta e duas horas, bem como informar as áreas afetadas e o período de duração da intervenção.

Parágrafo único. A população deverá ser orientada quanto aos cuidados específicos durante o período de intervenção e no retorno do fornecimento de água, de forma a prevenir riscos à saúde.

Art. 16. Os responsáveis pelos sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas deverão manter mecanismos para recebimento de reclamações referentes à qualidade da água para consumo humano e para a adoção das providências pertinentes.

Parágrafo único. O consumidor deverá ser comunicado, formalmente, por meio de correspondência, no prazo máximo de trinta dias, a partir da sua reclamação, sobre as providências adotadas.

Caberá ao órgão de saúde responsável pela vigilância da qualidade da água para consumo humano:

Art. 17. Compete aos órgãos de saúde responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano:

I - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

II - dispor de mecanismos para receber reclamações referentes às características da água, para adoção das providências adequadas;

III - orientar a população sobre os procedimentos em caso de situações de risco à saúde; e

IV - articular com os Conselhos Nacionais, Estaduais, do Distrito Federal, dos Territórios e Municipais de Saúde, Saneamento e Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Comitês de Bacias Hidrográficas e demais entidades representativas da sociedade civil atuantes nestes setores, objetivando apoio na implementação deste Anexo.

§ 1º Os órgãos de saúde deverão assegurar à população o disposto no art. 14 deste Anexo, exigindo maior efetividade, quando necessário, e informar ao consumidor sobre a solução do problema identificado, se houver, no prazo máximo de trinta dias, após o registro da reclamação.

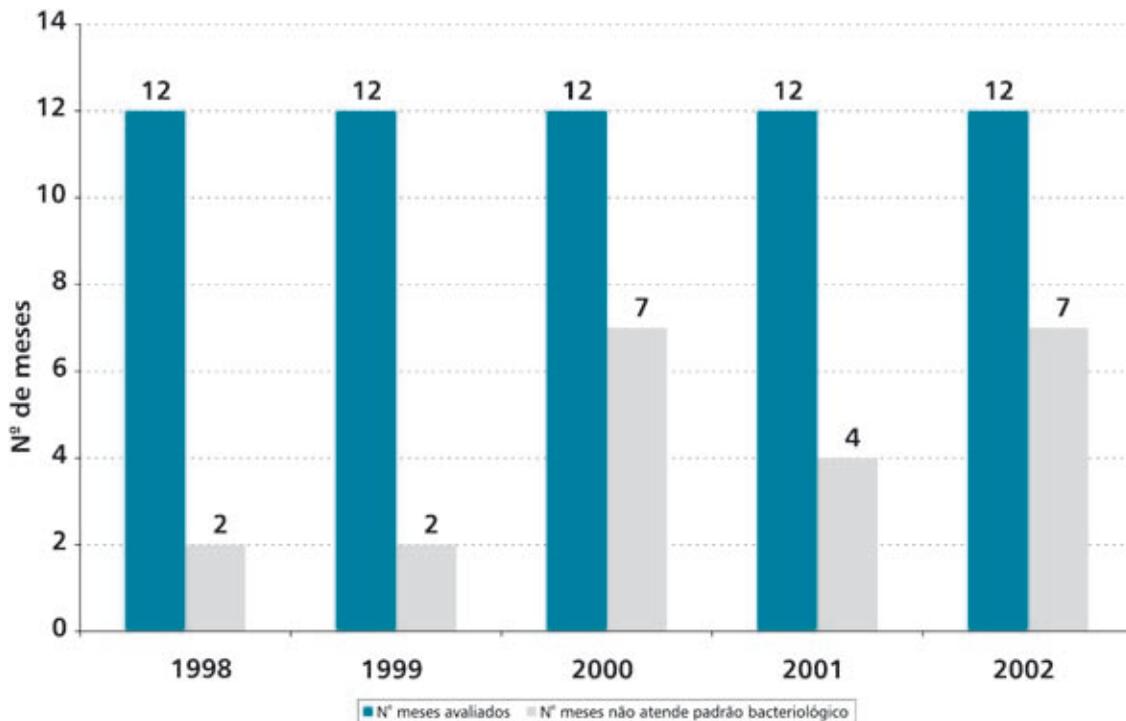
§ 2º No caso de situações de risco à saúde de que trata o inciso III e o § 1º deste artigo, os órgãos de saúde deverão manter entendimentos com o responsável pelo sistema de abastecimento ou por solução alternativa coletiva quanto às orientações que deverão ser prestadas à população por ambas as partes.

