0810000858

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - FAAC

ANÁLISE E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CLORAÇÃO DE ÁGUA EM COMUNIDADES NÃO SERVIDAS POR TRATAMENTO CONVENCIONAL

GRACINDA MAIA MONTEIRO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação: "Projeto, Arte e Sociedade" - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação/FAAC/UNESP/ Bauru – Área Concentração: Assentamentos Humanos, para obtenção do título de Mestre em Assentamentos Humanos.

Bauru - SP
Março de 1999

T. 858

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - FAAC

BIBLIOTECA UNESP CAMPUS BAURU

ANÁLISE E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CLORAÇÃO DE ÁGUA EM COMUNIDADES NÃO SERVIDAS POR TRATAMENTO CONVENCIONAL

GRACINDA MAIA MONTEIRO

ORIENTADOR: PROF. DR. RUBENS CARNEIRO ULBANERE

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação: "Projeto, Arte e Sociedade" - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação/FAAC/UNESP/ Bauru – Área Concentração: Assentamentos Humanos, para obtenção do título de Mestre em Assentamentos Humanos.

Bauru - SP
Março de 1999

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

628162
M776a

Monteiro, Gracinda Maia
Análise e implantação de sistema de cloração de água em comunidades não servidas por tratamento convencional/Gracinda Maia Monteiro. – Bauru, 1998.
000f.: il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

Orientador: Prof. Dr. Rubens Carneiro Ulbanere

1. Tratamento de água 2. Cloração 3. Água 4. Universidade Estadual Paulista 5. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação I. Título

A meus pais José Rodrigues Maia (in memorian) e Maria Bianconcini, pelo exemplo de vida;

A meus irmãos Arlindo, Celso e Eunice, pelo apoio e amizade:

DEDICO

Ao meu esposo Elidio Monteiro;

Aos meus filhos: Marli e Carlos Roberto, Celso (genro), Célia (nora) e aos meus netos: Fabiane, Leandro, Gustavo, Thaís e Rafael, pela paciência e carinho:

OFEREÇO

Ao Prof. Dr. Lúcio Grinover, pela idealização do Curso de Pós-Gradução "Projeto, Arte e Sociedade", Área de Concentração Planejamento Urbano e Regional: Assentamentos Humanos.

REVERENCIO

Ao Professor Doutor Rubens Carneiro Ulbanere, orientador deste trabalho, pelas preciosas orientações metodológicas que levaram á confecção dessa dissertação.

HOMENAGEIO

"Se não houver frutos, valeu a beleza das flores...
Se não houver flores, valeu a sombra das folhas...
Se não houver folhas, valeu a intenção da semente."

Jornal da Cidade de Bauru, 21/05/98

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças a colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão a todas elas e de forma particular:

Ao orientador Prof. Dr. Rubens Carneiro Ulbanere, pela oportunidade oferecida, estímulo, amizade, consideração, orientação e compreensão.

À Universidade Estadual Paulista, pelo intermédio da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru, pela valiosa oportunidade concedida.

Aos funcionários e colegas do Laboratório de Controle de Qualidade da Estação de Tratamento de Água de Bauru, Marcia D. S. Zanatta, Suely C. Badini, José Brazoloto, Paulo Sérgio da Silva, Gilberto S. Castilho Filho, Maria de Lurdes R. Fogaça e Cariza M. M. Trovatto, colaborando em tudo que foi possível.

Aos funcionários da Biblioteca da UNESP, Campus de Bauru, pelo atendimento e apoio.

Aos funcionários da CETESB, Bauru, pela colaboração e em especial, Mario do Nascimento e Rosemary Bovoline.

Aos colegas e amigos do Curso de Pós-Graduação, em especial: Giselda P G. Rocha da Silva, Neusa M. Carvalho Barbosa, Rosaly T. Soriani Palanca e respectivas famílias, pelo convívio, amizade, consideração e companheirismo.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção, UNESP, Campus de Bauru, pelo atendimento, apoio e em especial à Mauri Claudenei Rico, pelos trabalhos de digitação e edição.

Á Adauto Aparecido Alves, pelos trabalhos de impressão.

Á Walber Passos Martins pelo resumo em inglês.

À Richard Avante, Geoprocessamento do Departamento de Água e Esgoto de Bauru, pela colaboração do mapa.

À Silvio Carlos Decimone e Ivan Lino Lopes do Departamento de Pós-Graduação, por estarem sempre prontos a nos atender.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA i
OFERECIMENTO ii
REVERÊNCIA iii
HOMENAGEM iv
EPÍGRAFE v
AGRADECIMENTO vi
SUMÁRIO vii
LISTA DE FIGURAS x
LISTA DE TABELAS xi

1. INTRODUÇÃO 01

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 04
2.1. Importância da água para a sobrevivência 04
2.2. A circulação da água no globo terrestre 07
2.2.1. O ciclo hidrológico 07
2.2.2. Composição da água da chuva 09
2.2.3. Composição das águas superficiais 11
2.2.4. A ocorrência da água subterrânea 12
2.2.5. Composição da água subterrânea 14
2.3. Características biológicas das águas 15
2.3.1. A água na transmissão de doenças 16
2.4. Sistemas de abastecimento de água 23
2.4.1. Conceito de abastecimento rudimentar 23
2.4.2. Sistema público 26
2.4.3. Sistemas individuais 28
2.4.3.1. Nascentes 29
2.4.3.2. Poços rasos 29
2.5. Soluções práticas para desinfecção da água 31
2.5.1. Aspectos químicos da cloração 32
2.5.2. Produtos químicos usados na cloração da água 36
2.5.3. Equipamentos empregados na desinfecção 38
2.5.4. Aplicação de solução aquosa de produtos desinfetantes clorados 41
2.5.5. Dosagens empregadas 45
2.5.6. Determinação do residual de cloro (Métodos de OT e OTA) 46

3. MATERIAIS E MÉTODOS 52
3.1. Justificativa da escolha do bairro e residências para aplicação da pesquisa 52
3.2. Forma de entrevista com os moradores 53
3.3. Método para análise das amostras de água do poço 53
3.3.1. Técnica dos tubos múltiplos (TTM), coliformes totais/fecais 54
3.3.2. Quantificação de bactérias heterotróficas na água 58

unesp

3.3.3. Coliformes totais e Escherichia Coli: teste com sustrato cromogênico 61
3.4. Características físicas e organolépticas 66
3.4.1. Aspecto 66
3.4.2. Cor aparente 66
3.4.3 Sabor e odor 66
3.4.4. pH (potencial hidrogeniônico 67
3.4.5. Turbidez 67
3.5. Características químicas 68
3.5.1. Alcalinidade em águas 68
3.5.1.1. Método titulométrico 69
3.5.1.2. Procedimento da amostra para alcalinidade total 69
3.5.2. Alumínio (método espectrofotômetro)..... 70
3.5.3. Cloreto (método de Mohr) 76
3.5.3.1. Método titulométrico 76
3.5.4. Determinação de cloro (método DPD) 78
3.5.4.1. Método da reação de cor 78
3.5.5. Dureza 79
3.5.5.1. Método titulométrico da dureza 80
3.5.6. Ferro (método espectrofotômetro)..... 82
3.5.7. Determinaçãoa de fluoreto em águas 86
3.5.7.1. Método do eletrodo ion específico 86
3.5.8. Nitrato (método espectrofotômetro)..... 87
3.5.9. Nitrito (método espectrofotômetro)..... 93
3.5.10. Oxigênio consumido 98
3.5.10.1. Método títulométrico para determinação de oxigênio consumido 98
3.5.11. Determinação de resíduos em águas 100
3.5.11.1. Resíduo total 101
3.5.11.2. Procedimentos da amostra 101
3.5.12. Sulfato (método espectrofotômetro)..... 102
3.5.13. Condutividade 105
3.5.13.1. Método condutivímetro 106
3.5.14. Manganês 107
3.5.14.1. Método espectrofotômetro 107
3.5.15. Procedimento para instalação de bomba dosadora (cloro e flúor 109
3.5.15.1. Estratégia técnica para a escolha do sistema de cloração 109
3.5.15.2. Bombas dosadoras 110
3.5.15.3. Análise da qualidade da água 110
3.5.16. Considerações sobre as interpretações dos Boletins de Análises de Água 111
3.5.17. Base legal e teórica para análise dos resultados 111

4. RESULTADOS 112
4.1. Boletim de Análise de Água referente a média dos resultados obtidos das amostras de água, na situação original 112
4.1.1. Análise fisico-química 112
4.1.1.1. Características físicas e organolépticas 112
4.1.1.2. Características químicas 113
4.1.2. Análise bacteriológica 115
4.1.3. Considerações sobre os parâmetros analisados 115
4.2. Boletim de Análise de Água referente a média dos resultados obtidos das amostras de água após a instalação da bomba dosadora – poço central 116
4.2.1. Análise físico-química 116
4.2.1.1. Características físicas e organolépticas 116
4.2.1.2. Características químicas 117
4.2.2. Análise bacteriológica 118
4.2.3. Considerações sobre os parâmetros analisados 119

5. CONCLUSÕES 121
5.1. Quanto ao Boletim de Análise de Água referente aos resultados obtidos das amostras de água na situação original 121
5.2. Quanto ao Boletim de Análise de Água referente aos resultados obtidos das amostras de água após a instalação da bomba dosadora – poço central 122

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 123

RESUMO 127
ABSTRACT 128
ANEXOS 129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala de pH 10
Figura 2. Relação entre o lençol freático e a superfície do terreno 13
Figura 3. Fonte resultante de uma projeção de material impermeável 13
Figura 4. Distribuição do HOCl e OCl^- na água em função do pH 33
Figura 5. Eficiência de desinfecção de água contendo *E. coli* com cloro livre e combinado na dosagem de 1 mg/l 34
Figura 6. Curva representativa de ponto de inflexão (Break point) N = 1 mg/l 36
Figura 7. Ejetor para aplicação do cloro-gás 40
Figura 8. Montagem quando a pressão no ponto de aplicação estiver dentro dos limites de utilização da bomba dosadora 42
Figura 9. Para pressões no ponto de aplicação acima de valores indicados para as bombas dosadoras 43
Figura 10. Montagem recomendada para grande dosagem do desinfetante acima de 5 l/h de solução desinfetante a 1% de cloro disponível 44
Figura 11. Montagem recomendada para dosagem pequena de desinfetante inferior a 5 l/h de solução desinfetante a 1% de cloro disponível 44
Figura 12. Dosador de emergência 45
Figura 13. Dosador de emergência 45
Figura 14. Dosador de emergência 45
Figura 15. Ensaio presuntivo – inoculação dos volumes e suas diluições decimais 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição média de gases na atmosfera terrestre 09
Tabela 2. Valores recomendados para residual mínimo de cloro livre e combinado para ação bactericida em função do pH 46
Tabela 3. Cálculo residual de cloro 49
Tabela 4. Índice de NMP e limites de confiança de 95% quando são utilizados inóculos de 10 ml, 1 ml e 0,1 ml em séries de 5 tubos..... 56
Tabela 5. Exemplos onde são inoculados 3 séries de 5 tubos 57
Tabela 6. Exemplos onde são inoculados 3 séries de 5 tubos com volumês decimais diferentes daqueles indicados na tabela 3 57
Tabela 7. Exemplos onde são inoculados mais de 3 volumes decimais 57
Tabela 8. Exemplos para casos especiais 58
Tabela 9. Multi dose – Simplate for HPC – Most probable number (MPN) Table 60
Tabela 10. Dexx quanti-tay/2000 MPN table 64
Tabela 11. Interpretação das alcalinidades de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos 70
Tabela 12. Concentrações para a montagem da curva de calibração do alumínio 73
Tabela 13. Correção para estimativa de alumínio em presença de fluoreto baseado em método do alumínio com eriocromocianina – R 75
Tabela 14. Concentrações para a montagem da curva de calibração do ferro ... 85
Tabela 15. Concentrações para a montagem da curva de calibração do Nitrato 92
Tabela 16. Concentrações para a montagem da curva de calibração do Nitrato 93
Tabela 17. Concentrações para a montagem da curva de calibração do Nitrito 97
Tabela 18. Concentrações para a montagem da curva de calibração do Sulfato..... 104
Tabela 19. Concentrações para a montagem da curva de calibração do Manganês..... 109
Tabela 20. Resumo dos Boletins de Análises de Água referentes aos resultados obtidos das amostras na situação original e do poço central 120

1. INTRODUÇÃO.

A ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS), apud MALHER (1975), mostra que o fornecimento adequado de água potável e de serviços sanitários básicos é de extrema importância para a saúde das pessoas.

É aceito universalmente que o abastecimento adequado de água (para beber, para higiene pessoal e outros fins domésticos) e um meio adequado de disposição de dejetos, são essenciais à saúde pública e ao bem estar. Infelizmente, um número significativo de pessoas no mundo em desenvolvimento, sendo grande parte delas residentes em áreas rurais, não têm acesso a uma fonte higiênica e conveniente de água e quando têm, normalmente não dispõe de facilidades satisfatórias para o tratamento dos dejetos.

A maioria das pessoas de baixa renda concentra-se nas áreas rurais e periféricas urbanas, onde muitas vezes o abastecimento é feito através de poços comuns desprotegidos, sem nenhum sistema de armazenagem, tratamento ou distribuição.

SANCHES (1997), comenta que os dados da ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS), evidenciam que 80% das doenças verificadas nos

países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. Sabe-se também que, a cada ano, 15 milhões de crianças de 0 a 5 anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de águas e esgotos. Somente 30% da população mundial tem garantia de água tratada, sendo que os 70% dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminação.

DI BERNARDO (1993), afirma que uma fonte de abastecimento deve ser considerada como um ecossistema, cujas características podem variar sazonalmente e também durante o período de sua utilização. Portanto, a escolha do manancial deve obedecer os critérios relativos ao uso a que se destina –consumo humano, e evitar que surjam problemas decorrentes de alterações significativas da qualidade, que pode, com o tempo, tornar inviável a tecnologia adotada de tratamento. O crescimento das populações urbanas, a concentração demográfica, a expansão industrial e os usos diferentes do solo da bacia hidrográfica do manancial são variáveis que interferem na qualidade da fonte de abastecimento.

Embora as tecnologias de tratamento tenham evoluído, a ponto de se poder dizer que, teoricamente, água de qualquer qualidade possa ser tratada, já que a potalização pode ser conseguida até mesmo pela destilação, economicamente, no entanto, nem sempre se pode tratar qualquer água. No Brasil, há normas que regulamentam o uso das águas para abastecimento público, em função da qualidade que apresentam.

Conforme ROSSIN e BUSO (sem data), é conhecido o fato de que o fornecimento de água potável à comunidade reduz a mortalidade infantil e melhora as condições de saúde da população incentivando, inclusive, hábitos higiênicos. Neste caso o indivíduo torna-se mais produtivo e menos oneroso para a comunidade.

Entretanto, caso o mesmo sistema de abastecimento venha a distribuir água contaminada tornar-se-á um meio de transmissão de doenças de origem hídrica com efeitos desastrosos e imprevisíveis. Toda água distribuída deve ser desinfetada apresentando residual do desinfetante nos pontos de consumo.

Tendo em vista a toxidez dos produtos desinfetantes empregados, a desinfecção da água de abastecimento deve ser feita dentro dos limites permissíveis

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

e ou em condições controladas. Porém, em determinadas situações, é necessário a improvisação de equipamentos visando, dentro do menor espaço de tempo e com um custo mínimo, instalar o sistema de tratamento e desinfecção. A concentração residual do desinfetante irá depender da qualidade da água "in natura" e ou tratada do sistema de distribuição e reservação, sendo que este residual tem condições de destruir pequenas concentrações de microorganismos que porventura venham a penetrar no sistema. Se a contaminação for elevada o residual do desinfetante servirá indiretamente de indicador pois sua ausência é de fácil verificação.

As ocorrências de doenças de transmissão hídrica, endêmicas ou epidêmicas, que podem ser fatais, é que motivaram a realização desta pesquisa, cujos objetivos são:

a) Identificar e caracterizar um bairro, não servido por sistema convencional de tratamento de água e coletar amostras de água servida às pessoas ali residentes, para análises bacteriológicas e físico-químicas.

b) Implantar um sistema de cloração de água no bairro estudado e analisar sua eficiência quanto a eliminação de bactérias, que possivelmente estejam presentes e que causam as doenças de veiculação hídrica.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Importância da água para a sobrevivência.

Conforme SARIEGO (1994), ao lado da temperatura, a água é o fator que mais afeta a ecologia de todos os seres vivos, principalmente dos organismos terrestres, para os quais nem sempre se encontra plenamente disponível. Para se entender a importância desse fator ecológico, basta ter em mente que as primeiras formas de vida surgiram no ambiente aquático, e somente lá, viveram durante dois bilhões de anos. Isso porque, pelas suas características físico-químicas, a água cria um ambiente muito mais estável que o aéreo. Isso facilita a sobrevivência de organismos mais simples e menos dotados de mecanismos de adaptação à mudanças bruscas. Com relação à temperatura, a água que possui uma capacidade calorífica maior do que o ar, tem sua temperatura variada mais lentamente. Este fato pode ser evidenciado ao se mergulhar numa piscina no final de tarde, quando o ar já começa a esfriar. A água, pelo contrário, conserva ainda o calor das horas mais quentes do dia.



Igualmente valioso é o fato de a água ser um solvente universal. Nela se dissolve facilmente muitas substâncias químicas essenciais à vida, como proteínas, sais minerais e nutrientes, que assim, dispersam-se mais rapidamente e penetram com maior eficiência nos organismos. Para as células, ela é o meio ideal no qual se podem realizar as reações químicas responsáveis pela vida.

De acordo com SANTOS (1981), a água, como uma das quatro essências básicas do mundo antigo, assume no mundo moderno um papel de importância transcendente nos mais variados aspectos da vida civilizada.

Conforme BRANCO (1991), a água, além de constituir uma necessidade fisiológica para o homem, é essencial à evolução e desenvolvimento da agricultura, pecuária, indústria, lazer e proteção da vida aquática. Desde a antigüidade, o homem utilizou-a para manter a vida e para outros fins, onde quer que a encontre. As civilizações mais antigas de que se tem conhecimento, como a Assíria e a Babilônia, existiram numa região chamada mesopotâmia, que significa "entre dois rios", porque estavam situadas entre os rios Tigre e Eufrates. O antigo Egito tinha sua capital e suas principais cidades à margem do Nilo.

Segundo BATALHA (1985), quando César apossou-se de Alexandria, em 47 a.C., encontrou na cidade, aquedutos subterrâneos com a finalidade de transportar água do Rio Nilo para as cisternas, nas quais a água se clarificava por sedimentação.

A água doce, disponível para a população do nosso planeta representa cerca de 3% do volume total de água existente. Desta porcentagem, 2,3% estão solidificadas nas calotas polares e uma pequena fração constitui-se de águas superficiais. Devido a importância deste recurso natural é que as grandes civilizações floresceram nas cercanias dos grandes rios. Todavia, na proporção em que a população cresce ou se aglomera, o homem contribui, cada vez mais, para a degradação da água que utiliza e como conseqüência das suas múltiplas atividades, modifica sua composição, o que pode passar a se constituir num risco e ocasionar grandes males à saúde, à fauna e à flora. Na sociedade contemporânea, o despertar de uma consciência ecológica e os eventuais riscos de algumas substâncias químicas, têm levado à compreensão de que a necessidade da qualidade ambiental



não é propriedade característica de uma geração. A natureza deve ser sempre preservada para atender a vida do presente e do futuro. A indisponibilidade das fontes de abastecimento de água para as múltiplas atividades e em especial à destinada ao consumo humano, reside no fato de que a mesma pode servir de veículo para as doenças de transmissão e de origem hídrica.

DACACH (1975), comenta que todo ser vivo animal ou vegetal, precisa de água para sobreviver, regra da qual não foge o homem. O ser humano que se desenvolve em meio aquoso, no corpo materno, desde o nascimento até a morte não pode ficar privado de água por mais de três ou quatro dias. O adulto ingere diariamente cerca de dois litros de água, como bebida, e mais um litro que integra os alimentos sólidos. Destes, os mais ricos são as frutas e os legumes.

No organismo, a água desempenha papel importante para a circulação, respiração, assimilação das substâncias nutritivas e eliminação dos resíduos. Dez litros circulam, continuamente entre os diversos órgãos, através da corrente sangüínea. A água eliminada com a urina e os dejetos, bem como a que se perde por transpiração e respiração, tem que ser recuperada pelo organismo por meio da bebida e dos alimentos. A água constitui cerca de 80% do corpo humano. Quando esse percentual cai abaixo de 70%, ocorre a diminuição do apetite, ao mesmo tempo em que decresce a capacidade funcional e produtiva do homem, sobrevindo a morte.

De acordo com BATALHA (1985), deve-se ter sempre em mente que a ausência de água potável para beber, para o asseio corporal e para as demais atividades dos seres humanos no ambiente em que vivem, constitui-se num importante fator para a propagação de determinadas doenças.

Para BRANCO (1978), "água potável é aquela que pode ser bebida sem causar danos à saúde ou objeções de caráter organoléptico. Por extensão, aquela que pode ser empregada no preparo de alimentos".

Segundo VIANNA (1992) não basta que a água seja isenta de substâncias ou microorganismos patogênicos para ser considerada potável, é também necessário que ela não traga consigo substâncias capazes de adicionar-lhe cor, turbidez ou gostos desagradáveis, ainda que essas substâncias sejam inofensivas ao organismo humano. Em muitos casos, à sujeira da água, em geral,

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

estão associadas substâncias e microorganismos patogênicos. Os componentes dessa sujeira costumam atuar como barreiras protetoras para os agentes desinfetantes comumente utilizados no tratamento da água. Águas limpas nem sempre estão isentas de contaminantes químicos e biológicos.

A água potável, destinada ao abastecimento das populações humanas, de acordo com as normas e padrão de potabilidade da Portaria nº 36/GM do Ministério da Saúde, deve atender as características de qualidade: físicas, organolépticas, químicas e bacteriológicas, conforme dispõe o Anexo IX.

A Resolução SS-293/96 estabelece os procedimentos do Programa de Vigilância da Qualidade da água para consumo humano no Estado de São Paulo e dá providências correlatas, conforme o Anexo X.

2.2. A circulação da água no globo terrestre.

2.2.1. O ciclo hidrológico.

Conforme PORTO, BRANCO e LUCA (1991), o constante movimento da água na natureza tem sua origem na incidência contínua da energia solar. Esta energia permite que a água evapore, seja transportada pelo vento e, quando condições apropriadas ocorrem, condense e precipite. Ao atingir o solo, a água precipitada move-se pela ação da gravidade para os pontos mais baixos do terreno até chegar aos rios e oceanos. Parte da água que se precipitou sobre solos permeáveis infiltra-se e atinge os lençóis subterrâneos.

A evaporação e a precipitação reciclam um volume considerável de água anualmente, mas apenas uma parte desse total cai sobre os continentes. Na verdade, apenas 0,5% do volume total de água do planeta encontra-se imediatamente disponível para o homem.

No ciclo hidrológico circula água pura, uma vez que o processo evaporação/transpiração age como um gigantesco destilador. A água, no entanto, só é "pura" quando encontrada no estado de vapor e as impurezas começam a se

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

acumular assim que a condensação ocorre. Gases dissolvem-se nas gotas de chuva e uma vez que atinge a superfície, a água dissolve uma série de substâncias adquirindo outras impurezas como cálcio, magnésio, sódio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos. Aparecem traços de alguns metais como chumbo, cobre, manganês e uma série de compostos orgânicos provenientes em grande parte dos processos de decomposição que ocorrem no solo. As águas superficiais e subterrâneas passam a ter impurezas que sofrerão variações com a geologia local, vegetação e clima.

AZEVEDO (1966), classifica as impurezas mais comuns, o estado em que se encontram e os seus principais efeitos como:

1. Em suspensão:

a) Bactérias: algumas patogênicas, outras prejudiciais às instalações.

b) Microorganismos (principalmente algas e protozoários): podem causar cheiro, cor, turbidez.

c) Areia, argila, turbidez. Resíduos industriais e domésticos.

2. Em estado coloidal:

a) Substâncias vegetais (corantes): cor, acidez, sabor.

b) Silícia: turbidez.

3. Dissolvidas:

a) Sais de cálcio e magnésio:

Carbonatos e bicarbonatos: alcalinidade e dureza.

Sulfatos: dureza.

Cloretos: dureza, corrosividade para caldeiras.

b) Sais de sódio:

Carbonatos e bicarbonatos: alcalinidade.

Sulfatos: ação laxativa, borbulhamento nas caldeiras.

Fluoretos: ação sobre os dentes.

c) Ferro: sabor, cor corrosividade bacteriana

Manganês: cor escura.

d) Gases:

Oxigênio: corrosão.

unesp

Dióxido de Carbono: corrosividade, acidez.

Gás sulfídrico: cheiro, acidez, corrossividade.

Nitrogênio: sem efeito

2.2.2 Composição da água da chuva.

HEM (1985), mostra a composição média da atmosfera terrestre. As atividades humanas, as atividades biológicas das plantas e animais e a decomposição, a atividade vulcânica entre outros, produzem variações nessa composição. A poluição do ar junto aos centros urbanos e pólos industriais altera essa composição introduzindo uma série de contaminantes. Gases como H_2O, SO_2, NH_3, NO_2, HCl, CO e CO_2 são produzidos em quantidades significativas pela queima de combustíveis fósseis e processos industriais, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Composição média de gases na atmosfera terrestre

Gás	Porcentagem em volume
N_2	78,1
O_2	20,9
Ar	0,93
H_2O	0,1 – 2,8
CO_2	0,03
Ne	$1,8 . 10^{-3}$
He	$5,2 . 10^{-4}$
CH_4	$1,5 . 10^{-4}$
Kr	$1,1 . 10^{-4}$
CO	$(0,06 – 1) . 10^{-4}$
SO_2	$1 . 10^{-4}$
NO_2	$5 . 10^{-5}$
H_2	$5 . 10^{-5}$

Fonte: HEM (1985).

A água em estado líquido na atmosfera tende a dissolver até o nível de saturação todos esses gases, sendo que a concentração na solução será proporcional à solubilidade e à pressão parcial de cada um deles numa dada temperatura. O material particulado como fragmentos minerais levantados do solo pelo vento, cinzas de origem vulcânica ou sais provenientes da agitação do oceano também estão presentes na atmosfera, e podem agir como núcleos de condensação para o vapor d'água ou serem dissolvidas pela precipitação.

Conforme PORTO, BRANCO e DE LUCA (1991), a reação de certos gases da atmosfera como dióxido de carbono (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (No_x) com a água, forma ácidos que levam a diminuição do pH da água da chuva. Se tivermos água destilada saturada com CO_2, o pH dessa solução será 5,6. Pode-se dizer, portanto, que o pH da chuva tende a ser sempre ácido e, o que se verifica é que mesmo em regiões inalteradas encontram-se valores de pH ao redor de 5,0. Em regiões poluídas, pode-se chegar a valores como 3,5, quando se tem o fenômeno da "chuva ácida", podendo verificar na figura 1, Escala de pH, onde a acidez é crescente do número 7 para o zero, indicando assim que quanto menor o número maior a acidez.

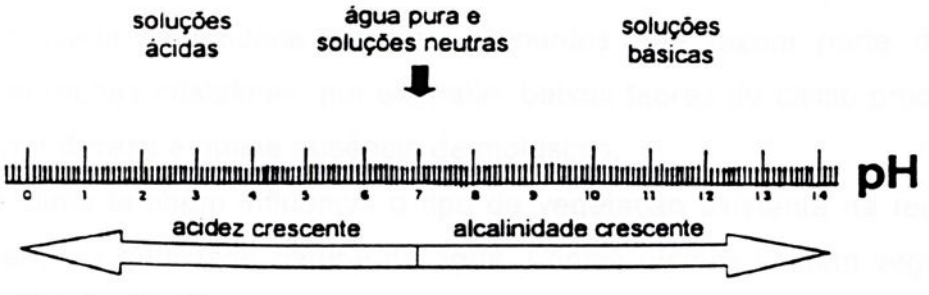


Fig. 01. Escala de pH

Fonte: Geraldo Camargo de Carvalho (1995)

A composição da água da chuva tem grande influência sobre a qualidade das águas superficiais. A chuva pode contribuir com uma série de elementos trazidos de outras regiões como nitratos, de regiões cobertas por vegetação, ou mesmo levar contaminantes ácidos para regiões distantes de pólos industriais, como, por exemplo, a acidificação de lagos no Canadá como resultado da poluição do ar gerada na região nordeste dos Estados Unidos.

2.2.3. Composição das águas superficiais.

Conforme BRANCO (1991), quando a água da chuva atinge o solo e escoa sobre ele, inicia-se um processo de dissolução e arraste que transportará o material retirado do solo até os rios e oceanos. Impurezas comumente encontradas nas águas superficiais incluem ions como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos. Aparecem traços de chumbo, cobre, arsênico, manganês, e um largo espectro de compostos orgânicos. Esses compostos orgânicos são provenientes da decomposição da matéria orgânica de origem animal e vegetal, e podem incluir resíduos de áreas agrícolas e despejos de efluentes de origem doméstica e industrial. Estes compostos podem incluir desde ácidos húmicos até compostos orgânicos sintéticos como detergentes, pesticidas e solventes.

A qualidade das águas superficiais depende do clima e da litologia da região, da vegetação circundante, do ecossistema aquático e da influência do homem.

A influência do clima se dá através da distribuição da chuva, temperaturas e ventos que ocorrem na região. Esses fatores influenciam o processo de decomposição da rocha e erosão do solo e dependendo do tipo de rocha, aparecerão em maior quantidade aqueles elementos que fazem parte de sua composição. Em rochas cristalinas, por exemplo, baixos teores de cálcio produzirão águas com menor dureza e quase ausência de moluscos.

O clima também influencia o tipo de vegetação existente na região e, consequentemente, a qualidade natural da água. Climas úmidos exibem vegetação abundante, em geral baixas concentrações de sólidos na água e altos teores de compostos orgânicos. A influência do clima não se dá apenas na quantidade de material presente na água, mas também na flutuação das concentrações ao longo do ano.

Os seres vivos presentes na água também alteram sua composição. Algas fazem fotossíntese consumindo CO_2 da água e liberando O_2. Um ciclo diário bem definido indica flutuação de pH da água, o mesmo acontecendo com as concentrações de carbonato e bicarbonato de cálcio, por exemplo, devido ao

processo de produção e consumo de CO_2 . Plantas aquáticas utilizam nutrientes dissolvidos na água. Toda a cadeia alimentar é sustentada com base no teor de nutrientes presentes e, consequentemente, tais concentrações regulam a produtividade do ecossistema.

A ação antropogênica sobre o meio aquático é a responsável pelas maiores alterações na composição da água. Os rios vem sendo depositários de rejeitos por muitos anos, alterando profundamente o estado natural do meio aquático. Os esgotos urbanos lançam efluentes orgânicos, as indústrias uma série de compostos sintéticos e metais pesados, a agricultura é responsável pela presença de pesticidas e excesso de fertilizantes na água.

As alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto das atividades humanas sobre a biosfera.

2.2.4. A ocorrência da água subterrânea

Conforme BABBITT (1973), parte da água que cai sobre a superfície da terra, percola e enche os interstícios até reaparecer na superfície para se juntar a um rio, a um lago ou ao mar. Um estrato subterrâneo saturado com água é chamado aqüífero. A superfície da água subterrânea exposta à pressão atmosférica, abaixo da superfície da terra, é conhecida como lençol freático e como superfície livre. A água subterrânea ocorre mais comumente nos estratos porosos saturados e nas rochas fendidas ou fissuradas. São raros os rios subterrâneos fluindo sob condições de canal aberto e são possíveis de ocorrer unicamente em regiões calcárias. O lençol freático ou superfície livre sobe e desce de acordo com o volume da precipitação, com a taxa na qual a água é retirada ou adicionada, com a pressão barométrica e outras condições. O lençol freático raramente é estático e horizontal. A superfície se inclina no sentido do fluxo subterrâneo, no rumo da saída para a água de superfície, como mostram as Fig. 2 e 3. Todo lençol freático vem para a superfície da terra.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

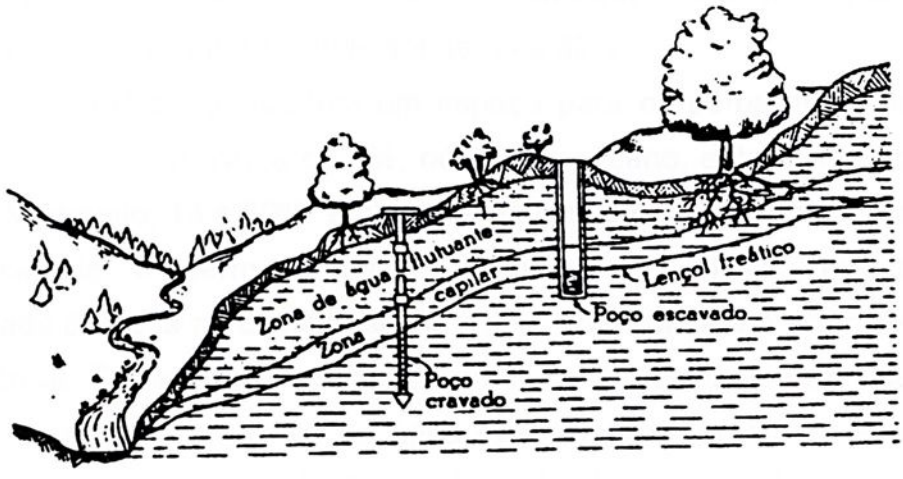


Fig. 2. Relação entre o lençol freático e a superfície do terreno.
Fonte: BABBITT (1973)



Fig. 3. Fonte resultante de uma projeção de material impermeável.
Fonte: BABBITT (1973)

Entre as formas sob as quais ocorre a água subterrânea, estão os vales dos rios enterrados ou leitos de velhos lagos. A água subterrânea também ocorre como uma lâmina de água doce mantida acima do nível da água salgada adjacente, e como bolsões de água, isto é, água mantida em material poroso suportado por uma camada impermeável subterrânea, como bacia.

A água subterrânea que está disponível para o abastecimento público é mais comumente encontrada em camadas de cascalho ou areia. A porosidade das areias e dos cascalhos naturais pode ser de 30 a 35%.

As rochas ígneas tem um espaço para os poros de cerca de 1%, a pissarra, 4%; o calcário, cerca de 5%; oólitos americano, entre 3 e 12%, com uma média de 7%; arenito, 13 a 30%, e algumas argilas, até 50%. É necessário distinguir entre porosidade e permeabilidade, porque é da última que depende a disponibilidade da água na camada subterrânea. Porosidade é o volume de poros de uma substância. É geralmente expressa como uma porcentagem do volume total. A porosidade representa o volume da água que o material seco absorverá, dividido pelo volume total do material. Permeabilidade é a capacidade que tem uma substância de permitir que a água passe através dela, a qual é equivalente a água disponível para um suprimento. Embora algumas argilas sejam 50% porosas, podem ser praticamente impermeáveis, enquanto uma rocha ígnea, unicamente 1% porosa, pode ceder toda a sua água. O material grosso é muito permeável e cede quase toda a água acumulada nos poros. Grandes fendas ou canais nas camadas subterrâneas, pelas quais a água pode fluir, não devem ser confundidas com os poros e interstícios do material, os quais determinam sua permeabilidade.

2.2.5. Composição da água subterrânea.

Conforme PORTO, BRANCO e DE LUCA (1991), a composição química da água subterrânea é dependente da litologia do local do aqüífero, uma vez que o tempo de exposição da água à rocha é muito maior do que para águas superficiais. A água que se infiltra e não retorna a superfície por evapotranspiração, percola até o aqüífero. Os movimentos da água no solo são lentos e reações de solução, precipitação, adsorsão e troca iônica ocorrem nos filmes que a água forma com as superfícies minerais.

Durante a percolação, a água atravessa a zona não saturada, e nesse movimento pode apresentar teores de soluto superiores aos do aqüífero, e a

variação da qualidade da água com a profundidade é função da litologia das diversas camadas que a água atravessa. Variações no tempo das concentrações encontradas no aqüífero são pouco freqüentes visto que o movimento da água é lento. O movimento da água e seus solutos através da zona saturada tem sido estudado exaustivamente nos últimos anos porque esse é o meio de penetração de poluentes nas reservas subterrâneas de água. Poluentes de diversos tipos percolam até o aqüífero a partir de áreas urbanas e rurais.

A contaminação de aqüíferos é um fenômeno muito mais preocupante do que das águas superficiais, visto que estas, rapidamente se renovam e se recuperam após cessar o lançamento de efluentes. No caso de lençóis subterrâneos, pode ser tão demorada a recuperação da qualidade que muitas vezes se dá o aqüífero como perdido. Esta contaminação pode se dar a partir de infiltração de fossas sépticas, disposição final de resíduos sólidos como aterros sanitários, vazamentos em tanques de armazenamento de produtos tóxicos, como derivados de petróleo. A agricultura também tem grande responsabilidade, contribuindo com a contaminação por agrotóxicos, nitratos, impurezas contidas nos fertilizantes ou mesmo a salinização do aqüífero pela lixiviação de solos salinos irrigados.

2.3. Características biológicas das águas.

DI BERNARDO (1993), afirma que sob o ponto de vista epidemiológico, a água desempenha papel importante na transmissão de doenças como cólera, febre tifóide, febres paratifóides, disenteria bacilar, amebíase, giardíase e esquistossomose. Na década passada foi comprovado que a presença de *Rotavirus* e o vírus *Norwalk* na água distribuída era responsável por gastroenterites nos Estados Unidos, ainda que outros vírus possam estar associados à essa doença. Outras doenças em que a água pode ter importância são: cáries dentárias (falta de flúor), fluorose (excesso de flúor), saturnismo (devido a chumbo) e metahemoglobinemia (teor elevado de nitratos).



Os coliformes têm sido utilizados como indicadores de poluição recente de fezes e, eventualmente, de contaminação. Entretanto, a relação dos coliformes com organismos patogênicos pode não existir, pois, a presença destes, supõe a necessidade de um portador na população contribuinte, enquanto que o número de coliformes totais ou fecais depende da existência de um despejo orgânico, não estéril, estranho ao corpo receptor. É fácil entender porém, que exista uma certa correlação do número de coliformes com salmonelas e com vírus, correlação essa com base na probabilidade: quanto maior o número de coliformes, maior a probabilidade de presença de salmonelas, de vírus, etc.

Quando há ocorrência de coliformes totais ou fecais nas águas destinadas ao consumo humano, devem ser tomados cuidados especiais com a escolha da tecnologia de tratamento da água, por haver relação íntima entre turbidez e número de coliformes nos efluentes de filtros rápidos. Em geral, quanto menor a turbidez da água filtrada, menor o número de coliformes.

2.3.1. A água na transmissão de doenças.

Conforme BATALHA (1985), as doenças transmitidas pela água são agrupadas da seguinte maneira:

a) Doenças de origem hídrica.

Ocorrem quando a água apresenta toxidade adversa à saúde dos seres humanos em proporção superior ao especificado nos padrões de água para o consumo humano (Anexo IX), podendo estar poluída por substâncias químicas, inorgânicas ou orgânicas. É importante saber que as características químicas de qualidade da água são fixadas a partir de experimentos em animais ou de fatos observados que fundamentam o nível de ingestão. Quando se estabelecem critérios para ingestão da água para consumo humano, também são enfocados os parâmetros que ferem os sentidos, como: sabor, odor e cor. Normalmente, estes últimos parâmetros, por serem observáveis, são os passíveis de reclamação pelo consumidor. As substâncias comumente citadas são: arsênico, bário, cádmio,

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

chumbo, cromo, cobre, manganês, mercúrio, nitratos, selênio, zinco, aldrin, dieldrin, endrin, herbicidas e atualmente o clorofórmio e outros trihalometanos.

b) Doenças de transmissão hídrica.

A água é um importante meio de transmissão de doenças, notadamente do aparelho intestinal. Os microorganismos patogênicos atingem a água nos excretos de pessoas ou animais infectados.

Dentre os vários tipos de microorganismos encontrados na água, nenhum é mais importante, sob o ponto de vista de saúde pública, do que as bactérias.

Bactérias são microorganismos encontrados na água, no ar e no solo. Pertencem ao reino dos protistas (organismos unicelulares, ou multicelulares, sem diferenciação tissular), dividem-se ao meio. São organismos, geralmente de dimensões microscópicas.