Art. 18. Caberão aos Ministérios da Saúde, da Justiça, das Cidades, do Meio Ambiente e às autoridades estaduais, municipais, do Distrito Federal e territórios o acompanhamento e a adoção das medidas necessárias para o cumprimento do disposto neste Anexo.

Portanto, as informações reunidas no conjunto de atividades inerentes à vigilância da qualidade da água (cadastro, inspeções, relatórios de controle de qualidade da água, resultados do plano de monitoramento implementado pela vigilância e análise integrada das informações) devem receber permanente sistematização, de forma que se prestem ao pronto acesso e consulta por qualquer usuário.

A sistematização dos dados em séries históricas, tal como apresentado para o município de Água Azul (item 10.3), permite uma visão temporal da água consumida e, de certa forma, de “pronto acesso e compreensível à população”. Com o intuito de melhor ilustrar a questão, uma parte do exemplo é reproduzida na figura a seguir.

**Figura 16.1 – Demonstrativo do número de meses em que não foi atendido o padrão bacteriológico nas avaliações efetuadas no período de 1998 a 2002 na água do Sistema 1 – Água Azul**



No entanto, o usuário pode interessar-se por informações mais detalhadas, por exemplo, sobre a qualidade da água da região ou bairro onde reside. Nesse caso, a busca e a sistematização da distribuição espacial e temporal das informações é fundamental (por exemplo, por ponto de amostragem de controle e/ou vigilância), tal como no exemplo da cidade de Vistoso (também reproduzido parcialmente na Tabela 16.1).

Informações podem ainda ser requeridas sobre a origem da água consumida e a confiabilidade do sistema de tratamento, para o que o serviço de vigilância pode recorrer às informações de cadastro e inspeções, devidamente sistematizadas e atualizadas. Por exemplo, do relatório de inspeção do Sistema Taquarilit, no município de Jururuba (caso real, nomes fictícios), podem ser extraídas as informações de maior interesse aos usuários:

Sistema Taquarilit – capta água do rio Toca, com vazão média de 15 a 20 L/s. O tratamento consiste em retirada de material grosseiro por meio de gradeamento e peneira estática, desinfecção com cloro na forma de

gás, correção de pH com NaOH e adição de flúor. O macromedidor existente anteriormente foi desativado. O sistema é automatizado, com um funcionário volante que vistoria as instalações diariamente. Após o tratamento, a água é encaminhada a um reservatório com capacidade para 400 m<sup>3</sup> que atende o bairro de Tabatinga. Por ocasião da inspeção, o reservatório apresentava vazamentos há mais de três meses, além de estar com a tampa de acesso aberta. A água estagnada propicia condições favoráveis para criadouro de *Aedes aegypti*.

A boa informação, aliás, como determinado na Portaria MS nº 518/2004, deve ainda facultar ao usuário informações sobre os riscos à saúde associados à qualidade da água, aos sistemas e sobre o significado dos parâmetros de qualidade da água. Pode-se, por exemplo, “interpretar” a Tabela 16.1, referenciando-se ao padrão de potabilidade (no caso, 5 UT). No exemplo em questão, deve ser destacado, e poderia bem ser o interesse imediato do requerente, o valor atípico registrado em 17.01 no ponto de amostragem PA2. É de se esperar que as devidas explicações para a anomalia tenham sido detectadas e corrigidas ou controladas, pois o usuário tem direito a essa informação.