As bactérias encontradas usualmente nas águas de abastecimento apresentam de 1 a 4 mícron (1 mícron = 0,001 mm); muitas delas são inofensivas, enquanto outras produzem doenças nas pessoas que utilizam a água que as contém.

Entre os organismos que têm sido incriminados como causadores de surtos de doenças relacionados à veiculação hídrica podem ser citados:

Bactérias – *Vibrio Cholerae, Salmonella, Shigella, Escherichia Coli.*

Vírus – *Hepatite infecciosa, Rotavírus, Enterovírus.*

Protozoários – *Entamoeba Histolytica, Giardia Lamblia.*

Segundo TRABULSI (1991), o Vibrião *Cholerae* é responsável pela cólera, uma doença endêmica em áreas do globo terrestre. Atualmente, a grande maioria dos casos de cólera é causada pelo *Biotipo Eltor*. A substituição do biotipo clássico pelo Eltor, talvez esteja relacionada com a maior capacidade de sobrevivência do mesmo na água e no intestino humano. Provoca diarréias intensas levando o indivíduo à morte em poucas horas.

A cólera é endêmica na Índia desde tempos remotos, de onde tem se disseminado para outras regiões sob a forma de epidemias. A última (7ª epidemia) teve início em 1961, atingindo vários países da Ásia, África, Austrália, Europa,

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Canadá e Estados Unidos. Nos países desenvolvidos, a doença caracterizou-se por surtos epidêmicos limitados.

O único hospedeiro do *V. Cholerae* é o homem. A bactéria é transmitida pela ingestão de água ou alimentos contaminados. A infeção limita-se à superfície da mucosa intestinal, onde a bactéria adere e produz sua potente toxina que aliás, é semelhante ou idêntica, a enterotoxina LT de *Escherichia Coli*, em suas propriedades básicas.

Conforme BIER (1984), a cólera, é uma infecção intestinal caracterizada, nos casos típicos, por incubação de 1 a 4 dias (48 horas em média) e início abrupto, com náuseas, vômitos, cólicas abdominais e diarréia, profusa de fezes riziformes (aspecto de água de arroz). A perda rápida de água e de sais conduz a um estado de profunda desidratação (olheiras profundas, "mão de lavadeira") acompanhado de hipotermia, queda de pressão arterial, anúria e colapso circulatório.

Segundo o autor, as Salmonelas constituem um vasto grupo de *Enterobacteriaceae* que inclui cerca de 1750 sorotipos bioquimicamente relacionados, agentes da febre tifóide ou paratifóide e de gastroenterite (intoxicações alimentares no homem). A febre tifóide é usualmente propagada pela água.

A contaminação da água é de origem fecal; por isso águas com índice coli elevado são consideradas perigosas. Nas epidemias de origem hídrica, a distribuição de casos corresponde à faixa de distribuição da água do manancial infectado. Qualquer indivíduo pode ser portador da *Salmonella Typhi*. O portador sadio é particularmente importante porque desconhecendo a sua condição de portador, pode transmitir a bactéria que alberga por longos períodos de tempo.

Enquanto as epidemias de origem hídrica podem ser facilmente debeladas por medidas de engenharia sanitária relativas à canalização da água e dos esgotos, bem como pela cloração de água de abastecimento, é extremamente difícil o controle dos portadores, que constituem cerca de 3% dos convalescentes de febre tifóide. Os portadores sadios geralmente são detectados através de inquéritos epidemiológicos.



Conforme PELCZAR (1980), a febre paratifóide é uma doença infecciosa humana causada por bactérias intimamente relacionadas com *Salmonella Typhi* e, em geral, a enfermidade se assemelha a febre tifóide.

De acordo com TOLEDO (1991), de modo geral, os demais sorotipos de *Salmonella* causam, no adulto normal, apenas uma enterocolite que evolui sem complicações e desaparece dentro de uma semana ou menos. Como estas *Salmonellas* são geralmente veiculadas por alimentos, a infeção é também denominada intoxicação alimentar. O diagnóstico dessas infeções é feito pelo isolamento e identificação da bactéria. O material clínico a ser examinado depende do local da infecção, como fezes nas enterocolites, sangue nas septicemias e liquor nas meningites.

De acordo com TOLEDO (1991), a doença humana, causada por *Shigella*, é chamada Shigelose ou desenteria bacilar, sendo todos os sorotipos igualmente patogênicos. A Shigelose localiza-se no íleo terminal e cólon, caracterizando-se por invasão e destruição da camada epitelial da mucosa, com intensa reação inflamatória, inclusive diarréia e fezes líquidas contendo sangue, muco e pús.

O diagnóstico da doença é feito pelo isolamento da *Shigella das fezes* em meios de cultura apropriado, bem como da água e sua posterior identificação por meio de provas bioquímicas e sorológicas.

Conforme CANDEIAS (1991), a Hepatite A transmite-se pela via fecal-oral, sendo os alimentos e as águas contaminadas os principais veículos de transmissão durante as epidemias. Nos ambientes familiar e institucional o contato pessoal íntimo pode facilitar o contágio. Uma vez atingida a mucosa intestinal onde a multiplicação viral não está comprovada, a passagem do vírus para o fígado se faz, provavelmente, pela via sangüínea do sistema porta. As lesões hepáticas consistem em necrose celular sendo que estas alterações desaparecem após a cura. O período de incubação pode variar entre duas a seis semanas. Os pacientes mantém sua capacidade infectante durante um período que se estende de duas a três semanas antes do aparecimento da icterícia, até duas semanas após a regressão deste sistema. A hepatite A é uma doença universal, com uma distribuição anual uniforme,



podendo ser atingidos todos os grupos etários, ainda que crianças e adolescentes sejam em geral, os mais suscetíveis. Enquanto a Hepatite A é transmitida por alimentos e águas contaminadas, a Hepatite B é transmitida através do sangue contaminado, uso de seringas contaminadas, por via sexual, e, durante a gravidez, o vírus pode atravessar a barreira placentária, infectando o feto in útero.

SANCHEZ (1997), comenta que as *Escherichia Coli*, causam uma doença localizada principalmente no cólon, que se manifesta com febre e diarréia mucóide e, muitas vezes, sanguinolenta. As alterações patológicas assemelham-se às das Shigeloses, isto é, causada pela *E. Coli* interoinvasoras, já que são conhecidas quatro categorias, definidas como agentes etiológicos da diarréia humana: *E. Coli* enteropatogênica clássica (EPEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC) e *E. coli* enterohemorrágica (EHEC). Cada uma dessas categorias apresentam características distintas em relação à patogenicidade, síndrome clínica e epidemiologia, bem como está associada a grupos específicos de antígenos somáticos e flagelares. Já as *E. coli* enterotoxigênica tem comportamento semelhante ao de *Vibrio cholerae,* pois causam diarréia profusa e aquosa, sem muco nem sangue. Os sintomas duram menos de 48 horas. Tanto as *E. coli* invasoras quanto as enterotoxigênicas geralmente causam casos esporádicos, mas podem também ser uma causa comum de surtos. As *E. coli* enteropatogênicas pertencem aos sorotipos enteropatogênicos "clássicos" que tem sido relacionados com surtos de diarréia aguda em berçários. As *E. coli* interohemorrágicas foram descritas recentemente em epidemias e casos esporádicos de diarréia sanguinolenta.

O diagnóstico específico baseia-se no isolamento de *E. coli*, e a diferenciação entre as quatro categorias (invasoras, enterotoxigências, clássicas e enterohemorrágicas). Estas cepas nem sempre são patogênicas e podem ocorrer também em pessoas sadias. A dose infectante é de 10^6 e 10^9 microorganismos. As principais doenças de transmissão hídrica causadas por vírus são as gastroenterites, enteroviroses e hepatite.

Gastroenterites por *Rotavirus* é uma doença esporádica, grave, que afeta principalmente lactentes e recém-nascidos, caracterizada por diarréia e vômitos, freqüentemente sob a forma de desidratação grave, com taxa de

mortalidade significativa nos países em desenvolvimento. Ocorrem também formas moderadas dessas gastroenterites, sendo que os casos secundários entre contatos familiares são relativamente raros. Nos climas temperados, a infeção é mais freqüente durante os meses de inverno; nos climas tropicais, pode manifestar-se durante todo o ano.

As Enteviroses são enfermidades virais agudas, cuja gravidade varia desde uma infeção assintomática até manifestações febris com paralisia, meningites assépticas, formas paralíticas e, muitas vezes, a morte. O *enterovírus* replicam-se no intestino delgado do homem e são excretados com as fezes, por não serem elementos da flora normal no trato intestinal. Os níveis de infeção variam consideravelmente de área para área, dependendo das condições sanitárias e sócio-econômicas. A sobrevivência dos *Enterovírus* na água depende primariamente da temperatura e do grau de contaminação. Em águas superficiais, pode variar de 4 a 100 dias, porém o tempo usual é de 20 dias. Em esgoto, esses vírus podem sobreviver por períodos de até 100 dias em temperaturas que variam de 20 a 30°C devido, parcialmente, aos efeitos protetores de substâncias sólidas.

Os protozoários causam várias doenças de transmissão hídrica, tais como a amebíase, giardíase e diarréia por *Cryptosporidium*.

A amebíase é uma infeção causada pela *Entamoeba histolytica*. O parasita pode atuar de forma comensal ou invadir os tecidos, originando uma infeção intestinal ou extra-intestinal. As enfermidades intestinais variam desde uma desenteria aguda e fulminante, com febre, calafrios e diarréia sanguinolenta ou mucóide (desenteria amebiana), até um mal-estar abdominal leve e diarréia com sangue e muco, alternando com períodos de estremecimento ou remissão.

A amebíase tem distribuição cosmopolita, com uma incidência sobre cerca de 10% da população. Em áreas cujo saneamento é deficiente, essa porcentagem tende a ser maior, variando de 30 a 80%. A taxa de letalidade é menor que 5%. A *E. Histolytica* é altamente resistente aos agentes desinfetantes, sobrevivendo à concentração de até 100 mg/l de cloro, em condições favoráveis.

A giardíase é uma infeção do intestino delgado superior, produzida por um protozoário flagelado, a *Giardia Lamblia*. Freqüentemente assintomática, pode

também estar associada a uma diversidade de sintomas intestinais: diarréia crônica, cólicas abdominais, eliminação freqüente de fezes esbranquiçadas, gordurosas e fétidas, fadiga e perda de peso. Os pacientes sintomáticos podem albergar um grande número de organismos que se localizam na luz intestinal. Em casos de giardíase grave, podem ocorrer lesões e alterações inflamatórias das células da mucosa do duodeno e jejuno.

A giardíase tem distribuição mundial, com incidência mais alta nas áreas de baixo padrão sanitário. A taxa de portadores pode variar entre 1,5 e 20% da população, dependendo do tipo de comunidade e do grupo etário investigado. Os cistos da *Giardia* conseguem sobreviver dois meses em água potável, à temperatura de 8°C. É possível que um pequeno número de cistos viáveis ingeridos através de água potável sejam suficientes para iniciar a infecção no homem. Um indivíduo infectado chega a eliminar mais de 10^6 cistos por grama de fezes.

O *Cryptosporidium* é um protozoário que vem causando preocupação, uma vez que causa uma diarréia grave que tem sido freqüentemente associada a indivíduos que apresentam a Sindrome de Imunodeficiência Adquirida (AIDS), bem como outras situações que levem a um estado de imunodeficiência. Nesses casos a doença assume um caráter crônico, com diarréia intensa e prolongada. Já em indivíduos sem imunossupressão, a doença é de cura espontânea e se caracteriza por diarréia aquosa, anorexia, dor abdominal, náusea, febre e dor de cabeça.

A freqüência dos relatos de *Criptosporidiose* aumentou consideravelmente nos últimos anos em todas as partes do mundo e a água tem sido considerada a via mais significativa na transmissão desse protozoário.

A preservação da qualidade das águas é uma necessidade universal que exige séria atenção por parte das autoridades sanitárias e órgãos de saneamento, particularmente em relação aos mananciais e águas de consumo humano, visto que sua contaminação por excretas de origem humana ou animal pode torná-las um veículo na transmissão de agentes de doenças infecciosas e parasitárias. Por isso impõe-se a necessidade de exames rotineiros das mesmas, para avaliação de sua qualidade do ponto de vista bacteriológico.

unesp

A pesquisa de microorganismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longo tempo para obtenção de resultados, o que inviabiliza sua aplicação em rotina. Esses microorganismos normalmente ocorrem em número reduzido e sua chegada à água é intermitente. Portanto, para avaliação da água do ponto de vista bacteriológico é imprescindível a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal.

Na microbiologia da água e de alimentos não é necessário, na maioria das vezes, chegar-se à identificação completa dos microorganismos envolvidos. Muitas vezes isto seria até inviável. A simples determinação de grupos de significado higiênico e sanitário já é suficiente, porém sua enumeração é primordial, pois irá dar idéia do teor de contaminação e dos riscos de deterioração, possibilitando sua comparação com padrões previamente fixados e, ainda possibilitará a avaliação da eficiência dos processos naturais ou artificiais de tratamento em sua remoção. Vários métodos para a enumeração dos microorganismos na água tem sido propostos. Os mais utilizados são os métodos por cultivo mediante inoculação em tubos com caldo de cultura ou meios sólidos, ou concentração de membrana filtrante e posterior incubação em meios de cultivo especiais.

2.4. Sistemas de abastecimento de água.

2.4.1. Conceito de abastecimento rudimentar.

Conforme mostra DACACH (1975) em muitas comunidades a água é apanhada in natura pelo homem e transportada em recipientes para os pontos de consumo por ele mesmo ou por animais, constituindo o que se pode chamar de abastecimento rudimentar. É a mesma prática de que lançavam mão nossos primeiros antepassados. A coleta de água é feita por meio de recipientes, os mais diversos.

No caso do lençol freático, a coleta é possível graças aos poços escavados no terreno, revestidos internamente com tijolos ou pedras superpostas,

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

que são usadas apenas para sustentação das paredes. O líquido retirado dos poços é transportado para os pontos de consumo nos mesmos recipientes em que foi coletado, em algumas vezes, em outros de maior capacidade. Quando apenas uma lata ou botija é conduzida pela própria pessoa que faz a coleta, a água, via de regra, é para uso ou de sua família ou de pessoas a que serve. Desde que a água seja para vender, geralmente, os aguadeiros fazem uso, nas regiões pobres do Brasil, de pequenos barris de madeira, conhecidos por corotes, na Bahia, e por ancoretas, no Piauí, cuja capacidade é da ordem de quinze litros. O animal preferido para o transporte de água é o jumento. Todavia, é comum ver-se burros, bois e até carneiros ajudando o homem neste mister.

Para o transporte da água em algumas cidades acidentadas, nas quais a coleta é feita em pontos elevados, como em Rui Barbosa e Monte Santo na Bahia, os aguadeiros se utilizam de barris de madeira com capacidade de cem litros, aos quais rolam no chão em direção dos pontos de consumo, quando puxados. Se estiverem cheios de água a tração será facilitada pela gravidade, já que os pontos de consumo ficam mais baixos que o manancial.

Nas habitações, a água é depositada em potes, talhas e porrões, se for para bebida, em tonéis, barris e outros depósitos maiores, quando para usos diversos. Se a água tem origem em mananciais de superfície, consequentemente desprotegida, deve ser perigosa à saúde. A água de poços oferece menor perigo à saúde que a de superfície pois, na maioria das vezes sofre filtração natural do terreno. A água das fontes, originada dos lençóis freáticos que afloram no terreno, é normalmente encontrada livre de bactérias patogênicas.

Tanto no ato da coleta, como no transporte e enquanto fica armazenada, a água pode sofrer poluição por meio de vasilhas ou das próprias mãos. A água de bebida é retirada dos potes, porrões ou talhas, por meio de canecos, que fazem papel de copo quando levados à boca, contrariando assim as regras elementares de higiene. É comum o uso de moringas para a água de bebida. Por serem recipientes de barro; oferecem a vantagem de refrescá-las face a evaporação através de suas paredes porosas.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

Para banho, são utilizados canecas e cuias com as quais a água é retirada dos depósitos e para a lavagem das mãos e rosto usam-se bacias e gamelas. O tracoma, doença infecciosa dos olhos, encontra no uso comum das bacias e toalhas, para lavagem do rosto, um campo aberto à sua propagação.

Para DACACH (1975), com o passar dos anos, o homem, ao lançar mão da técnica, foi introduzindo melhoramentos na prática do abastecimento rudimentar:

- Advento das bombas de êmbolo, acionadas por cata-ventos, tornou possível a retirada da água dos poços sem dispêndio de energia muscular;
- Os tubos e canais permitiram o transporte cômodo da água, pela ação da gravidade, do manancial até a cidade;
- Os chafarizes propiciaram, através de suas torneiras, um meio fácil de distribuir água à população;
- Os reservatórios domiciliares, situados em posição elevada no compartimento sanitário e providos de torneira ao fundo, tornam mais agradável a prática do banho;
- O emprego de filtros de pedra porosa e a fervura permitiram a transformação de água barrenta e contaminada em outra límpida e inócua à saúde.

A verdade é que hoje em dia, através dos sistemas de abastecimento, a água chega as habitações em quantidade e qualidade desejáveis, sendo facilmente utilizada sem que muitas vezes os usuários saibam que ela teve origem a quilômetros de distância e que sofreu complexo tratamento.

Os sistemas de abastecimento não se limitam a fornecer água para atender exclusivamente às necessidades primárias da vida. Pelo contrário, é bem amplo o seu campo de ação em benefício do homem.

O prazer da bebida ou banho é incrementado, respectivamente, pela água gelada e pela água quente fornecidas comodamente pelas instalações prediais. Os sistemas de abastecimento de água devem ser protegidos, construídos e operados para fornecer água potável, em quantidade suficiente, a qualquer instante sob pressão adequada, nos diversos pontos de consumo da comunidade a que servem.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

BRANCO (1996), afirma que os egípcios tinham cuidado em armazenar a água do Nilo em grandes potes de barro, durante um ano, antes de consumi-la. Durante esse tempo, as partículas em suspensão sedimentavam no fundo do pote e a água tornava-se cristalina. Mas ao mesmo tempo, as bactérias patogênicas, que não se reproduzem na água, morriam.

2.4.2. Sistema público.

Segundo DI BERNARDO (1993), uma fonte de abastecimento deve ser considerada como um ecossistema, cujas características podem variar durante o período de sua utilização. Portanto, a escolha do manancial deve obedecer os critérios relativos a que se destina ao consumo humano, sendo preciso evitar que surjam problemas decorrentes de alterações significativas da qualidade, que podem com o tempo tornar inviável a tecnologia adotada de tratamento.

Conforme BATALHA (1985), o sistema público, em linhas gerais é constituído por:

- Manancial: é a fonte de onde se tira o suprimento de água. No caso da existência de mais de um manancial, a escolha deve ser condicionada tanto à disponibilidade (quantidade), como à qualidade da água;
- Captação: é o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada da água do manancial. O tipo de captação varia de acordo com o manancial, podendo ser por gravidade ou recalque. Sempre que possível, a captação deve ser por gravidade, para se evitar gastos adicionais de energia.
- Adução: é a parte do sistema constituída de tubulação sem derivações, que liga a captação ao tratamento, ou o tratamento ao reservatório de distribuição. Pode ser por gravidade, recalque ou mista.
- Mistura: onde se efetua a adição de substâncias químicas como o sulfato de alumínio e o hidróxido de cálcio, que são agentes coagulantes. Pela adição destas substâncias químicas à água, forma-se um precipitado insolúvel, gelatinoso e floculento.

unesp

- Floculação: a floculação consiste na operação destinada a aglomerar as partículas, tornando-as maiores e que são chamadas flóculos; estas absorvem e prendem a matéria em suspensão e parte coloidal, retirando a sujeira da água.
- Decantação: A água floculada é conduzida à tanques, chamados decantadores, e em velocidade lenta os flóculos (partículas grandes e pesadas), afundam (decantam). A água sai do decantador praticamente limpa.
- Filtração: a filtração consiste em passar a água por uma camada de areia (filtro) para reter todos os flóculos que não decantaram, complementando o trabalho físico, químico e biológico da limpeza da água.
- Desinfecção: nesta fase do tratamento da água, os microorganismos remanescentes são eliminados pela técnica da desinfecção, empregando-se cloro ou seus compostos e outros desinfetantes alternativos, como o ozônio.
- Reservatório de distribuição: é empregado para acúmulo de água com o propósito de atender a variação do consumo horário, manter uma pressão mínima ou constante na rede, atender às demandas de emergência como em casos de incêndio e ruptura da rede.
- Rede de distribuição: A rede de distribuição leva a água do reservatório ou da adutora para pontos de consumo, como residências, escolas, hospitais e indústrias.
- Reservatório domiciliar: também utilizado para reservação de água nos domicílios e outros edifícios. A sua limpeza e desinfecção é de estrita responsabilidade do usuário.

Conforme FERNICOLA (1977), as instruções para desinfecção de reservatórios domiciliares devem ser cuidadosamente obedecidas:

- Esvaziar e limpar o reservatório, retirando o lodo, escovando as paredes e enxugando-o, de modo a eliminar toda a sujeira.
- Deixar entrar nova água e uma vez cheio, fechar a entrada da água, pelo registro ou amarrando a bóia, de modo a impedir a entrada de água.
- Adicionar quatro litros de água de lavadeira para cada metro cúbico de água do reservatório. Na desinfecção de reservatório, a água de lavadeira poderá ser substituída pelo hipoclorito de sódio a 10%. Neste caso, ao invés de quatro litros

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

de água de lavadeira, deve-se utilizar um litro de hipoclorito de sódio a 10% para cada metro cúbico de água.

- Tampar o reservatório adequadamente, impedindo o acesso de poeiras, insetos de chuva e qualquer outro elemento estranho.
- Esperar quatro horas. Findo esse prazo, abrir todas as torneiras do interior da residência para esgotar o reservatório e auxiliar a desinfecção das tubulações.
- Liberar a entrada de água e encher novamente o reservatório.
- A água está em condição de ser consumida.

Recomenda-se que a desinfecção dos reservatórios seja realizada a cada seis meses.

2.4.3. Sistemas individuais.

Segundo BATALHA (1985), existem algumas condições que representam importantes indícios de comprometimento da qualidade da água dos sistemas individuais de abastecimento. Qualquer um destes fatores, isolados ou em conjunto, pode contribuir para tornar imprópria uma água destinada ao consumo humano, e cujo reconhecimento pode se inferir a partir da existência dos seguintes sintomas:

- Persistência de doenças, especialmente as relacionadas aos intestinos.
- Proximidade de privadas, fossas, currais, estábulos, chiqueiros ou plantações.
- Inexistência de cobertura, proteção e sujeitos à inundação.
- Proximidade de depósitos de lixo.
- Ausência de valetas diversoras de águas pluviais e de cerca para impedir o acesso de animais.
- Localização em áreas povoadas e onde não existe sistema público de esgoto sanitário.
- Emprego de mãos ou vasilhames contaminados utilizados para retirar a água.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

2.4.3.1. Nascentes.

Para que o manancial esteja em estado de controle, ou seja, não proporcione risco à saúde, é necessário que:

- Haja localização das instalações sanitárias em cota mais baixa que a fonte e, nas distâncias horizontais especificadas em 30 metros no mínimo.
- Não exista na proximidade da nascente, águas provenientes de estábulo, fossa, privada ou água de enxurradas.
- Erradique a vegetação na área de inundação da nascente e, ao mesmo tempo cultive-se um reflorestamento como proteção contra a erosão.
- Proíba a disposição dos resíduos sólidos, em qualquer ponto da área de proteção da nascente.
- Haja construções de valetas diversoras para águas de enxurradas e de cercado para impedir o acesso de animais, a uma distância entre 8 m a 10 m da nascente.
- Na construção da captação da nascente verificar a existência de:
- Proteção do topo da caixa de areia e da tomada da água, por meio de uma soleira estanque e com uma cobertura;
- Dispositivo para descarga de fundo;
- Meios para inspeção e, se necessário, escada de marinheiro;
- Extravasor com tela e torneira para distribuição da água;
- Equipamento para desinfecção da água, se houver condições.

2.4.3.2. Poços rasos.

Os poços rasos, em geral, têm diâmetro de 1 a 5 metros, com profundidade variando entre 3 e 12 metros. São construídos geralmente, em terrenos arenosos, captando água do lençol freático (aqüífero livre). Devido a profundidade relativamente pequena de onde se extrai a água, são vulneráveis às infiltrações de superfície.

Para que a água de um poço não provoque riscos a saúde, é necessário verificar o seguinte:



- O poço deve estar localizado acima dos focos de contaminação e numa distância de, pelo menos, 15 metros de fossas secas, sépticas, fossas absorventes e, no mínimo, 30 metros de estábulos, currais e chiqueiros (em qualquer sentido).
- A boca (abertura) do poço deve estar acima do nível do solo, com um montículo impermeável em torno do seu diâmetro, com caimento para fora, afim de evitar enxurradas de água de superfície.

As paredes devem ser impermeabilizadas até cerca de 3 metros da superfície do solo, para evitar infiltrações de água contaminada da superfície, através das paredes laterais.

Deve possuir cobertura com tampa selada (tampa para inspeção), para evitar a penetração no poço de objetos contaminados, ou de animais, poeiras ou baldes. Também deverá ser dotado de meio elevatório adequado, por exemplo: conjunto motor-bomba.

No caso de poços construídos próximo à margem de um rio, observar se foram tomados os devidos cuidados para localizá-los fora do nível de enchente, de modo a evitar–se a inundação do mesmo.

O poço deve ser limpo e desinfetado pelo menos 2 vezes por ano. Isto na hipótese de não existir contaminação no lençol freático.

Para efetuar a limpeza e desinfecção do poço, deve-se retirar com o auxílio de uma bomba, ou manualmente, toda água do poço

- Limpar e esfregar, se possível, as paredes internas do poço;
- Deixar entrar água nova no poço. Quando o nível da água estabilizar, adicionar dois litros de água sanitária clorada para cada metro cúbico de água do poço. Na desinfecção do poço, a água sanitária poderá ser substituída pelo hipoclorito de sódio a 10% para cada metro cúbico de água.
- Esperar duas horas e esvaziar totalmente o poço.
- Encher novamente o poço e deixar a água correr algum tempo, até não sentir o cheiro do cloro.

A desinfecção do poço é momentânea, não garantindo a qualidade futura da água, devendo ser repetida quando houver suspeita de que a água está contaminada, ou efetuando a cloração e o controle da dosagem de cloro.



2.5. Soluções práticas para desinfecção da água.

Segundo FERNICOLA (1997) entende-se por desinfecção a destruição de organismos patogênicos ou de outros organismos indesejáveis como algas e bactérias. Tais organismos podem ser encontrados na água de abastecimento e sobreviver por várias semanas a temperaturas próximas a 21°C ou, possivelmente, vários meses a baixas temperaturas. Além da temperatura, sua sobrevivência depende de vários fatores ecológicos, fisiológicos, morfológicos, incluindo: pH, turbidez, oxigênio, nutrientes, competição com outros organismos, resistência às substâncias tóxicas, habilidade de formação de esporos, etc...

Tendo em vista a toxidez dos produtos desinfetantes empregados, a desinfecção da água de abastecimento deve ser feita dentro dos limites permissíveis e/ou em condições controladas. Entretanto, em determinadas situações, é necessária a improvisação de equipamentos visando, dentro do menor espaço de tempo e com um custo mínimo, instalar o sistema de desinfecção.

É conhecido o fato de que o fornecimento de água potável a uma comunidade reduz a mortalidade infantil e melhora as condições de saúde da população incentivando, inclusive, hábitos higiênicos. Neste caso o indivíduo torna-se mais produtivo e menos oneroso para a comunidade.

Entretanto, o mesmo sistema de abastecimento de água vindo distribuir água contaminada tornar-se-á um meio de transmissão de doenças - de origem hídrica - com efeitos desastrosos e de grande alcance. Assim sendo, toda água distribuída deve ser desinfetada apresentando residual do desinfetante no ponto de consumo. Logicamente a concentração residual irá depender da qualidade da água in natura e/ou tratada do sistema de distribuição e reservação, sendo que este residual tem condições de destruir pequenas concentrações de microorganismos que porventura venham a penetrar no sistema. Se a contaminação for elevada, o residual do desinfetante servirá indiretamente de indicador pois sua ausência é de fácil verificação.

A desinfecção deverá ser intensificada em situações de calamidades públicas, principalmente onde o sistema de abastecimento de água sofreu avarias



pondo em risco, a qualidade da água distribuída. Além disso, durante o reparo de tubulações e na colocação em funcionamento de novos sistemas, sempre deverá se prever a desinfecção antes de ser entregue ao uso público.

2.5.1. Aspectos químicos da cloração.

O cloro hidrolisa quando em solução diluída em água segundo a reação:

$$Cl_2 + H_20 \Rightarrow HOCl + HCl$$

O ácido hipocloroso, HOCl é a molécula que possui maior ação desinfetante e oxidante. A morte dos organismos resulta da reação química do HOCl com uma determinada enzima vital do metabolismo celular destruindo-a. A molécula de HOCl por ser neutra passa através da membrana celular. Por outro lado, o HOCl se dissocia segundo a equação:

$$HOCl \Rightarrow H^+ + OCl^-$$

O OCl^- tem pequena ou nenhuma ação bactericida já que sua carga negativa impede a penetração na célula através da membrana. A reação de dissociação acima apresentada é evidentemente controlada pelo pH. Na Figura 4 é possível identificar a relação entre o pH e as porcentagens de HOCl e OCl^- presentes.

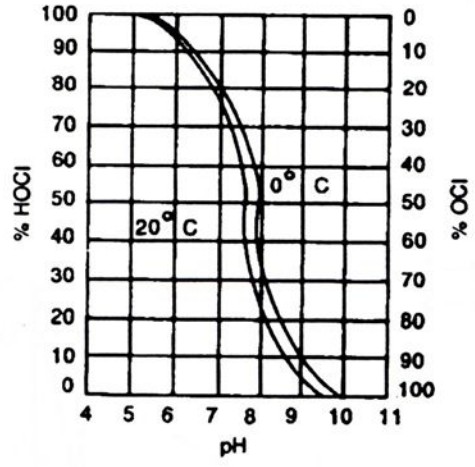


Figura 4: Distribuição do HOCl e OCl^- na água em função do pH.

Fonte: Fernicola (1997)

O cloro em solução na forma de HOCl ou OCl^- é normalmente chamado de cloro residual livre. A aplicação de cloro em água contendo amônia ou compostos orgânicos nitrogenados dá origem às cloraminas que se formam segundo as seguintes equações resumidas:.

$NH_3 + Cl_2 \Rightarrow HCl + NH_2Cl$ = monocloramina
$NH_3 + 2Cl_2 \Rightarrow 2HCl + NHCl_2$ = dicloramina
$NH_3 + 3Cl_2 \Rightarrow 3HCl + NCl_3$ = tricloramina

As cloraminas são hidrolisáveis restituindo o HOCL segundo as equações:

$NCl_3 + H_20 \Rightarrow HOCl + NHCl_2$
$NHCl_2 + H_20 \Rightarrow HOCl + NH_2Cl$
$NH_2Cl + H_2O \Rightarrow HOCl + NH_3$

As dicloraminas tem maior efeito bactericida seguido de monocloraminas sendo que as tricloraminas não apresentam virtualmente qualquer efeito desinfetante.

O cloro encontrado na forma de cloraminas é chamado de cloro residual combinado.

A ação desinfetante se faz sentir com maior intensidade na forma de cloro livre e nesse caso este é mais ativo que o combinado, como mostra a Figura 5.

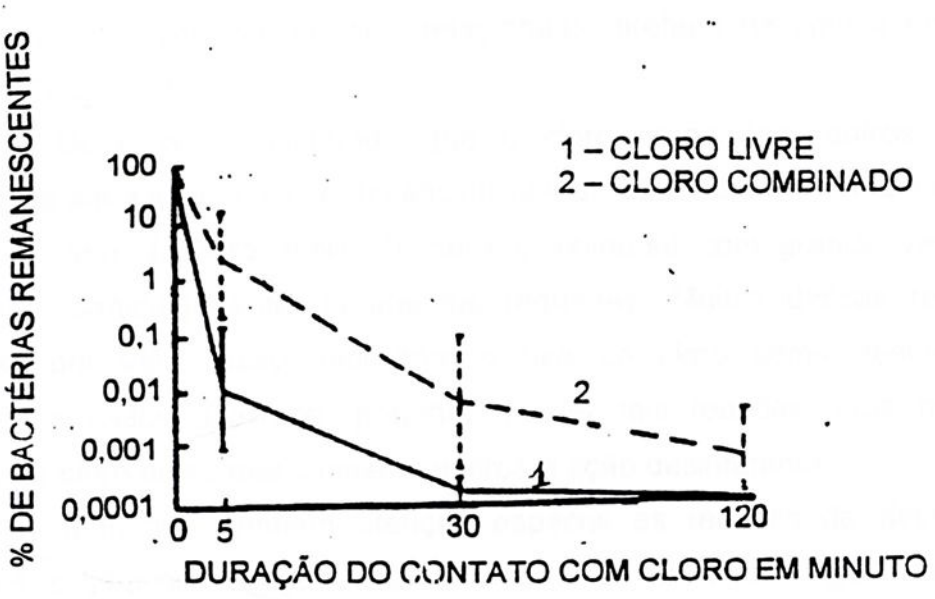


Figura 5: Eficiência de desinfecção de água contendo *E. coli* com cloro livre e combinado na dosagem de 1 mg/l.
Fonte: Fernicola (1997)

A eficiência da desinfecção pelo cloro depende de uma série de fatores, entre os quais:

- Concentração: quanto maior a concentração, mais efetiva a sua ação;
- A forma como o cloro se apresenta: ácido hipocloroso (cloro livre) ou cloraminas (cloro combinado);
- Tempo de contato: quanto maior o tempo de contato mais efetiva sua ação;
- Temperatura da água: o aumento da temperatura favorece a desinfecção. Esse é um fator que não se dá muita importância no Brasil já que a temperatura da água de abastecimento não sofre grandes variações;
- pH: já que inclui na dissociação do ácido hipocloroso;

- Tipos de microrganismos a serem destruídos: alguns são resistentes a ação do cloro;
- Turbidez: já que os organismos envoltos por determinados materiais que provoquem turbidez à água poderão se proteger contra a ação do desinfetante;
- A eficiência da desinfecção está relacionada diretamente com a eficiência da mistura disponível.

Deve ser considerado que o cloro reage com outros compostos existentes na água diminuindo a sua eficiência e produzindo compostos muitas vezes de gosto e odor desagradáveis. O cloro combina-se com grande variedade de substâncias, particularmente os agentes redutores. Muitas dessas reações são rápidas e, por esta razão, dificultam o uso do cloro como desinfetante em determinados casos. Deve-se, portanto, prever tais reações: pois haverá uma demanda de cloro antes que o mesmo exerça a ação desinfetante.

Merecem também atenção especial as reações de destruição dos compostos orgânicos nitrogenados. A adição de cloro em água com teor de nitrogênio amoniacal poderá produzir uma série de reações que irão depender da relação entre cloro dosado e nitrogênio amoniacal presente, do pH, da temperatura e do tempo de reação. Observa-se, entretanto, que o cloro residual, inicialmente aumenta, com o aumento do cloro dosado, passando por um máximo e a seguir diminui até o mínimo a partir do qual passa novamente a aumentar. Nesse ponto. para cada aumento de cloro dosado corresponde a igual aumento do cloro residual livre. Tal fenômeno é representado graficamente na Figura 6, sendo o ponto de inflexão encontrado comumente chamado de Break Point.

Verifica-se que nos ramos ascendente e descendente da curva ou seja, antes do ponto de inflexão, o cloro residual é combinado. O ponto máximo da curva é ...gido quando toda amônia disponível se combinou com o cloro para formação das cloraminas.

Adicionando-se mais cloro após atingir o ponto máximo da curva, as cloraminas serão oxidadas e destruídas, formando produtos inertes, tais como o N_2 e o HCl. A estas reações corresponde o ramo descendente da curva.

O ponto de inflexão é atingido depois da destruição total das cloraminas.

Novas adições de cloro aparecerão inteiramente como cloro residual livre, visto ter sido satisfeita toda a demanda de cloro.

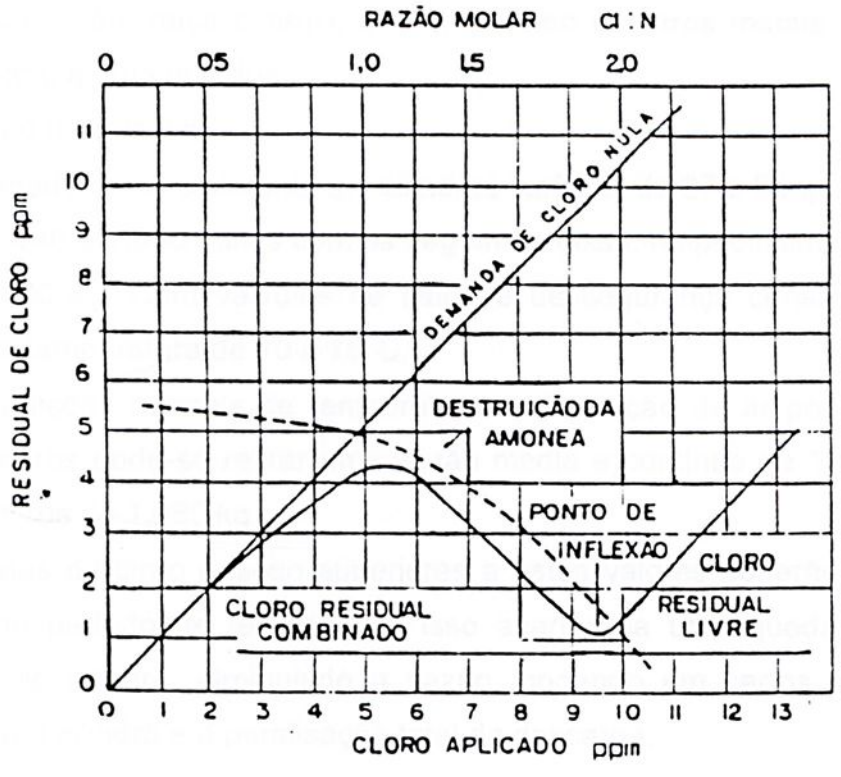


Figura 6: Curva representativa do ponto de inflexão (Break Point) N = 1 mg/l.
Fonte: Fernicola (1997)

2.5.2. Produtos químicos usados na cloração da água.

Cloro gasoso:

- Peso Atômico: 35,457
- Peso Molecular: 70,914
- Peso de um litro de gás nas condições ambiente: 3,214 g.
- Peso de 1 litro de liquido: 1.468 gramas.

- Densidade relativa ao ar: 2,486 g/cm^3 a 0°C, 2,491 g/cm^3 a 20°C e 2,461 g/cm^3 a 100°C (Observação: essa propriedade é importante, pois durante vazamento o cloro sempre permanece nas camadas inferiores, portanto, junto ao piso).
- Temperatura de ebulição: 34°C.
- Calor de evaporação: 67 calorias por grama.
- Cloro seco não ataca o ferro, cobre, chumbo e outros metais. Quando úmido, porém, ataca quase todos.
- Cloro não é explosivo.
- Apresentado comercialmente em cilindros verticais de 27 e 68 quilos e horizontais de 860, 940 e 1.080 quilos com as seguintes taxas, respectivamente: 27, 52, 700, 710 e 800 kg. Com válvulas de saída e de segurança constituída e um plug fusível à temperatura de 70 a 75°C.
- Sob condições normais de temperatura e circulação de ar por compartimentos dos cilindros pode-se retirar uma vazão média e contínua de 1 a 3 kg por hora, por cilindros de 1.080 kg..
- Descargas de cloro gasoso superiores a estes valores poderão ser obtidas por um curto período de tempo, mas isso acarretaria uma queda de pressão no interior do cilindro, diminuindo a vazão, podendo em certos casos, chegar a congelar o cilindro e a paralisação total da descarga.

Hipoclorito de sódio (NaOCl):

- É encontrado sob a forma de solução a 1O% de cloro ativo, embalado em bombonas plásticas com capacidade para 50 kg.
- Sua densidade relativa a 23°C = 1.185 g/cm^3
- É estável durante algumas semanas, até 1 mês.
- É decomposto pela luz e calor e por esta razão deve ser estocado em locais frios e ao abrigo da luz..