**Tabela 16.1 – Informações sobre a turbidez (UT) da água distribuída por ponto de coleta de amostras – município de Vistoso**

DATA	PA1	PA2	PA3	PA4
21/08/01	0,68	1,08	0,49	0,66
28/08/01	0,79	2,46	0,79	0,87
04/09/01	1,00	1,01	0,95	1,00
12/09/01	0,97	1,24	0,80	0,86
19/09/01	2,00	1,67	1,49	1,35
15/10/01	1,81	NR	0,86	0,46
22/10/01	2,49	7,89	1,96	1,13
29/10/01	4,39	6,29	2,80	1,27
05/11/01	4,03	1,07	0,83	0,72
12/11/01	1,43	1,29	1,13	1,10
20/11/01	1,08	1,28	3,00	0,85
26/11/01	1,07	1,02	1,41	0,72
03/12/01	3,68	2,87	2,72	2,75
10/12/01	1,70	1,95	1,97	1,54
18/12/01	2,89	5,69	1,25	1,18
10/01/02	4,08	1,01	0,81	0,78
17/01/02	20,10	1,47	1,60	1,14
24/01/02	1,31	1,43	0,80	0,92
05/02/02	3,63	1,35	1,38	1,15
21/02/02	0,81	0,73	0,74	0,45

Continua...

## Continuação

28/02/02	3,20	1,36	3,10	1,01
14/03/02	2,20	3,70	0,46	0,42
28/03/02	0,94	1,72	0,53	0,40
11/04/02	3,82	NR	0,57	0,45
12/04/02	2,40	0,47	0,42	0,40
18/04/02	0,39	0,42	0,54	0,55
25/04/02	1,21	7,30	0,37	0,36
29/04/02	0,87	1,53	0,40	0,36
06/05/02	1,00	0,64	0,55	0,46
15/05/02	1,67	1,97	0,49	0,50
27/05/02	2,22	1,96	0,41	0,37
04/06/02	5,30	1,28	0,24	0,33
25/06/02	1,00	NR	0,48	0,49
08/07/02	0,40	0,77	4,30	4,95
15/07/02	2,85	1,98	0,41	0,34
IT (%)	94,3	87,9	100,0	100,0
Estatística descritiva	PA1	PA2	PA3	PA4
Mínimo	0,39	0,42	0,24	0,33
Máximo	20,10	7,89	4,30	4,95
Mediana	1,70	1,40	0,80	0,72
Média	2,55	2,12	1,17	0,92
Desvio- padrão	3,32	1,94	0,97	0,85



## GLOSSÁRIO

**ADUTORA** – grandes tubulações por onde é transportada a água da captação para as estações de tratamento.

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS** – qualquer atividade desenvolvida pelo ser humano e que contrarie influências naturais.

**BOOSTERS** – arranjos onde uma ou mais bombas são dispostas de forma intercalada em uma tubulação principal, permitindo aumentar a pressão e a vazão dos trechos situados a jusante do ponto onde elas são intercaladas.

**CARREIRAS DE FILTRAÇÃO** – decorrido (período de operação) entre duas operações sucessivas de lavagem dos filtros.

**COMPORTA** – porta ou tapume que sustém as águas de uma represa, dique, açude ou eclusa e que pode abrir-se para deixá-las correr; adufa.

**CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS** – condições relativas à hidrogeologia (parte da geologia que trata das funções da água na modificação da Terra, principalmente pela erosão e pela sedimentação).

**CONDIÇÕES HIDROLÓGICAS** – condições relativas à hidrologia (ciência que trata das águas, suas propriedades, leis, fenômenos e distribuição, na superfície e abaixo da superfície da Terra).

**CONDIÇÕES TOPOGRÁFICAS** – condições relativas à topografia (descrição ou delineação minuciosa de uma localidade; configuração do relevo de um terreno com a posição de seus acidentes naturais ou artificiais).