Hipoclorito de cálcio $Ca(OCl)_2 . 4H_2O$:

- Também chamado de HTH; Percloron.
- Pó branco com cerca de 70% de cloro ativo. Alta solubilidade em água.
- Possui boa estabilidade (até 1 ano), quando protegido da umidade. Fornecido em latas de 1,5 kg e em tambores de 45, 135 e 360 kg.

Cal clorada ($CaO.Cl_2$):

- Também chamado de cloreto de cal.
- Pó branco com cerca de 25% de cloro ativo, solúvel em água deixando resíduos calcáreos. Bastante utilizado no tratamento de água de piscinas.
- Possui pouca estabilidade. perdendo cerca de 10% de cloro disponível ao mês.
- É encontrado em embalagens de 1 a 50 quilos.

Água de lavadeira ou água sanitária:

Solução de hipoclorito de sódio, com aproximadamente 2,5% de cloro ativo e encontrado em litros no comércio. É um produto difundido em todo o pais.

2.5.3. Equipamentos empregados na desinfecção.

Na escolha do desinfetante e do equipamento para aplicação, os seguintes elementos deverão ser conhecidos:

- Tipo de instalação - tratamento clássico, filtro lento, simples desinfecção, etc.
- Quantidade da água a ser desinfetada.
- Máxima vazão de água a ser tratada.
- Dosagem de cloro necessário em ppm. No caso de projetos, deverá ser estimada essa dosagem baseada em dados levantados em instalações pilotos.

Com esses dados e tendo em vista o custo do desinfetante, as despesas com transporte do mesmo, e o custo de depreciação de instalações, determina-se o tipo de desinfetante a ser usado (cloro gás, hipoclorito de sódio, etc.).



Para grandes instalações o cloro-gás é mais empregado. Para pequenas instalações o uso dos hipocloritos (sódio e cálcio) é o mais aceito dada a facilidade de operação. Entretanto, estudos econômicos deverão ser feitos para a escolha do desinfetante.

O tipo direto é recomendado para locais onde não haja água sob pressão para operar o injetor e/ou onde não haja eletricidade para operar uma bomba que permita a utilização de injetores. Este tipo de clorador apresenta algumas deficiências e limitações:

- Limitação de capacidade de dosagem sob pressão em 34 kg/dia.
- Limitação de capacidade de dosagem para tanque aberto em 135 kg/dia.
- Máxima pressão no ponto de aplicação - 1,41. kg/cm^2.
- Acentuadas perdas de cloro devido ao clorador trabalhar sob pressão.
- A mistura do gás-cloro com água é feita por difusão no ponto de aplicação.
- Dosadores construídos com peças e estrutura metálica, facilitam a corrosão no caso de escape do gás.
- O clorador tipo direto é limitado a operação semi-automática, com interrupção da vazão do cloro antes da entrada no equipamento.

O clorador a vácuo com solução é baseado na sucção do gás-cloro por intermédio do vácuo produzido no injetor. Há uma grande variedade aparelhos que utilizam este processo dependendo do tipo de controle utilizado.

Os controles podem ser:

- Manual.
- Semi-automático.
- Automático.

Os cloradores à gás, dos simples aos mais complexos, variam dependendo das características da emergência. Pode-se utilizar uma coluna de absorção que consta de um tubo de plástico, cerâmico ou de cimento amianto, preenchido com pedra britada ou carvão coque. O cloro-gás passa através dessa coluna de absorção e mistura-se com a água formando a solução desinfetante. A

unesp

dosagem pode ser alterada controlando uma válvula auxiliar colocada na cabeça do cilindro de cloro. A água que flui pela coluna deverá apresentar vazão constante. A altura da coluna limita a capacidade máxima para este aparelho em 3 kg cloro por hora, quando se usa cilindros de 68 kg.

Um outro sistema é a utilização de um ejetor construído com peças plásticas empregadas em instalações prediais de água. A Figura 7 apresenta um esquema deste equipamento.

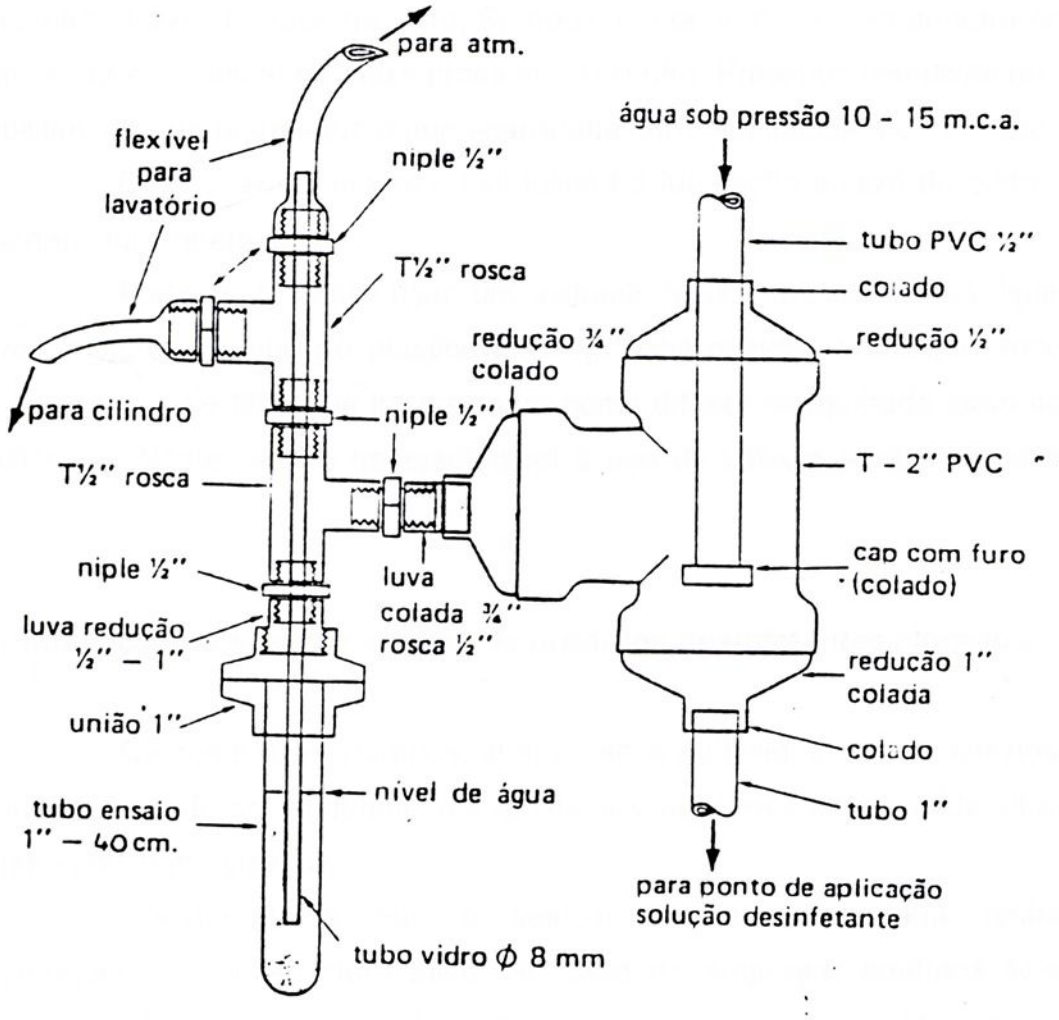


Figura 7. Ejetor para aplicação do cloro-gás
Fonte: FERNÍCOLA (1997)

O cloro gás é misturado com água devido a sucção desenvolvida no ejetor. O diâmetro do orifício feito no cap e a pressão da água de alimentação regulam a capacidade deste sistema. Obtiveram-se bons resultados em termos de capacidade máxima recomendada, ou seja, 3 kg cloro/hora usando orifício de 6 mm e pressão de 10-15 m. c. a. A dosagem pode ser regulada por uma válvula auxiliar: (por exemplo, válvula record Modelo RDE) colocada junto a válvula do cilindro de cloro.

Se houver falta de água a pressão no ejetor será equilibrada pelo ar que penetra através do tubo de vidro, Se houver falta de cloro, o ar penetra no ejetor e assim evita a formação de baixa pressão no cilindro. Pressões negativas no cilindro possibilitam a entrada de água o que acarretaria corrosão imediata do mesmo.

Deverá existir um selo hidráulico na tubulação abaixo do ejetor para o seu perfeito funcionamento.

Pode-se também usar um sistema mais simples apenas ligando ao cilindro de cloro um tubo de plástico em cuja extremidade se coloque firmemente uma vela porosa de filtro que irá funcionar como difusor mergulhada junto ao ponto de aplicação. Neste caso é imprescindível o uso de válvula auxiliar no cilindro de cloro.

2.5.4. Aplicação de solução aquosa de produtos desinfetantes clorados.

Os compostos clorados, quer líquidos ou sólidos, podem ser dosados e aplicados utilizando-se equipamentos existentes no mercado ou então através de equipamentos improvisados.

Recomenda-se que a solução a ser empregada tenha uma concentração de 1% em cloro ativo. No caso de empregar produtos sólidos há necessidade de uma decantação prévia pois deixam alto resíduo quando em solução. Os equipamentos empregados são:

unesp

a) Bombas dosadoras.

Vantagens:

- Podem dosar por gravidade ou contra (pressão limite de 70 m. c. a.),
- Possibilidade de regulagem precisa, constante e redutível,
- Facilidade de operação.

A capacidade de tais bombas é ampla podendo atingir mais de 1 m^3/24 horas de desinfetante o que corresponde a clorar 10.000 m^3/24 horas de água com uma solução a 1% de cloro ativo.

Desvantagens:

- A membrana do diafragma tem curta duração,
- As válvulas tendem ao desgaste a curto prazo,
- Necessidade de manutenção periódica (troca de óleo),
- Entupimentos constantes.

Para bombeamento da solução de hipoclorito de sódio recomenda-se não ultrapassar concentrações de 12% e no caso de cloreto de cal 2%.

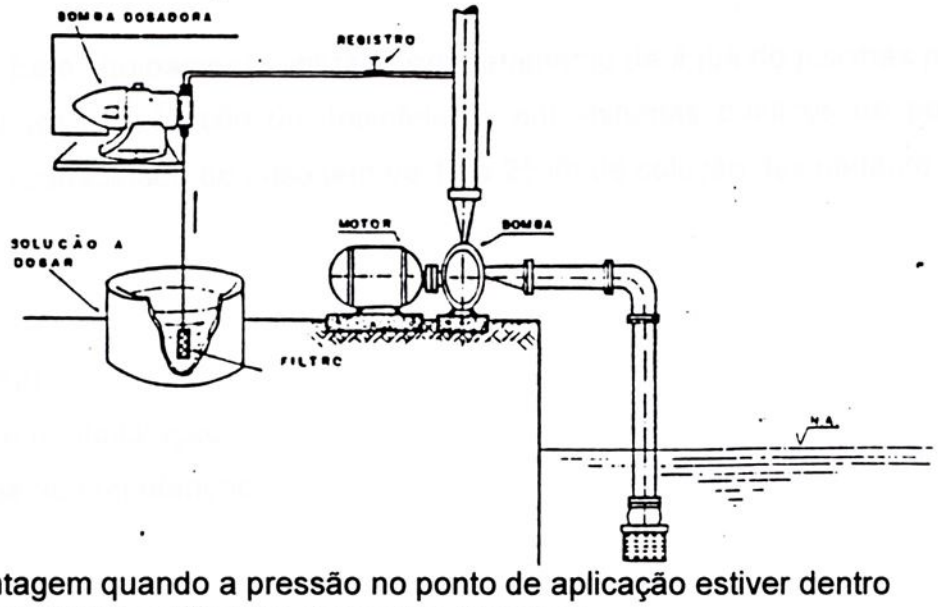


Fig. 8. Montagem quando a pressão no ponto de aplicação estiver dentro dos limites de utilização da bomba dosadora.
FONTE: FERNICOLA (1997)

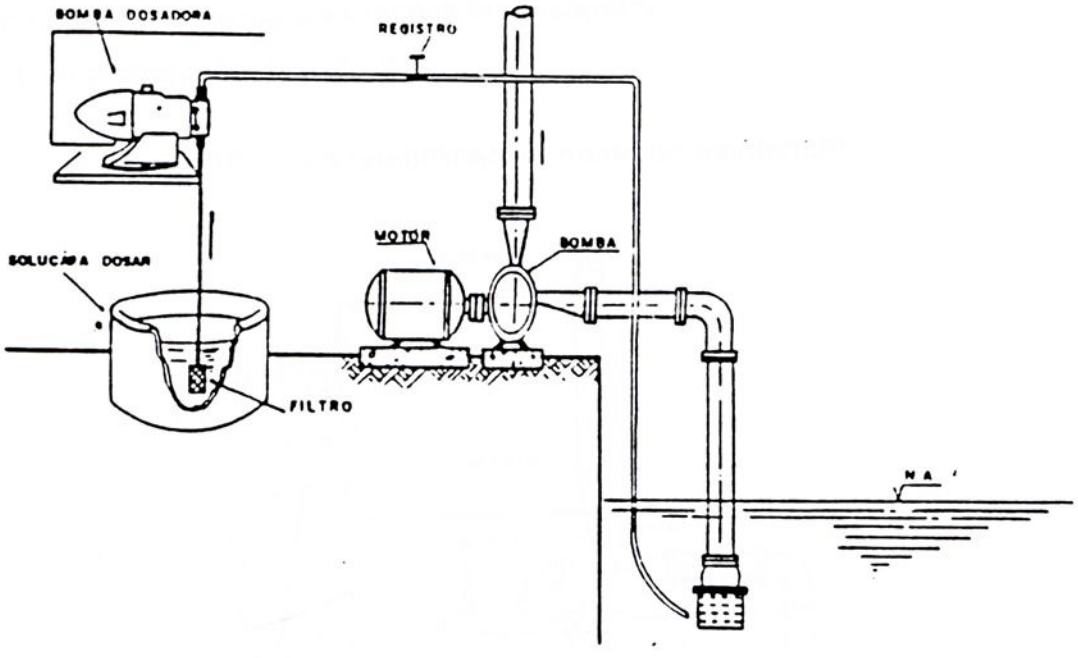


Figura 9. Para pressões no ponto de aplicação acima de valores indicados para as bombas dosadoras
FONTE: FERNICOLA (1997)

b) Hidroejetores.

Este equipamento utilizado em tratamento de água de piscinas pode ser empregado para a aplicação de desinfetante em sistemas públicos de pequenas cidades. Tem capacidade de dosagem de 10 a 25 l/h de solução desinfetante.

Vantagens:

- Baixo custo,
- Facilidade de instalação,
- Facilidade de manutenção.

Desvantagens:

- A dosagem não é precisa,

- Constante controle devido a variações de dosagens,
- Material sofre agressão da solução.

As figuras 10 e 11 exemplificam o modo de montagem.

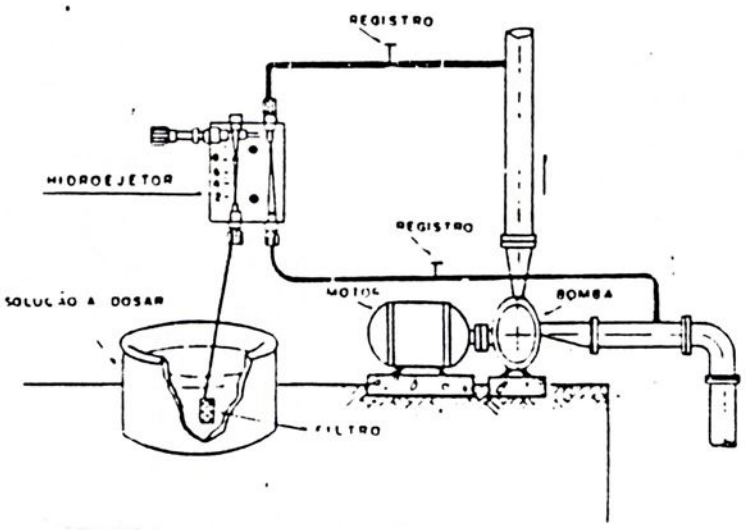


Figura 10. Montagem recomendada para grande dosagem do desinfetante acima de 5 l/h de solução desinfetante a 1% de cloro disponível
FONTE: FERNICOLA (1997)

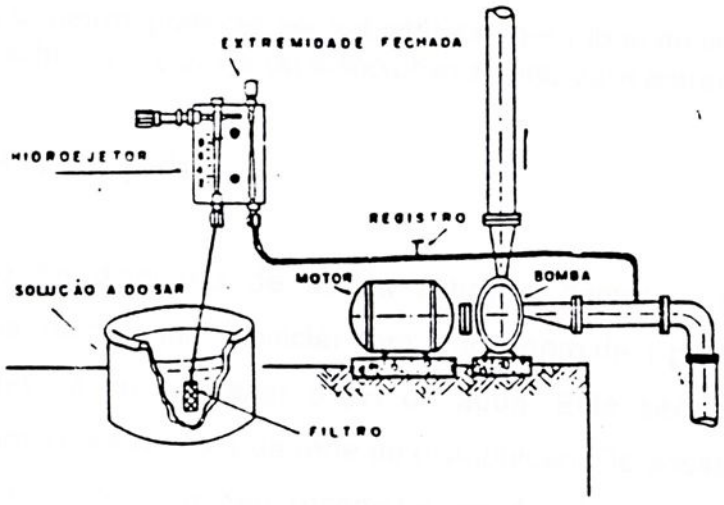


Figura 11. Montagem recomendada para dosagem pequena de desinfetante inferior a 5 l/h de solução desinfetante a 1% de cloro disponível
FONTE: FERNICOLA (1997)

c) Dosadores de emergência.

Em situações de emergência, onde se faz necessária uma rápida desinfecção da água de abastecimento, poderão ser utilizados os seguintes dispositivos, conforme as Figuras 12, 13 e 14.

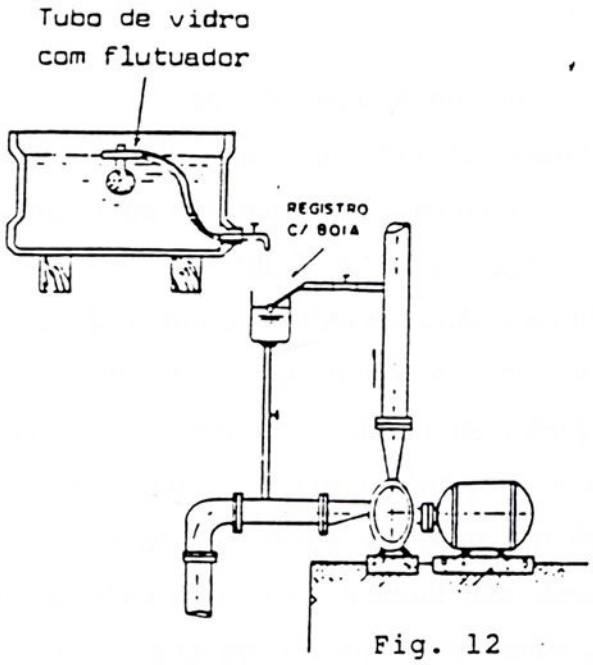


Fig. 12

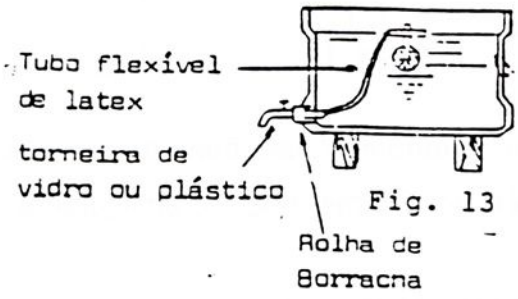


Fig. 13

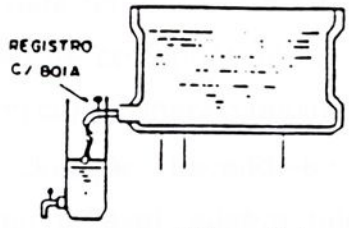


Fig. 14

Observação: As torneiras poderão ser substituídas por tubos de vidro onde se acopla um tubo de borracha e uma pinça ou dispositivo similar para estrangulamento.

2.5.5. Dosagens empregadas.

Não se dispondo de dados sobre a demanda de cloro de uma determinada água, recomenda-se iniciar com a dosagem de 1 ppm de cloro. Iniciada a desinfecção deverá se conhecer o pH da água. Este será obtido através de amostras coletadas nos extremos da rede de distribuição. De posse deste parâmetro, determina-se qual a concentração recomendada de cloro residual livre ou cloro residual combinado a ser encontrado na água, após o tempo indicado, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Valores recomendados para residual mínimo de cloro livre e combinado para ação bactericida em função do pH

pH	Cloro livre em mg/l após 10 minutos	Cloramina em mg/l Após 60 minutos
6 a 7	0,2	1,0
7a 8	0,2	1,5
8 a 9	0,4	1,8
9 a 10	0,8	1,8 a 2,0

Caso o residual encontrado for diferente deverá ser aumentada ou diminuída a dosagem aplicada. Os exames bacteriológicos subseqüentes indicarão os efeitos da desinfecção processada.

FERNÍCOLA (1977), sugere uma dosagem de 0,5 mg/l de cloro residual combinado com uma concentração máxima permissível para um tempo de contato de 30 minutos e para água com uma concentração média de coliformes menor ou igual a 10^4 coliformes por litro. A desinfecção de águas com contaminação original de coliformes altas requerem condições mais intensas de cloração. Levando-se em consideração os efeitos do cloro em água usada como potável, sugere que a concentração de cloro residual não deve ser superior ou igual a 2,5 mg/l. Para grandes instalações deverá se conhecer a demanda de cloro previamente, e então, em lugar de 1 ppm, deverá ser usado: (demanda de cloro) + (dosagem indicada para a desinfecção) = (quantidade de cloro a ser adicionado). A demanda de cloro poderá ser medida diretamente, colocando-se concentrações crescentes de cloro (0,2 em 0.2 mg/l) em vários frascos incolores contendo água a ser desinfetada, e medindo-se depois de um certo tempo a concentração remanescente, usando-se ortotolidina ou outro indicador.

2.5.6. Determinação do residual de cloro (Métodos de OT e OTA).

O primeiro passo para se efetuar a determinação do residual de cloro é saber qual residual irá se determinar, o livre ou o combinado.

Para tanto, deve-se efetuar um teste; o qual irá indicar qual determinação a fazer, se usaremos o método OT (ortotolidina) ou o método OTA (ortotolidina arsenito de sódio).

Para a escolha do método, o procedimento é o seguinte:

- Em um tubo de ensaio colocar 10 gotas de ortotolidina;
- Em um segundo tubo de ensaio colocar 10 ml da amostra de água a ser clorada (água bruta);
- Verter o segundo tubo no primeiro e agitar;
- Aguardar 5 minutos e efetuar a leitura.

Poderão ocorrer os seguintes casos:

- Se não colorir (amarelo), utilizar método OT;
- Se colorir, utilizar método OTA.

a) Método OT.

1. Material necessário:

- Comparador colorimétrico para cloro residual, discos e cubas.
- Indicador - ortotolidina (10 gotas para cada 10 ml).

2. Processo de análise:

- Adicionar 10 gotas de ortotolidina em um tubo de ensaio;
- Adicionar 10 ml da amostra a ser analisada em um segundo tubo de ensaio;
- Verter o segundo tubo no primeiro, agitar;
- Aguardar 5 segundos e efetuar a leitura.

3. Casos possíveis:

- Há coincidência de cores. O cloro residual é lido diretamente;
- Cor compreendida entre as cores de dois filtros. O valor do cloro residual é dado pela média aritmética das duas leituras.

unesp

Exemplo: cor compreendida entre os filtros 0,5 e 0,7 mg/l.

$$\text{Residual de cloro } \frac{0,5+0,7}{2} = 0,6 \text{ mg/l}$$

- cor igual ou mais intensa do que a maior leitura do disco (escala). Troca-se o disco ou dilui-se a água e repete-se a determinação.

b) Método OTA.

O método OTA é efetuado em três etapas, às quais denominam-se Cubas A, B e C.

- Na Cuba A determinar-se-ão o cloro residual livre + interferentes de 5 segundos (B_1).
- Na Cuba B determinar-se-ão os interferentes de 5 segundos (B_1) e de 5 minutos (B_2).
- Na Cuba C determinar-se-ão o cloro residual livre (CRL:), cloro residual combinado (CRC) e interferentes de 5 minutos (B_2).

1. Material necessário:

- Comparador colorimétrico para cloro, discos e cubas.
- Reagentes: ortotolidina, meta-arsenito de sódio.

2. Processo de análise:

Cuba A - cloro residual livre (CRL) e interferentes de 5 segundos (B_1):

- Adicionar 10 ml da amostra a ser utilizada em um tubo de ensaio (tubo 1);
- Adicionar em um segundo tubo de ensaio 10 gotas de ortotolidina (tubo 2);
- Adicionar em um terceiro tubo 10 gotas de meta-arsenito, de sódio (tubo 3);
- Verter o tubo 1 sobre o tubo 2, aguardar 5 segundos e verter o tubo 2 sobre o tubo 3;
- Fazer a leitura imediatamente e anotar o resultado.

Cuba B - Interferentes de 5 segundos (B_1) de 5 minutos (B_2):

- Adicionar 10 ml da amostra a ser analisada em um tubo de ensaio (tubo 1);
- Adicionar 10 gotas de meta-arsenito de sódio em um segundo tubo de ensaio (tubo 2);
- Adicionar 10 gotas de ortotolidina em um terceiro tubo de ensaio (tubo 3);
- Verter o conteúdo do tubo 1 sobre o tubo 2, e a mistura verter sobre o tubo 3;
- Efetuar a leitura imediata. anotar, aguardar 5 minutos e efetuar nova leitura e anotar.

Cuba C - Cloro residual livre (CRL); cloro residual combinado (CRC); interferente de 5 minutos (B_2):

- Adicionar 10 ml de amostra a ser analisada em um tubo de ensaio (tubo 1);
- Adicionar 10 gotas de ortotolidina num segundo tubo de ensaio (tubo 2);
- Verter o conteúdo do tubo` 1 sobre o tubo 2, aguardar 5 minutos, efetuar a leitura e anotar.

Tabela 3 – Cálculo do residual de cloro.

CÁLCULO DO RESIDUAL DE CLORO		
	Cloro residual livre	Cloro residual combinado
Geral	$A - B_1$	$(C - B_2) - (A - B_1)$
$B_1 = B_2 = 0$	A	C - A
A = C	C	Zero

Exemplo: cálculo dos residuais de cloro – interferentes, utilizando a tabela acima.

Resultados encontrados na determinação.

Cuba A: 3,0 mg/l

Cuba B: leitura de 5 segundos - 0,1 mg/l (B_1)

leitura de 5 minutos - 0,3 mg/l (B_2)

Cuba C: 4,5 mg/l

Utilizando o quadro:

Cloro residual livre (CRL) = $A - B_1$

A = 3,0 mg/l
B_1= 0,1 mg/l
CRL = 2,9 mg/l

Cloro residual combinado (CRC) = $(C - B_2) - (A - B_1)$

C = 4,5 mg/l
B_2 = 0,3 mg/l
4,2 mg/l

A = 3,0 mg/l
B_1 = 0,1 mg/l
2,9 mg/l

$(C-B_2) - (A-B_1) = 4,2 - 2,9 = 1,3$ mg/l.

CRC = 1,3 mg/l

Neste exemplo, então, tem-se:

- Cloro residual livre – CRL ..... 2,9 mg/l
- Cloro residual combinado – CRC ..... 1,3 mg/l
- Interferentes 5 segundos – B_1 ..... 0,1 mg/l
- Interferentes 5 minutos - B_2 ..... 0,3 mg/l

2. Método DPD.

A) O método DPD é mais preciso do que o método OTA, principalmente quando estão presentes as cloraminas. A única substância interferente na água é o manganês oxidado.
Para resultados precisos a cor deve ser desenvolvida na faixa de pH 6,2 a 6,5.

1. Material necessário:

- Comparador colorimétrico para cloro, disco e cubas.
- Reagente 1 ⇒ Solução buffer.
- Reagente 2 ⇒ Solução DPD sulfato.

2. Processo de análise:

- Adicionar 3 gotas do reagente 1 em um tubo de ensaio;
- Adicionar 6 ml da amostra a ser analisada;
- Adicionar 1 gota do reagente 2, agitar.
- Adicionar 6 ml de água destilada no segundo tubo de ensaio.
- Colocar os dois tubos no comparador, efetuando a leitura através da comparação de cor. Neste exemplo obtêm-se o valor do cloro residual livre – CRL.

3. MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1. Justificativa da escolha do bairro e residências para aplicação da pesquisa.

Para viabilizar a aplicação do método de cloração de água, fez-se necessário a identificação de área populacional que não contava com o sistema convencional de tratamento oferecido.

Acessando o cadastro de moradores com essa carência, foi identificado e escolhida intencionalmente a Vila Aimorés.

Foram levantados sete endereços, sendo que os moradores foram visitados de surpresa

A localização da vila pode ser verificada no Anexo XI, que tem as seguintes características:

Latitude Sul – 22° 18' 43"

Longitude – 48° 59' 47"

Altitude – 536,98 m

3.2. Forma de entrevista com os moradores.

O contato com os moradores foi individual, tendo sido visitada uma residência de cada vez, com diálogo improvisado. Na entrevista, procurou-se obter as seguintes informações:

- Que tipo de água a família vem se servindo (água encanada, poço raso, profundo ou nascente).
- Qual a profundidade média do poço.
- Características técnicas, como revestimento do poço e existência de bomba.
- Distância aproximada de fossas sépticas.
- Qualidade aparente da água obtida.
- Número de pessoas que se servem da água.
- Número de residências atendidas pelo poço do morador.
- Tempo aproximado da existência do poço.
- Principais aplicações da água do poço.
- Existência de algum tipo de desinfecção da água do poço.

Considerando-se as atitudes de desconfiança, insegurança e temores dos moradores, o diálogo foi mantido em abordagens técnicas, isentando os entrevistados de algum compromisso. Por esse motivo, foram evitadas questões sobre contaminação, moléstias ou algum mal estar provocados pela água servida.

Quanto a profundidade média dos poços, as informações foram obtidas junto aos moradores, sendo que as mesmas constam nos boletins de análises de água, respectivamente.

3.3. Método para análise das amostras de água do poço.

O método desenvolvido para análise bacteriológica da água dos poços, foi aplicado de acordo com a CETESB (1978), que dispõe sobre a determinação pela técnica dos tubos múltiplos (TTM) em paralelo com o teste do substrato cromogênico (Colillert) recomendado pelo Standard Methods for Examination of Water and

Wastewater (1995), como um dos métodos aplicáveis para análise de água para o consumo humano.

As coletas de amostras de água para análise bacteriológica, pela técnica dos tubos múltiplos foram efetuadas conforme o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água – CETESB (1988), sendo requerido um volume mínimo de 100 ml, os quais foram coletadas em frascos de vidro neutro, autoclavavéis, com capacidade mínima de 125 ml, boca larga e tampa esmerilhada à prova de vazamento. As amostras foram identificadas com todas as informações como: o local, número da amostra, data, hora, temperatura do ar e da água, necessárias para que os resultados pudessem ser interpretados corretamente. Não foi usado neutralizador de cloro residual porque as mesmas não eram cloradas.

As amostras de água para análise físico-química, foram coletadas em frascos de polietileno, previamente esterilizados, aproximadamente dois litros, enviadas ao laboratório, onde foram efetuados as seguintes análises:

- Características físicas e organolépticas: aspecto, cor, odor, pH, turbidez e sabor.
- Características químicas: alcalinidade de bicarbonatos, alcalinidade de carbonatos, alcalinidade de hidróxidos, alumínio, cloretos, dureza total, dureza de carbonatos, dureza de não carbonatos, ferro, flúor, nitrogênio, nitrato, nitrogênio nitrito, oxigênio consumido, sólidos totais, sulfato condutividade e manganês.

3.3.1. Técnica dos tubos múltiplos (TTM), coliformes totais/fecais.

Baseia-se na inoculação de volumes decrescentes da amostra em série de cinco tubos contendo o meio de cultura caldo lactosado ou caldo lauril triptose, ambos com púrpura de bromocresol, os quais foram incubados a 35 ± 0,5 °C durante 24 – 48 horas. Através de diluições sucessivas da amostra, foram obtidos resultados positivos (acidificação com ou sem produção de gás, decorrente da fermentação da lactose) e negativos. Os tubos positivos foram submetidos a testes confirmativos em caldo lactosado verde brilhante bile 2% para determinação de coliformes totais (incubados a 35°C, durante 24-48 horas), e em meio EC, para determinação de

coliformes fecais (incubação a 44,5° C, durante 24-48 horas). O resultado positivo, tanto para o caldo lactosado verde brilhante quanto para o meio EC, é a fermentação da lactose com produção de gás. Assim foi obtida uma estimativa da densidade das bactérias pesquisadas (número mais provável – NMP), através da aplicação de cálculos de probabilidade. Tratando-se de água desconhecida, foram efetuadas diluições das amostras em água de diluição tamponada conforme a Fig. 15.

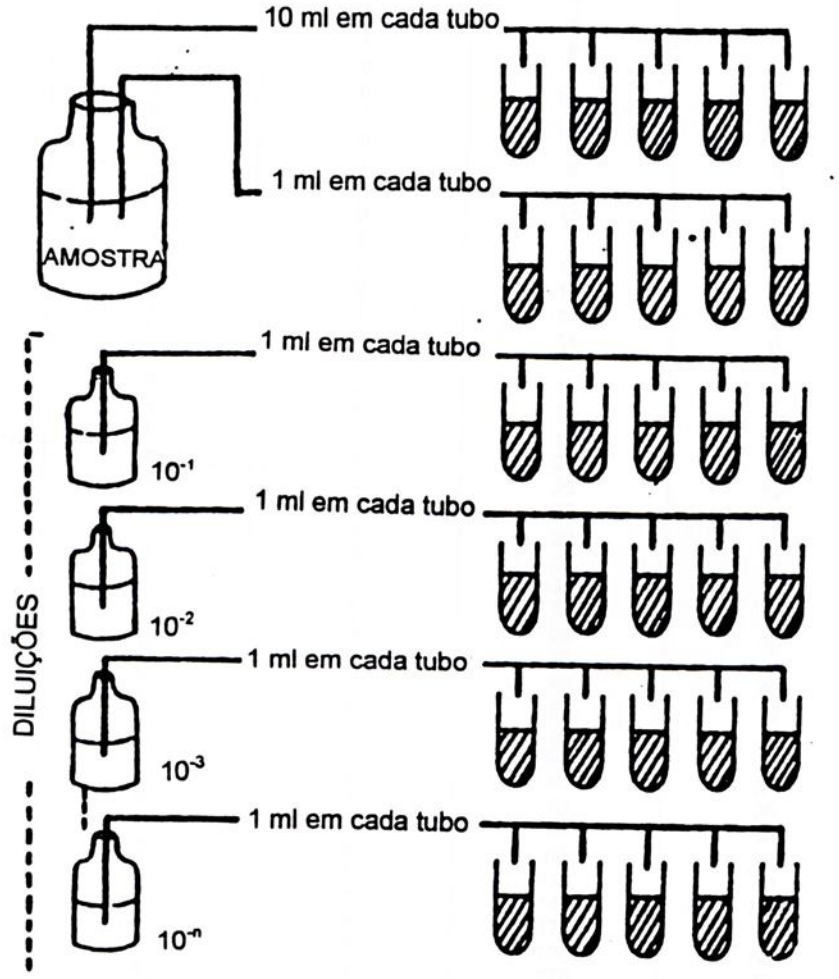


Fig. 15. Ensaio presuntivo – inoculação dos volumes e suas diluições decimais.

A metodologia da técnica dos tubos múltiplos possibilita a análise de amostras de águas com diluições diferenciadas, conforme as tabelas 5, 6, 7 e 8. Essas tabelas são aplicadas nos casos em que as amostras apresentam elevado índice de contaminação, permitindo um resultado mais preciso. Os resultados foram obtidos com a aplicação dos índices da Tab. 4.

TABELA 4 – ÍNDICE DE NMP E LIMITES DE CONFIANÇA DE 95% QUANDO SÃO UTILIZADOS INÓCULOS DE 10 ml, 1 ml e 0,1 ml EM SÉRIES DE 5 TUBOS

Número de tubos com reação Positiva quando são utilizados em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de MNP/100 ml	Limites de confiança de 95%	
10 ml	1 ml	0,1 ml		Inferior	Superior
0	0	0	< 2	-	-
0	0	1	2	1	10
0	1	0	2	1	10
0	2	0	4	1	13
1	0	0	2	1	11
1	0	1	4	1	15
1	1	0	4	1	15
1	1	1	6	2	18
1	2	0	6	2	18
2	0	0	4	1	17
2	0	1	7	2	20
2	1	0	7	2	21
2	1	1	9	3	24
2	2	0	9	3	25
2	3	0	12	5	29
3	0	0	8	3	24
3	0	1	11	4	29
3	1	0	11	4	25
3	1	1	14	6	35
3	2	0	14	6	35
3	2	1	17	7	40
4	0	0	13	5	38
4	0	1	17	7	45
4	1	0	17	7	46
4	1	1	21	9	55
4	1	2	26	12	63
4	2	0	22	9	56
4	2	1	26	12	65
4	3	0	27	12	67
4	3	1	33	15	77
4	4	0	34	16	80
5	0	0	23	9	86
5	0	1	30	10	110
5	0	2	40	20	140
5	1	0	30	10	120
5	1	1	50	20	150
5	1	2	60	30	180
5	2	0	50	20	170
5	2	1	70	30	210
5	2	2	90	40	250
5	3	0	80	30	250
5	3	1	110	40	300
5	3	2	140	60	360
5	3	3	170	80	410
5	4	0	130	50	390
5	4	1	170	70	480
5	4	2	20	100	580
5	4	3	280	120	690
5	4	4	350	160	820
5	5	0	240	100	940
5	5	1	300	100	1300
5	5	2	500	200	2000
5	5	3	900	300	2900
5	5	4	1600	600	5300
5	5	5	≥ 1600	-	-

FONTE: FERNÍCOLA (1997)



TABELA 5 – EXEMPLOS ONDE SÃO INOCULADAS 3 SÉRIES DE 5 TUBOS

Exemplos	Número de tubos com resultados Positivos em cada série de 5 tubos Inoculados com:			Código (Combinação de resultados positivos e negativos)	$\frac{NMP}{100\ ml}$
	10 ml	1 ml	0,1 ml		
1	5	2	0	520	50
2	4	2	0	420	22
3	5	5	1	551	300
4	5	5	5	555	≥ 1.600

FONTE: FERNÍCOLA (1997)

TABELA 6 – EXEMPLOS ONDE SÃO INOCULADAS 3 SÉRIES DE 5 TUBOS COM VOLUMES DECIMAIS DIFERENTES DAQUELES INDICADOS NA TABALA 3

Volumes Decimais Inoculados (ml)	Número de tubos com Resultados positivos em cada série de 5 tubos inoculados com:							Código	NMP correspondente ao código	Cálculo do NMP	$\frac{NMP}{100\ ml}$
	100 ml	10 ml	$1(10^0)$ ml	10^{-1} ml	10^{-2} ml	10^{-3} ml	10^{-4} ml				
$100 - 10^0$	5	4	0					540	130	$130 \times \frac{10}{100}$	13
10^0 a 10^{-2}			5	0	0			500	23	$23 \times \frac{10}{1}$	230
10^{-1} a 10^{-3}				4	1	0		410	17	$17 \times \frac{10}{0,1}$	1.700
10^{-2} a 10^{-4}					3	0	0	300	8	$8 \times \frac{10}{0,01}$	8.000

FONTE: FERNÍCOLA (1997)

TABELA 7 – EXEMPLOS ONDE SÃO INOCULADOS MAIS DE 3 VOLUMES DECIMAIS

Volumes Decimais Inoculados (ml)	Número de tubos com resultados positivos em cada série de 5 tubos inoculados com:								Código selecionado	NMP Correspondente ao código	Cálculo do NMP	$\frac{MNP}{100\ ml}$
	10 ml	10^0 ml	10^{-1} ml	10^{-2} ml	10^{-3} ml	10^{-4} ml	10^{-5} ml	10^{-6} ml				
$10 - 10^{-2}$	5	5	3	1					531	110	$110 \times \frac{10}{1}$	$1,1 \times 10^3$
10^0 a 10^{-4}		5	5	2	1	0			521	70	$70 \times \frac{10}{0,1}$	$7,0 \times 10^3$
10^{-1} a 10^{-5}			5	5	2	0			520	50	$50 \times \frac{10}{0,001}$	$5,0 \times 10^5$
10^{-2} a 10^{-6}				5	5	0	0	0	500	23	$23 \times \frac{10}{0,001}$	$2,3 \times 10^5$
Observação Os números grifados correspondem ao número de tubos positivos selecionados para compor o código												

FONTE: FERNÍCOLA (1997)

TABELA 8 – EXEMPLOS PARA CASOS ESPECIAIS

Ex.:	Volumes Decimais Inoculados (ml)	Número de tubos com resultados positivos em cada série de 5 tubos inoculados com:							Código selecionado	NMP correspondente ao código	Cálculo do NMP	$\frac{NMP}{100\ ml}$
		10 ml	1(10^0) ml	10^{-1} ml	10^{-2} ml	10^{-3} ml	10^{-4} ml	10^{-5} ml				
1	10^0 a 10^3		4	1	0	0			410	17	$17 \times \frac{10}{1}$	170
2	10^0 a 10^{-5}		5	5	4	1	1	0	542	220	$220 \times \frac{10}{0,1}$	$2,2 \times 10^4$
3	10 a 10^{-4}	4	5	4	0	0	0		540	130	$130 \times \frac{10}{1}$	$1,3 \times 10^3$
4	10^{-1} a 10^{-5}			5	5	5	5	5	555	≥ 1.600	$\geq 1600 \times \frac{0}{0,001}$	$\geq 1,6 \times 10^7$
5	10^{-1} a 10^{-5}			0	0	0	0	0	000	< 2	$< 2 \times \frac{10}{0,1}$	< 200

FONTE: FERNÍCOLA (1997)

3.3.2. Quantificação de bactérias heterotróficas na água.

Para a quantificação de bactérias heterotróficas da água, foi utilizado o método SIMPLATE, técnica usada no laboratório da Estação de Tratamento de Água – ETA, de Bauru, DAE (1998).