**CRIVO** – peneira de fio metálico; coador; acessório de regador para borrifar com água.

**CURVA EPIDÊMICA** – representação gráfica da distribuição temporal do aparecimento de casos novos em um surto ou epidemia.

**DECANTAÇÃO** – separação entre um líquido e sólido, ou entre líquidos imiscíveis de densidades diferentes, deixando o líquido em repouso, ou fazendo-o circular em velocidade muito reduzida. O mesmo que sedimentação.

**DRENO** – conduto, canal ou linha de trechos de tubos abertos ou de manilhas porosas constituídos para esgotar, por gravidade, água de superfície, de subsolo, do fundo de filtros ou mesmo de esgotos.

**EPIDEMIA** – elevação do número de casos de uma doença ou agravo, em um determinado lugar e período de tempo, caracterizando, de forma clara, um excesso em relação à frequência esperada.

**ESPECIFICIDADE** – capacidade que um teste ou análise têm de detectar os verdadeiros negativos, isto é, diagnosticar corretamente os indivíduos sadios ou as amostras negativas.

**ESTANQUEIDADE** – qualidade de estanque (que se estancou; estancado; que não corre ou flui; estagnado, parado; que não deixa entrar ou sair líquido ou gás; impermeável, hermético).

**EXTRAVASOR** – canalização destinada a aliviar outra existente, cuja capacidade pode se tornar insuficiente. O mesmo que ladrão.

**GEOMORFOLÓGICO** – que se refere à geomorfologia (tratado a respeito da forma dos relevos terrestres).

**GRADIENTE DE VELOCIDADE** – alteração da velocidade por unidade de medida de distância em uma direção especificada. Expressa o grau de turbulência ou intensidade de agitação da água.

**GRANULOMETRIA** – especificação da dimensão dos grãos de rocha ou areia.

**HEPATOTÓXICA** – substância ou produto químico que cause lesão no tecido hepático (fígado).

**INCIDÊNCIA** – número de casos novos de uma doença ou agravo ocorridos em uma população definida durante um período de tempo específico.

**INTERMITÊNCIA** – qualidade de intermitente; descontinuação; interrupção momentânea. Interrupção numa série; intervalo em fenômenos periódicos.

**LISE** – destruição da célula pela ruptura da membrana plasmática, resultando em perda do citoplasma.

**ORGANISMO PATOGÊNICO** – organismo (vírus, bactéria, protozoário ou helminto) capaz de produzir infecção ou doença infecciosa. Sinônimos: agente etiológico, agente infeccioso, bioagente patogênico, patógeno.

**NEUROTÓXICA** – substância ou produto químico que interfere com a condução normal de impulsos nervosos.

**NÍVEL ENDÊMICO** – é a faixa de ocorrência esperada da incidência, na qual se caracteriza o comportamento endêmico de um agravo ou doença. Valores de incidência acima do nível endêmico caracterizam a ocorrência de um surto ou epidemia.

**REFLUXO** – ação ou efeito de refluir; corrente ou movimento contrário e sucessivo a outro.

**SALUBRIDADE AMBIENTAL** – estado ou qualidade de ambiente salubre; conjunto das condições favoráveis à saúde do ambiente.

**SENSIBILIDADE** – capacidade que um teste ou análise têm de detectar os verdadeiros positivos, isto é, diagnosticar corretamente os indivíduos doentes ou as amostras positivas.

**SURTO** – tipo de epidemia em que os casos se restringem a uma área geográfica pequena e bem delimitada ou a uma população institucionalizada (creches, quartéis, escolas, etc.).

**TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL DOS DECANTADORES** – vazão ( $m^3/dia$ ) aplicada por unidade de área do decantador ( $m^2$ ); expressa também a velocidade de sedimentação ( $cm/min$ ).

**TAXAS DE FILTRAÇÃO** – vazão ( $m^3/dia$ ) aplicada por unidade de área dos filtros ( $m^2$ ); expressa também a velocidade de filtração ( $cm/s$ ).

**TEMPOS DE DETENÇÃO HIDRÁULICA** – tempo teórico decorrido entre a entrada e a saída da água (ou de uma partícula em suspensão ou de uma substância em solução na água) em um tanque (volume do tanque dividido pela vazão).

**VENTOSAS** – dispositivos situados nos pontos altos das adutoras e destinados a eliminar o ar que ali se acumula, possibilitando melhor escoamento da água.

**ZONÓSES** – infecção ou doença infecciosa transmissível, em condições naturais, dos animais vertebrados ao ser humano.





## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E RECOMENDADA

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WEF, 1998.

AZEVEDO NETTO et al. *Técnica de abastecimento e tratamento de água*. Vol. 2: *Tratamento de água*. São Paulo: Cetesb, 1976. 951 p. 1979.

BARROS, R. T. V. et al. (Org.). *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Engenharia, 1995.

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; NASCIMENTO, L. E.; CARVALHO, G. R. M.; SILVA, C. V. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000 (CD-ROM).

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; HELLER L.; VIEIRA, M. B. M.; BRITO L. A. Abordagem sanitário-epidemiológica – o tratamento e a qualidade parasitológica da água: entre o desejável e o possível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. *Anais...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001 (CD-ROM).

BORJA, P. C.; MORAES, L. R. S. Indicadores de saúde ambiental – saneamento em políticas públicas: análise crítica e proposta. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: 2000. 17 p. (CD-ROM).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Portaria nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000: aprova o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Funasa, 2001. 32 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*. 1. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 72 p.

BRISCOE, J.; FEACHEM, R. G.; RAHAMAN, M. M. *Evaluating health impact: water supply, sanitation, and hygiene education*. Ottawa: International Development Research Centre, 1986. 80 p.

CÂMARA, V. M.; BARBOSA, E. M.; JESUS, I. M.; PALÁCIOS, M.; PEREZ, M. A. *Curso de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde*. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2000. 224 p.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE – CEPIS. *Ciclo: Tratamiento. Serie: Filtración rápida. Criterios de selección*. (Programa Regional HPE/OPS/Cepi de Mejoramiento de La Calidad del Agua para Consumo Humano, Manual II.) Lima, Peru: Cepis, 1992.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE – CEPIS. *Ciclo: Tratamiento. Serie: Filtración rápida. Teoría*. (Programa Regional HPE/OPS/Cepi de Mejoramiento de La Calidad del Agua para Consumo Humano, Manual III.) Lima, Peru: Cepis, 1992.

CERQUEIRA, D. A.; SÁ HORTA, M. C. Coliformes fecais não existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20, 1999. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Abes, 1999, p. 1239-1244 (CD-ROM).

CHORUS, I.; BARTRAM, J. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E& FN Spon, 1999. 416 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO. *Manual de coleta de amostras de água*. 1. ed. São Paulo: Cetesb, 1988. 150 p.

COSTA, S. S. *Indicadores sanitários como sentinelas na promoção da saúde, prevenção e controle de doenças e agravos relacionados ao saneamento: uma experiência a partir do Sistema de Informação de Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano no Brasil – O Sisagua*. Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2002, 168 p. (Dissertação de Mestrado.)

CRAUN, C. F.; CASTRO, R. (Ed.) *La calidad del agua potable en America Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química*. Washington, D.C.: Opas/OMS/Isli Press, 1996.

DE ZUANE, J. *Handbook of drinking water quality*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1997. 575 p.

DI BERNARDO, L. *Métodos e técnicas de tratamento de água*, v. 1. Rio de Janeiro: Abes, 1993.

———. *Métodos e técnicas de tratamento de água*, v. 2. Rio de Janeiro: Abes, 1993.

DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C. C. S.; HELLER, L. *Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas*. Rio de Janeiro: Abes, 1999, 114 p. (Projeto Prosab).

DI BERNARDO, L.; MENDES, C. G. N.; BRANDÃO, C. C. S.; SENS, M.; PÁDUA, V. L. *Tratamento de água para abastecimento por filtração direta*. Rio de Janeiro: Abes-Rima, 2003 (Projeto Prosab).