O método é baseado na tecnologia de substrato definido, a qual detecta bactérias viáveis na água através de enzimas sabidamente presentes nesses microorganismos. Simplate utiliza substratos de enzimas múltiplas que produzem fluorescência quando metabolizados pelas bactérias presentes na água. A amostra e o meio de cultura são adicionados na placa Simplate, incubados e depois a leitura se faz com uso de uma lâmpada de UV para leitura das cavidades fluorescentes da placa. O número de cavidades fluorescentes correspondem, após a aplicação dos limites apresentados na Tabela 9, à contagem total de bactérias heterotróficas presentes na amostra. A técnica Simplate se correlaciona à técnica Plate Count Agar 35°C por 48 horas de incubação.

O procedimento de análise foi desenvolvido conforme as seguintes etapas:

- Adicionado 10 ml de amostra ao tubo contendo o meio de cultura.
- Transferido o conteúdo do tubo para o centro da placa Simplate.
- Fechado a placa e efetuado movimentos circulares afim de espalhar a amostra nas cavidades. Bolhas nas cavidades não interferem no resultado.
- Após aberto a placa, foi descartado o excesso, girando a tampa e fechando a abertura lateral.
- A Placa Simplate foi incubada a 35°C por 48 horas.
- Após 48 horas foram retiradas as placas da incubadora e contadas as cavidades fluorescentes colocando-se uma lâmpada de UV 366 nm sobre a placa.
- O resultado foi obtido, comparando-se o número de cavidades positivas com a tabela 9.

Foram considerados os seguintes procedimentos que devem seguir técnicas asséptica s.

- As amostras contendo cloro devem ser tratadas com tiosulfato de sódio.
- Caso seja necessário, os resultados podem ser lidos até 72 horas depois de iniciada a análise.
- Depois da incubação as placas podem conter bactérias viáveis, portanto devem ser esterelizadas.
- Caso necessário as amostras podem ser diluídas antes da análise desde, que se tenha volume de 10 ml para se transferir para os tubos. O resultado lido na tabela deverá portanto ser multiplicado pela diluição realizada.
- O resultado obtido na tabela 9 , já está ajustado para 1 ml da amostra. Portanto o resultado é por ml de amostra com ou sem diluição.

Tabela 9 - Multi-Dose
Simplate for HPC
Most Probable Number (MPN) Table

Positive Wells	MPN	95% confidence limits lower	upper
0	<2	<0.3	<14
1	2	0.3	14
2	4	1	16
3	6	2	19
4	8	3	22
5	10	4	25
6	12	6	27
7	15	7	30
8	17	8	33
9	19	10	36
10	21	11	39
11	23	13	42
12	26	15	45
13	28	16	48
14	30	18	51
15	33	20	54
16	35	22	58
17	38	23	61
18	40	25	64
19	43	27	67
20	45	29	70
21	48	31	74
22	51	33	77
23	53	35	80
24	56	38	84
25	59	40	87
26	62	42	91
27	65	44	94
28	68	47	98
29	71	49	102
30	74	51	106
31	77	54	109
32	80	56	113
33	83	59	117
34	86	62	121
35	90	64	126
36	93	67	130
37	97	70	134
38	100	73	139
39	104	76	143
40	108	79	148
41	112	82	152
42	116	85	157
43	120	88	162
44	124	91	167
45	128	95	173
46	132	98	178
47	137	102	183
48	141	106	189
49	146	109	195
50	151	113	201
51	156	117	107
52	161	121	213
53	166	125	220
54	171	130	227
55	177	134	234
56	183	139	241
57	189	144	249
58	195	149	257
59	202	154	265
60	209	159	273
61	216	165	282
62	223	171	292
63	231	177	302
64	239	183	312
65	248	190	323
66	257	197	335
67	266	204	347
68	276	212	361
69	287	220	375
70	299	229	390
71	311	238	407
72	324	248	425
73	339	258	444
74	355	270	466
75	372	282	491
76	392	296	519
77	414	311	551
78	440	328	589
79	470	348	636
80	507	371	695
81	]555	398	775
82	623	432	899
83	738	476	1146
84	>738	>476	>1146

MPN is per ml of the one ml added to 9 ml rehydrated media (por-off is accounted for).

FONTE: DAE – BAURU (1998)

3.3.3. Coliformes totais e *Escherichia Coli*: teste com substrato cromogênico.

Conforme FERNÍCOLA (1997), esta técnica foi desenvolvida com base em tecnologia originalmente designada para a identificação de microrganismos através da análise de suas enzimas constitutivas. Este método utiliza um substrato hidrolisável como um substrato definido para apenas os microrganismos-alvo que se quer modificar. Essa tecnologia é denominada auto-análise, porque uma variação de cor é produzida pelo microrganismo pesquisado, sem nenhuma necessidade de testes confirmativos. A realização do teste para a pesquisa de coliformes em amostras de água, através dessa técnica, requer apenas a adição de um volume específico da mesma em tubos de ensaio ou um frasco já contendo a quantidade requerida do substrato, na forma de pó, com posterior incubação, sendo os resultados finais obtidos em 24-28 horas.

Para coliformes totais, o ONPG (orto nitrofenil β-D galactopiranosídeo), que atua como um sistema nutriente-indicador, é usado para detectar a enzima β-D galactosidase, que é produzida por todos os coliformes. Essa enzima hidrolisa a molécula de ONPG liberando uma substância cromogênica amarela, sendo essa coloração a indicação de um resultado positivo para coliformes totais em 24-28 horas. Bactérias não pertencentes ao grupo coliforme, como as espécies dos gêneros *Aeromonas e Pseudomonas* que produzem a enzima β-D galactosidase, são suprimidas e não irão produzir uma resposta positiva neste teste, a menos que estejam presentes em densidades superiores a 10^4 unidades formadoras de colônias por ml.

Este procedimento pode ser usado também para a detecção simultânea *E. Coli*; para tanto, incorporou-se na composição do meio o substrato o MUG (4-methylumbelliferyl - β-D glucuronide) o qual é hidrolisado pela *E. Coli* através de sua enzima glucoronidase; sendo liberado o 4-methylumbelliferone que, quando exposto à luz ultravioleta (366 nm), apresenta fluorescência difusível de cor azul brilhante.

Este método é recomendado pelo *Standard Methods for Examination of Water And Wasterwater* (1995) como um dos procedimentos aplicáveis para análise

de água para consumo humano. Os laboratórios que planejam o uso deste teste devem realizar ensaio paralelos com um dos procedimentos convencionais (tubos múltiplos ou membrana filtrante), durante um período de alguns meses, para demonstrar a comparabilidade entre os métodos.

Certos tipos de água, com elevado teor de cálcio, podem causar precipitação, mas isto não afeta a reação. Este teste não deve ser utilizado para a verificação de culturas com resultado presuntivo positivo na técnica de tubos múltiplos ou Caldo P-A, ou colônias de membrana filtrante, pois pode estar sendo transferido para esse substrato um inóculo significativo de bactérias não coliformes com fraca produção de β-D galactosidase, causando resultados falso-positivos para coliformes.

A técnica foi desenvolvida com o procedimento do método presença-ausência, conforme as seguintes etapas:

- Aberto, assepticamente, um envelope contendo a quantidade pré-pesada do substrato (envelope adquirido comercialmente), requerida para o teste.
- Adicionado o conteúdo do mesmo a 100 ml da amostra de água, contida em frasco estéril transparente, de borossilicato, não fluorescente.
- Fechado o recipiente e homogeneizado bem para a completa dissolução.
- Transferido para cartela plástica para quantificação de bactérias e fechada em seladora eletrônica.
- Incubado a 35 ± 0,5°C durante 24 horas.

A leitura dos resultados foi realizada conforme os procedimentos:

Coliformes fecais: após 24 horas de incubação, foi efetuado a leitura dos resultados, considerando como resultado positivo para coliformes totais o aparecimento de uma coloração amarela nos cubos da cartela.

Escherichia Coli: após a leitura dos resultados para coliformes totais, foi efetuado a exposição da cartela com os cubos positivos à luz ultravioleta (366 nm, 6 W), a uma distância de 6 a 8 cm em ambiente escuro.

unesp

Os números de cubos grandes e pequenos positivos obtidos na leitura da cartela, foram transferidos para a tabela 10 e com a ajuda de uma régua na vertical e horizontal, obteve-se o valor correspondente em números da UFC (unidades formadoras de colônias por ml).

Tabela 10 - DEXX Quanti-Tray/2000 MPN Table

# Large Wells Positive	# Small Wells Positive																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	0.0	1.0	2,0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.2	21.1	22.2	23.2	24.3
1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.2	14.2	15.2	16.2	17.3	18.3	19.3	20.4	21.4	22.4	23.5	24.5	25.6
2	2.0	3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.2	10.2	11.2	12.2	13.3	14.3	15.3	16.4	17.4	18.5	19.5	20.6	21.6	22.6	23.7	24.8	25.8	26.9
3	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	8.2	9.2	10.3	11.3	12.4	13.4	14.4	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.8	22.9	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2
4	4.1	5.2	6.2	7.2	8.3	9.3	10.4	11.4	12.5	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.8	19.9	21.0	22.0	23.1	24.2	25.2	26.3	27.4	28.5	29.6
5	5.2	6.3	7.3	8.4	9.4	10.5	11,5	12.6	13.7	14.7	15.8	16.9	17.9	19.0	20.1	21.2	22.2	23.3	24.4	25.5	26.6	27.7	28.8	29.9	31.0
6	6.3	7.4	8.4	9.5	10.6	11.6	12.7	13.8	14.9	15.9	17.0	18.1	19.2	20.3	21.4	22.5	23.6	24.7	25.8	26.9	28.0	29.1	30.2	31.3	32.4
7	7.4	8.5	9.6	10.7	11.8	12.8	13.9	15.0	16.1	17.2	18.3	19.4	20.5	21.6	22.7	23.8	24.9	26.0	27.1	28.3	29.4	30.5	31.6	32.8	33.9
8	8.6	9.7	10.8	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.8	22.9	24.1	25.2	26.3	27.4	28.6	29.7	30.8	32.0	33.1	34.3	35.4
9	9.8	10.9	12.0	13.1	14.2	15.3	16.4	17.5	18.7	19.8	20.9	22.0	23.2	24.3	25.4	26.6	27.7	28.9	30.0	31.2	32.3	33.5	34.6	35.8	37.0
10	11.0	12.1	13.2	14.3	15.5	16.6	17.7	18.9	20.0	21.1	22.3	23.4	24.6	25.7	26.9	28.0	29.2	30.3	31.5	32.7	33.8	35.0	36.2	37.4	38.6
11	12.2	13.4	14.5	15.6	16.8	17.9	19.1	20.2	21.4	22.5	23.7	24.8	26.0	27.2	28.3	29.5	30.8	31.9	33.0	34.2	35.4	36.6	37.8	39.0	40.2
12	13.5	14.6	15.8	16.9	18.1	19.3	20.4	21.6	22.7	23.9	25.1	26.3	27.5	28.6	29.8	31.0	32.2	33.4	34.6	35.8	37.0	38.2	39.4	40.7	41.9
13	14.8	16.0	17.1	18.3	19.5	20.6	21.8	23.0	24.2	25.4	26.6	27.8	29.0	30.2	31.4	32.6	33.8	35.0	36.2	37.5	38.7	39.9	41.1	42.4	43.6
14	16.1	17.3	18.5	19.7	20.9	22.1	23.3	24.4	25.7	26.9	28.1	29.3	30.5	31.7	33.0	34.2	35.4	36.7	37.9	39.1	40.4	41.6	42.9	44.2	45.4
15	17.5	18.7	19.9	21.1	22.3	23.5	24.7	25.9	27.2	28.4	29.6	30.9	32.1	33.3	34.6	35.8	37.1	38.4	39.6	40.9	42.2	43.4	44.7	46.0	47.3
16	18.9	20.1	21.3	22.6	23.8	25.0	26.2	27.5	28.7	30.0	31.2	32.5	33.7	35.0	36.3	37.5	38.8	40.1	41.4	42.7	44.0	45.3	46,6	47.9	49.2
17	20.3	21.6	22.8	24.0	25.3	26.5	27.8	29.1	30.3	31.6	32.9	34.1	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.9	43.2	44.5	45.9	47.2	48.5	49.8	51.2
18	21.8	23.1	24.3	25.6	26.9	28.1	29.4	30.7	32.0	33.3	34.6	35.9	37.2	38.5	39.8	41.1	42.4	43.8	45.1	46.4	47.8	49.1	50.5	51.9	53.2
19	23.3	24.6	25.2	27.2	28.5	29.8	31.1	32.4	33.7	35.0	36.3	37.6	39.0	40.3	41.6	43.0	44.3	45.7	47.1	48.4	49.8	51.2	52.6	54.0	55.4
20	24.9	26.2	27.5	28.8	30.1	31.4	32.8	34.1	35.4	36.8	38.1	39.5	40.8	42.2	43.6	44.9	46.3	47.7	49.1	50.5	51.9	53.3	54.7	56,1	57.6
21	26.5	27.8	29.2	30.5	31.8	33.2	34.5	35.9	37.3	38.6	40.0	41.4	42.8	44.1	45.5	46.9	48.4	49.8	51.2	52.6	54.1	55.5	56.9	58.4	59.9
22	28.5	29.5	30.9	32.3	33.6	35.0	36.4	37.7	39.1	40.5	41.9	43.3	44.7	46.2	47.6	49.0	50.5	51.9	53.4	54.8	56.3	57.8	59.3	60.7	62.2
23	29.9	31.3	32.7	34.1	35.4	36.8	38.2	39.7	41.1	42.5	43.9	45.4	46.8	48.3	49.7	51.2	52.7	54.2	55.6	57.1	58.6	60.2	61.7	63.2	64.7
24	31.7	33.1	34.5	35.9	37.3	38.8	40.2	41.6	43.1	44.6	46.0	47.5	49.0	50.5	51.9	53.4	55.0	56.5	58.0	59.5	61.1	62.6	64.2	65.8	67.3
25	33.5	35.0	36.4	37.9	39.3	40.8	42.2	43.7	45.2	46.7	48.2	49.7	51.2	52.7	54.3	55.8	57.3	58.9	60.5	62.0	63.6	65.2	66.8	68.4	70.0
26	33.5	36.9	38.4	39.9	41.3	42.8	44.3	45.9	47.4	48.9	50.4	52.0	53.5	55.1	56.7	58.2	59.8	61.4	63.0	64.7	66.3	67.9	69.6	71.2	72.9
27	37.4	38.9	40.4	41.9	43.5	45.0	46.5	48.1	49.6	51.2	52.8	54.4	56.0	57.6	59.2	60.8	62.4	64.1	65.7	67.4	69.1	70.8	72.5	74.2	75.9
28	39.5	41.0	42.6	44.1	45.7	47.2	48.8	50.4	52.0	53.6	55.2	56.9	58.5	60.1	61.8	63.5	65.2	66.9	68.6	70.3	72.0	73.7	75.5	77.3	79.0
29	41.6	43.2	44.8	46.4	48.0	49.6	51.2	52.8	54.5	56.1	57.8	59.5	61.2	62.9	64.6	66.3	68.0	69.8	71.5	73.3	75.1	76.9	78.7	80.5	82.3
30	43.9	45.5	47.1	48.7	50.4	52.0	53.7	55.4	57.1	58.8	60.5	62.2	64.0	65.7	67.5	69.3	71.0	72.8	74.7	76.5	78.3	80.2	82.1	84.0	85.9
31	46.2	47.9	49.5	51.2	52.9	54.6	56.3	58.1	59.8	61.6	63.3	65.1	66.9	68.7	70.5	72.4	74.2	76.1	78.0	79.9	81.8	83.7	85.7	87.6	89.6
32	48.7	50.4	52.1	53.8	55.6	57.3	59.1	60.9	62.7	64.5	66.3	68.1	70.0	71.9	73.8	75.7	77.6	79.5	81.5	83.5	85.4	87.5	89.5	91.5	93.6
33	51.2	53.0	54.7	56.5	58.3	60.1	62.0	63.8	65.7	67.6	69.5	71.4	73.3	75.2	77.2	79.2	81.2	83.2	85.2	87.3	89.3	91.4	93.5	95.7	97.8
34	53.9	55.7	57.6	59.4	61.3	63.1	65.0	66.9	68.9	70.8	72.8	74.8	76.8	78.8	80.8	82.9	85.0	87.1	89.2	91.4	93.5	95.7	97.9	100.1	102.4
35	56.8	58.6	60.5	62.4	64.4	66.3	68.3	70.3	72.3	74.3	76.3	78.4	80.5	82.6	84.7	86.9	89.1	91.3	93.5	95.7	98.0	100.3	102.6	105.0	107.3
36	59.8	61.7	63.7	65.7	67.7	69.7	71.7	73.8	75.9	78.0	80.1	82.3	84.5	86.7	88.9	91.2	93.5	95.8	98.1	100.5	102.9	105.3	107.7	110.2	112.7
37	62.9	65.0	67.0	69.1	71.2	73.3	75.4	77.6	79.8	82.0	84.2	86.5	88.8	91.1	93.4	95.8	98.2	100.6	103.1	105.6	108.1	110.7	113.3	115.9	118.6
38	66.3	68.4	70.6	72.7	74.9	77.1	79.4	81.6	83.9	86.2	88.6	91.0	93.4	95.8	98.3	100.8	103.4	105.9	108.6	111.2	113.9	116.6	119.4	122.2	125.0
39	69.9	72.2	74.4	76.6	78.9	81.3	83.6	86.0	88.4	90.9	93.3	95.9	98.4	101.0	103.6	106.3	109.0	111.8	114.5	117.4	120.3	123.2	126.1	129.2	132.2
40	73.8	76.2	78.5	80.9	83.3	85.7	98.2	90.7	93.3	95.9	98.5	101.2	103.9	106.7	109.5	112.4	115.3	118.2	121.2	124.2	127.3	130.5	133.7	137.0	140.3
41	78.0	80.5	83.0	85.5	88.0	90.6	93.3	95.9	98.7	101.4	104.3	107.1	110.0	113.0	116.0	119.1	122.2	125.4	128.7	132.0	135.3	138.8	142.3	145.9	149.5
42	82.6	85.2	87.8	90.5	93.2	96.0	98.8	101.7	104.6	107.6	110.6	113.7	116.9	120.1	123.3	126.7	130.1	133.6	137.1	140.8	144.5	148.3	152.2	156.1	160.2
43	87.6	90.4	93.2	96.0	99.0	101.9	105.0	108.1	111.2	114.5	117.8	121.1	133.4	128.1	131.7	135.4	139.1	143.0	147.0	151.0	155.1	159.4	163.8	168.2	172.8
44	93.1	96.1	99.1	102.2	105.4	108.6	111.9	115.3	118.7	122.3	125.9	129.6	143.9	137.4	141.4	145.5	149.7	154.1	158.5	163.1	167.8	172.7	177.7	182.9	188.2
45	99.3	102.5	105.8	109.2	112.6	116.2	119.8	123.6	127.4	131.3	135.4	139.6	156.5	148.3	152.9	157.6	162.4	167.4	172.6	177.9	183.5	189.2	196.1	201.2	205.5
46	106.3	198.8	113.4	117.2	121.0	125.0	129.1	133.3	137.6	142.1	146.7	151.5	156.5	161.6	166.9	172.5	178.2	184.2	190.4	196.8	203.5	210.5	217.8	225.4	233.3
47	114.3	118.3	122.4	126.6	130.9	135.4	140.1	145.0	150.0	155.3	160.7	166.4	172.3	178.5	185.0	191.8	198.9	206.3	214.2	222.4	231.0	240.0	249.5	259.5	270.0
48	123.9	128.4	133.1	137.9	143.0	148.3	153.9	159.7	165.8	172.2	178.9	186.0	193.5	201.4	209.8	218.7	228.2	238.2	248.9	260.2	272.3	285.1	298.7	313.0	328.2
49	135.5	140.8	146.4	152.3	158.5	165.0	172.0	179.3	187.2	195.6	204.6	214.3	224.7	235.9	248.1	261.3	275.5	290.9	307.6	325.5	344.8	365.4	387.3	410.6	435.2