FREITAS, C. M.; GOMEZ, C. M. Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais. *História, Ciência, Saúde*, v. 3, n. 3, p. 485-504, 1997.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MOREIRA, J. C. Segurança química, saúde e ambiente: perspectivas para a governança no contexto brasileiro. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 8, p. 249-256, 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Diretrizes para programação e projeto físico de laboratórios de monitoramento e controle de qualidade da água*. Brasília: Ministério da Saúde, 1999. 47 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual de saneamento*. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1999. 374 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Roteiro para inspeção de sistema de abastecimento de água*. Brasília: Ministério da Saúde, 1999. 30 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Sistemas de Informação de Vigilância Ambiental em Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde/Centro Nacional de Epidemiologia, 1999 (versão preliminar).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Relatório da oficina de indicadores de vigilância da qualidade da água de consumo humano*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999. 38 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Curso de implantação do Sisagua*. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Sisagua*. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Programação pactuada integrada: parâmetros de programação para ações de epidemiologia e controle de doenças*. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Programação e projeto físico de unidade móvel para monitoramento e controle da qualidade da água*. Brasília: Ministério da Saúde, 2001. 33 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Sistema de Informação sobre Mortalidade – 1999*. Brasília: Ministério da Saúde, 2001 (CD-ROM).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos – 1999*. Brasília: Ministério da Saúde, 2001 (CD-ROM).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Formulários para Cadastro do Sisagua*. Brasília: Ministério da Saúde, 2002 (CD-ROM).

GALVÃO, L. A.; OLIVEIRA, M. L. C.; AUGUSTO, L. G. S.; CÂNCIO, J. Indicadores de saúde e ambiente. Relatório da Oficina de Trabalho realizada durante o IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia-Epirio-98. *Informe Epidemiológico do SUS*, n. 2, p. 45-53, 1998.

HAAS, C. N.; ROSE, J. B.; GERBA, C. P. *Quantitative microbial risk assessment*. New York: John Wiley & Sons, 1999. 449 p.

HELLER, L. *Saneamento e saúde*. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 1997. 97 p.

HELLER, L.; CASSEB, M. M. S. Abastecimento de água. In: BARROS, R. T. V. et al. (Org.). *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Engenharia, 1995. p. 63-112.

LAST, J. M. *A dictionary of epidemiology*. New York: Oxford University Press, 1988.

MACEDO, J. A. B. *Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas*. 1. ed. Juiz de Fora, 2001. 302 p.

MACIEL FILHO, A. A.; GOES JÚNIOR, C. D.; CANCIO, J. A.; OLIVEIRA, M. L. C.; COSTA, S. S. Indicadores de vigilância ambiental. *Informe Epidemiológico do SUS*, v. 8, n. 3, p. 59-66, 1999.

MACIEL FILHO, A. A.; GOES JÚNIOR, C. D.; CANCIO, J. A.; HELLER, L.; MORAES, L. R. S.; OLIVEIRA, M. L. C.; COSTA, S. S. Interface da gestão de recursos hídricos e saúde pública. In: MUNHOZ, H. R. (Ed.). *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria Nacional de Recursos Hídricos, 2000. p. 396-420.

MACLER, B. A. Acceptable risk and U.S. microbial drinking water standards In: CRAUN, G. F. (Ed.). *Safety of water disinfection*. Washington: International Life Sciences Institute Press, 1993.

OLIVEIRA, W. E. et al. *Técnica de abastecimento e tratamento de água*. V. 1: *Abastecimento de água*. São Paulo: Cetesb, 1976. 549 p.

McJUNKIN, F. E. *Agua y salud humana*. Lima: Organización Panamericana de la Salud, 1982. 231 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Sistema de informação de mortalidade infantil – CID-10*. Internet: <http://www.datasus.gov.br>, dez. 2001. 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Sistema de informação sobre morbidade hospitalar do SUS – CID-10*. Internet: <http://www.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/rnba.def>, jul. 2001. 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Sistema de informação sobre saneamento*. Internet: <http://www.datasus.gov.br>. 2001.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Vigilancia de la calidad del agua potable*. Ginebra: Organización Panamericana de la Salud, 1977. 145 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Administración de emergencias en salud ambiental y provisión de agua*. Washington: Organización Panamericana de la Salud, 1988. 36 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Evaluación de riesgos en salud por la exposición a residuos peligrosos*. México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1992.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Guías para la calidad del agua potable*. V. 1: *Recomendaciones*. 2. ed. Ginebra: OMS, 1995. 195 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Guia para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2001. 336 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Água e saúde*. Washington D.C.: Opas, 1996. 20 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *A proteção das captações*. Washington D.C.: Opas, 1996. 20 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Vazamentos e medidores*. Washington D.C.: Opas, 1996. 24 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *A água em situações de emergência*. Washington D.C.: Opas, 1996. 26 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *A desinfecção da água*. Washington D.C.: Opas, 1999. 20 p. (Opas/HE/99/38).

REIFF, F. M.; WITT, V. M. Manual de desinfecção. Guías para la selección y aplicación de las tecnologías de desinfecção del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y El Caribe. Washington, D.C.: Opas/OMS, 1995, 227 p. (División de Salud y Ambiente. Serie Técnica, 30.)

SIMÕES, C. C. *Brasil: estimativa da mortalidade infantil por microrregiões e municípios*. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Políticas Públicas, 1999. 79 p.

TEIXEIRA, C. F.; PAIM, J. S.; VILASBÔAS, A. I. SUS, modelos assistenciais e vigilância da saúde. *Informe Epidemiológico do SUS*, ano VII, n. 2, p. 7-25, 1998.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Principios de evaluación del riesgo*. Mexico: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, 1991.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Giardia human health criteria document*. Washington D.C.: EPA, 1998 (EPA-823-R-099-002).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Drinking water criteria for viruses: an addendum. Final draft*. Washington D.C.: EPA, 1999 (EPA/822/R/98/042).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *National primary drinking water regulations. Long Term 1 enhanced surface water treatment and filter backwash rule; Proposed Rule. Part II* (40 CFR, Parts 141, and 142). Washington

D.C., Federal Register, Rules and regulations, Federal Register, v. 65, n. 69/Monday, April 10, 2000/Proposed Rules, p. 19046-19150.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Drinking water standards and health advisories*. Washington D.C.: EPA, 2000 (EPA-822-B-00-001).

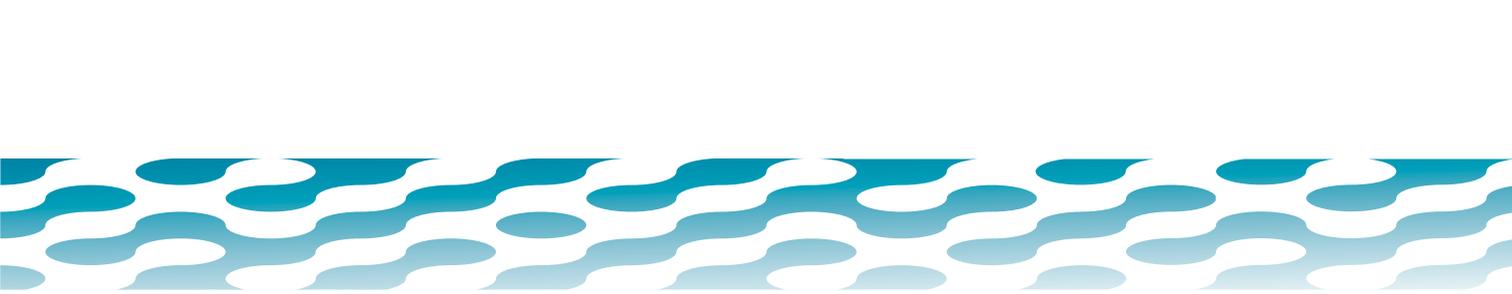
UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *National primary drinking water regulations*. Washington D.C.: EPA, 2001 (EPA-816-F-01-007) (disponível em <http://www.epa.gov/safewater>).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Cryptosporidium human health criteria document*. Washington D.C.: EPA, 2001 (EPA-822-K-094-001).

VON SHIRNDING, E. R. *Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental: minuta para discussão na oficina de indicadores de saúde e monitoramento ambiental*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Epidemiologia/Fundação Nacional da Saúde/Organização Pan-Americana da Saúde, 1998. 97 p.

WALDMAN, E. A. Usos da vigilância e da monitorização em saúde pública. *Informe Epidemiológico do SUS*, ano VII, n. 3, p. 7-20, 1998.





## ANEXO

### RESUMO DE FÓRMULAS E EQUAÇÕES

#### 1) FÓRMULAS ESTATÍSTICAS

**1.1) Média aritmética:** é o quociente da soma dos valores pelo número de mensurações; informa onde está localizado o valor central do grupo.

$$Y = \sum Y/n$$

**1.2) Mediana:** é o valor central quando as mensurações são alinhadas do menor ao maior valor; isto é, o ponto ou posição que divide a distribuição em duas metades.

Exemplos:

A mediana da seqüência de números 1; 2; 3; 4; 5 é igual a 3.

A mediana da seqüência de números 1; 2; 3; 4; 5; 6 é igual a 3,5, correspondendo à média de 3 e 4.

**1.3) Moda:** é a observação mais freqüente em um grupo de dados.

Exemplo:

Na série 1, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 5, 6, 7, a moda é o número 4, pois ele aparece mais vezes.

**1.4) Desvio-padrão:** é uma medida do grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio (a média).

$$S = \sqrt{\sum y^2/n}$$

## 2) INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS

### 2.1) Coeficiente de mortalidade infantil

$$\frac{\text{Número de óbitos de crianças menores de um ano de idade no período}}{\text{Número de nascidos vivos no período}} \times 1000$$

### 2.2) Coeficiente de mortalidade infantil por doenças diarréicas

$$\frac{\text{Número de óbitos de crianças menores de um ano de idade por doenças diarréicas no período}}{\text{Número de nascidos vivos no período}} \times 1000$$

### 2.3) Distribuição proporcional de casos segundo o sexo

$$\frac{\text{Número de casos do agravo para um determinado sexo no período}}{\text{Total de casos no período}} \times 100$$

### 2.4) Distribuição proporcional de casos segundo a faixa etária

$$\frac{\text{Número de casos do agravo para uma determinada faixa etária no período}}{\text{Total de casos no período}} \times 100$$

### 2.5) Coeficiente de incidência

$$\frac{\text{Número de casos novos no período}}{\text{População exposta no período}} \times 1000$$

### 2.6) Coeficiente de mortalidade geral

$$\frac{\text{Número de óbitos no período}}{\text{População total no período}} \times 1000$$

### 2.7) Coeficiente de letalidade

$$\frac{\text{Número de óbitos por determinado agravo}}{\text{Total de casos do agravo}} \times 100$$

### 3) OUTROS INDICADORES SANITÁRIOS

#### 3.1) Cobertura de esgotamento sanitário

$$\frac{\text{População do município atendida com sistemas de coleta de esgotos}}{\text{População total no período}} \times 100$$

#### 3.2) Cobertura de limpeza urbana

$$\frac{\text{População do município atendida com coleta regular de lixo}}{\text{População do município}} \times 100$$

#### 3.3) Cobertura por banheiros ou sanitários

$$\frac{\text{População do município servida por banheiros ou sanitários}}{\text{População do município}} \times 100$$









[www.saude.gov.br/svs](http://www.saude.gov.br/svs)

[www.saude.gov.br/bvs](http://www.saude.gov.br/bvs)

disque-saúde  
0800.61.1997

Secretaria de  
Vigilância em Saúde

Ministério  
da Saúde