IDEXX Quanti-Tray/2000 MPN Table

#Large Wells Positive	# Small Wells Positive																							
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
0	25.3	26.3	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7	36.8	37.8	38.9	39.9	41.0	42.1	43.1	44.2	45.3	46.3	47.4	48.5	49.5
1	26.6	27.6	28.7	29.7	30.8	31.9	32.9	34.0	35.0	36.1	37.2	38.2	39.3	40.4	41.4	42.5	43.6	44.7	45.7	46.8	47.9	49.0	50.1	51.2
2	27.9	29.0	30.0	31.1	32.2	33.2	34.3	35.4	36.5	37.5	38.6	39.7	40.8	41.9	42.9	44.0	45.1	46.2	47.3	48.4	49.5	50.6	51.7	52.8
3	29.3	30.3	31.4	32.5	33.6	34.7	35.7	36.8	37.9	39.0	40.1	41.2	42.3	43.4	44.5	45.6	46.7	47.8	48.9	50.0	51.2	52.3	53.4	54.5
4	30.7	31.7	32.8	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6	42.8	43.9	45.0	46.1	47.2	48.3	49.5	50.6	51.7	52.9	54.0	55.1	56.3
5	32.1	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.7	39.8	41.0	42.1	43.2	44.3	45.5	46.6	47.7	48.9	50.0	51.2	52.3	53.5	54.6	55.8	56.9	58.1
6	33.5	34.6	35.8	36.9	38.0	39.1	40.3	41.4	42.6	43.7	44.8	46.0	47.1	48.3	49.4	50.6	51.7	52.9	54.1	55.2	56.4	57.6	58.7	59.9
7	35.0	36.2	37.3	38.4	39.6	40.7	41.9	43.0	44.2	45.3	46.5	47.7	48.8	50.0	51.2	52.3	53.5	54.7	55.9	57.1	58.2	59.4	60.6	61.8
8	36.5	37.7	38.9	40.0	41.2	42.3	43.5	44.7	45.9	48.0	48.2	49.4	50.6	51.8	53.0	54.1	55.3	56.6	57.7	58.9	60.2	61.4	62.6	63.8
9	38.1	39.3	40.5	41.6	42.8	44.0	45.2	46.4	47.6	48.8	50.0	51.2	52.4	53.6	54.8	56.0	57.2	58.4	59.7	60.9	62.1	63.4	64.6	65.8
10	39.7	40.9	42.1	43.3	44.5	45.7	46.9	48.1	49.3	50.6	51.8	53.0	54.2	55.5	56.7	57.9	59.2	60.4	61.6	62.9	64.2	65.4	66.7	67.9
11	41.4	42.6	43.8	45.0	46.3	47.5	48.7	49.9	51.2	52.4	53.6	54.9	56.1	57.4	58.6	59.9	61.2	62.4	63.7	65.0	66.2	67.5	68.8	70.1
12	43.1	44.3	45.6	46.8	48.1	49.3	50.5	51.8	53.1	54.3	55.6	56.8	58.1	59.4	60.7	61.9	63.2	64.5	65.8	67.1	68.4	69.7	71.0	72.3
13	44.9	46.1	47.4	48.6	49.9	51.2	52.4	53.7	55.0	56.3	57.6	58.9	60.2	61.5	62.8	64.1	65.4	66.7	68.0	69.3	70.7	72.0	73.3	74.7
14	46.7	48.0	49.3	50.5	51.8	53.1	54.4	55.7	57.0	58.3	59.6	60.9	62.3	63.6	64.9	66.3	67.6	68.9	70.3	71.6	73.0	74.4	75.7	77.1
15	48.6	49.9	51.2	52.5	53.8	55.1	56.4	57.8	59.1	60.4	61.8	63.1	64.5	65.8	67.2	68.5	69.9	71.3	72.6	74.0	75.4	76.8	78.2	79.6
16	50.5	51.8	53.2	54.5	55.8	57.2	58.5	59.9	61.2	62.6	64.0	65.3	66.7	68.1	69.5	70.9	72.3	73.7	75.1	76.5	77.9	79.3	80.8	82.2
17	52.5	53.9	55.2	56.6	58.0	59.3	60.7	62.1	63.5	64.9	66.3	67.7	69.1	70.5	71.9	73.3	74.8	76.2	77.6	79.1	80.5	82.0	83.5	84.9
18	54.6	56.0	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0	64.4	65.8	67.2	68.6	70.1	71.5	73.0	74.4	75.9	77.3	78.8	80.3	81.8	83.3	84.8	86.3	87.8
19	56.8	58.2	59.6	61.0	62.4	63.9	65.3	66.7	68.2	69.7	71.1	72.6	74.1	75.5	77.0	78.5	80.0	81.5	83.1	84.6	86.1	87.6	89.2	90.7
20	59.0	60.4	61.9	63.3	64.8	66.3	67.7	69.2	70.7	72.2	73.7	75.2	76.7	78.2	79.8	81.3	82.8	84.4	85.9	87.5	89.1	90.6	92.2	93.8
21	61.3	62.8	64.3	65.8	67.3	68.8	70.3	71.8	73.3	74.9	76.4	77.9	79.5	81.0	82.6	84.2	85.8	87.4	89.0	90.6	92.2	93.8	95.4	97.1
22	63.7	65.3	66.8	68.3	69.8	71.4	72.9	74.5	76.1	77.6	79.2	80.8	82.4	84.0	85.6	87.2	88.9	90.5	92.1	93.8	95.5	97.1	98.8	100.5
23	66.3	67.8	69.4	71.0	72.5	74.1	75.7	77.3	78.9	80.5	82.1	83.8	85.4	87.1	88.7	90.4	92.1	93.8	95.5	97.2	98.9	100.6	102.3	104.1
24	68.9	70.5	72.1	73.7	75.3	77.0	78.6	80.2	81.9	83.6	85.2	86.9	88.6	90.3	92.0	93.8	95.5	97.2	99.0	100.7	102.5	104.3	106.1	107.9
25	71.7	73.3	75.0	76.6	78.3	80.0	81.6	83.3	85.0	86.8	88.5	90.2	92.0	93.7	95.5	97.3	99.1	100.9	102.7	104.5	106.3	108.2	110.0	111.9
26	74.6	76.3	78.0	79.9	81.4	83.1	84.8	86.6	88.4	90.1	91.9	93.7	95.5	97.3	99.2	101.0	102.9	104.7	106.6	108.5	110.4	112.3	114.2	116.2
27	77.6	79.4	81.1	82.9	84.6	86.4	88.2	90.0	91.9	93.7	95.5	97.4	99.3	101.2	103.1	105.0	106.9	108.8	110.8	112.7	114.7	116.7	108.7	120.7
28	80.8	82.6	84.4	86.2	88.1	89.9	91.8	93.7	95.6	97.5	99.4	101.3	103.3	105.2	107.2	109.2	111.2	113.2	115.2	117.3	119.3	121.4	123.5	125.6
29	84.2	86.1	87.9	89.8	91.7	93.6	95.6	97.5	99.5	101.5	103.5	105.5	107.5	109.5	111.6	113.7	115.7	117.8	120.0	122.1	124.2	126.4	128.6	130.8
30	87.8	89.7	91.7	93.6	95.6	97.6	99.6	101.6	103.7	105.7	107.8	109.9	112.0	114.1	116.3	118.5	120.6	122.8	125.1	127.3	129.5	131.8	134.1	136.4
31	91.6	93.6	95.6	97.7	99.7	101.8	103.9	106.0	108.2	110.3	112.5	114.7	116.9	119.1	121.4	123.6	125.9	128.2	130.5	132.9	135.3	137.7	140.1	142.
32	95.7	97.7	99.9	102.0	104.2	106.3	108.5	110.7	113.0	115.2	117.5	119.8	122.1	124.5	126.8	129.2	131.6	134.0	136.5	139.0	141.5	144.0	146.6	149.1
33	100.0	102.2	104.4	106.6	108.9	111.2	113.5	115.8	118.2	120.5	122.9	125.3	127.8	130.3	132.8	135.3	137.8	140.4	143.0	145.6	148.3	150.9	153.6	156.4
34	104.7	107.0	109.3	111.7	114.0	166.4	118.9	121.3	123.8	126.3	128.8	131.4	134.0	136.6	139.2	141.9	144.6	147.3	150.1	152.9	155.7	158.6	161.5	164.4
35	109.7	112.2	114.6	117.1	119.6	122.1	24.7	127.3	129.9	132.6	135.3	138.0	140.8	143.6	146.4	149.2	152.1	155.0	158.0	161.0	164.0	167.1	170.2	173.3
36	115.2	117.8	120.4	123.0	125.7	128.4	131.1	133.9	136.7	139.5	142.4	145.3	148.3	151.3	154.3	157.3	160.4	163.6	166.8	170.0	173.3	176.6	179.9	183.3
37	121.3	124.0	126.8	129.6	132.4	135.3	138.2	141.2	144.2	147.9	150.3	153.5	156.6	159.9	163.1	166.4	169.8	173.2	176.7	180.2	183.7	187.3	191.0	194.7
38	127.9	130.8	133.8	136.8	139.9	143.0	146.1	149.9	152.6	155.9	159.2	162.6	166.1	169.6	173.2	176.8	180.4	184.2	188.0	191.8	195.7	199.6	203.7	207.7
39	135.3	138.5	141.7	145.0	148.3	151.7	155.1	158.6	162.1	165.7	169.4	173.1	176.9	180.7	184.7	188.6	192.7	196.8	201.0	205.3	209.6	214.0	218.5	223.0
40	143.7	147.1	150.6	154.2	157.8	161.5	165.3	169.1	173.0	177.0	181.1	185.2	189.4	193.7	198.1	202.5	207.0	211.7	216.4	221.1	226.0	231.0	236.0	242.1
41	153.2	157.0	160.9	164.8	168.9	173.0	177.2	181.4	185.8	190.3	194.8	199.5	204.2	209.1	214.0	219.0	224.2	229.4	234.8	240.2	245.8	251.5	257.2	263.1
42	164.3	168.6	172.9	177.3	181.9	186.5	191.3	196.1	201.1	206.2	211.4	216.7	222.1	227.7	233.4	239.2	245.2	251.3	257.5	263.8	270.3	276.9	283.6	290.5
43	177.5	182.3	187.3	192.4	197.6	202.9	208.4	214.0	219.8	225.8	231.8	238.1	244.5	251.0	257.7	264.6	271.7	278.9	286.3	293.8	301.5	309.4	317.4	325.6
44	193.6	199.3	205.0	211.0	217.2	223.5	230.0	236.7	243.6	250.7	258.1	265.6	273.3	281.2	289.4	297.8	306.3	315.1	324.1	333.3	342.8	352.4	362.3	372.4
45	214.1	220.9	227.9	235.1	242.7	250.4	258.4	266.7	275.3	284.1	293.2	302.6	312.3	322.3	332.5	343.0	353.8	364.9	376.2	387.9	399.8	412.0	424.5	437.4
46	241.5	250.0	258.9	268.2	277.8	287.7	298.1	308.8	319.9	331.4	343.3	355.5	368.1	381.1	394.5	408.3	422.5	437.0	452.0	467.4	483.3	499.5	516.3	533.5
47	280.9	292.4	304.4	316.9	330.0	343.6	357.8	372.5	387.7	403.4	419.8	436.6	454.1	472.1	490.7	509.9	529.8	550.4	571.7	593.8	616.7	640.5	665.3	691.0
48	344.1	360.9	378.4	396.8	416.0	436.0	456.9	478.6	501.2	524.7	549.2	574.8	601.5	629.4	658.6	689.3	721.5	755.5	791.5	829.7	870.4	913.9	960.6	1011.1
49	461.1	488.4	517.2	547.5	579.4	613.1	648.8	686.7	727.0	770.1	816.4	866.4	920.8	980.4	1046.2	1119.9	1203.3	1299.7	1413.6	1553.1	1732.9	1986.3	2419.2>2419.2	

FONTE : DAE – BAURU (1998)



3.4. Características físicas e organolépticas.

3.4.1. Aspecto.

O aspecto está relacionado apenas com a aparência límpida, amarelada ou amarelo-escuro da água.

3.4.2. Cor aparente.

Segundo BATALHA (1977), na água, a cor pode ter origem mineral ou vegetal, causada por substâncias metálicas como o ferro ou manganês, materiais húmicos, taninos, algas, plantas aquáticas e protozoários; ou por resíduos orgânicos ou inorgânicos de industrias, como: mineração, refinaria, explosivos, polpa e papel e químicas.

A cor, em sistemas públicos de abastecimento de água, é esteticamente indesejável para o consumidor e economicamente prejudicial para algumas industrias.

O método de determinação da cor foi realizado em um colorimetro Aqua Tester Hellige, contendo disco padrão de cor e dois tubos Nesller de 40 ml. Em um dos tubos foi colocado água destilada até a marca indicada e no outro a amostra. Encaixando-se os tubos no colorímetro, fez-se girar o disco, igualando a cor da amostra com a da água destilada para que tivesse o mesmo tom, através da comparação visual. A unidade de cor é conhecida como Hazen-uH, ou mg Pt/l.

3.4.3. Sabor e odor.

Conforme DI BERNARDO (1993), sabor e odor são características de difícil avaliação e decorrem de matéria excretada por algumas espécies de algas e de substâncias dissolvidas, como gases, fenóis, clorofenóis e em alguns casos, do lançamento de despejos industriais nos cursos de água. A remoção de tais

substâncias requer geralmente, aeração, além da aplicação de um oxidante e de carvão ativado.

3.4.4. pH (potencial hidrogeniônico).

Segundo BATALHA (1977), o pH possui um papel importante em processos de tratamento como a cloração, coagulação e controle de corrosão. A corrosão pode adicionar constituintes para a água como o ferro, cobre, chumbo, zinco e cadmio.

De acordo com a CETESB (1978), as águas naturais tem valores de pH, variando de 6,5 a 8,5, sendo o ajustamento do mesmo, dentro dessa faixa, relativamente simples e também importante no tratamento com os coagulantes.

A determinação do pH das amostras de água, foram efetuadas em potenciômetro digital provido de eletrodo pH – metro B374 Micronal, onde foram mergulhados nas amostras, obtendo-se leitura imediata.

3.4.5. Turbidez.

DI BERNARDO (1993), comenta que a turbidez das águas é devido a presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plancton e outros organismos microscópicos.

Conforme SANTOS FILHO (1981), a determinação da turbidez de águas é feita usando-se aparelhos chamados turbidimetros. Esses aparelhos são padronizados em determinadas condições e por isso a execução do teste deve seguir as recomendações dadas pelo fabricante do aparelho. Os turbidimetros geralmente são fornecidos com curvas padronizadas em ppm de SiO_2 para a medida da turbidez da água. A calibração do tubo é feita de tal forma que o número correspondente à altura da amostra no tubo é a turbidez da amostra em unidades Jackson de Turbidez (UJT) : 1 UJT é produzida por 1 mg de SiO_2 em suspensão em 1000 ml de água destilada.

unesp

Conforme PORTO, BRANCO e LUCA (1991), o turbidimetro de Jackson não lê valores muito baixos de turbidez (abaixo de 25 UJT) porque partículas muito pequenas não dispersam a luz da faixa amarelo-vermelho do espectro, que corresponde à chama da vela. Assim foi necessário desenvolver outros métodos que são chamados nefelométricos, mais sensíveis, que consistem num nefelômetro capaz de detectar a luz que é dispersa num ângulo de 90° com a luz incidente. A suspensão passou a ser de formazina. A turbidez assim medida é fornecida em unidades nefelométricas de turbidez (UNT), comparável à (UJT). As análises foram efetuadas em um turbidimetro B 250 Micronal, obtendo-se leitura imediata.

3.5. Características químicas.

3.5.1. Alcalinidade em águas.

Conforme a CETESB (1978), a alcalinidade é uma medida da capacidade que as águas tem de neutralizar ácidos. Esta capacidade é devida a presença de bases fortes, de bases fracas, de sais de ácidos fracos, como os bicarbonatos, boratos, silicatos e fosfatos, de sais de ácidos orgânicos, como o ácido húmico e, no caso de águas poluídas, os ácidos acético, propiônico e sulfúrico. Em águas superficiais a alcalinidade pode ser devida à presença de grande quantidade de algas; elas removem dióxido de carbono da água, elevando o pH da mesma para 9-10. Águas de caldeira e águas tratadas quimicamente sempre apresentam alcalinidade devido a hidróxidos e carbonatos.

Embora sejam várias as substâncias que conferem alcalinidade à água, as predominantes são os hidróxidos, os carbonatos e os bicarbonatos.

Os métodos mais comumente empregados na determinação de alcalinidade são o titulométrico e o potenciométrico até pH pré-fixado, sendo que também pode ser estabelecido o pH final da titulação potenciométrica.

3.5.1.1. Método titulométrico.

Foi o procedimento adotado neste trabalho, com os reagentes e vidraria:

- Solução de ácido sulfúrico N/50 (0,02 N);
- Solução indicadora de fenolfetaleina;
- Solução indicadora de metilorange;
- Erlenmeyer de 250 ml;
- Proveta graduada de 100 ml;
- Bureta de 50 ml.

3.5.1.2. Procedimento da amostra para alcalinidade total.

- Colocado 100 ml da amostra em um erly de 250 ml;
- Adicionado 3 a 5 gotas de fenolftaleína (surgirá uma coloração rósea se houver alcalinidade a fenolftaleína e o pH for 8,3 ou superior);
- Gotejado o H_2SO_4 0,02N até a viragem. Anotado os ml gastos multiplicando-o por 10 x fator;
- Gotejado 4 gotas de metil orange e titulado com H_2SO_4 0,02N até que a cor modificar de amarelo vivo para rosa salmão. Anotado a leitura dos mls gastos. Foi feito a subtração destes mls gastos com o do anterior (item 4);
- Multiplicado essa diferença por 10 x fator.

T = Alcalinidade total (soma do item 4 e 5)

P = Alcalinidade a fenolftaleína (item 4)

A análise e interpretação evidenciam os seguintes principais resultados:

- Existe alcalinidade de carbonato quando a alcalinidade a fenolftaleína é maior que zero e menor que a alcalinidade total.

- Existe alcalinidade de hidróxido quando a alcalinidade a fenolftaleína é maior que a metade da alcalinidade total.
- Existe alcalinidade de bicarbonato quando a alcalinidade a fenolftaleína é menor que a metade da alcalinidade total.

Tabela 11. Interpretação das alcalinidades de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos.

RESULTADO DA TITULAÇÃO	ALCALINIDADE DE OH^- COMO $CaCO_3$	ALCALINIDADE CO_3^{--} COMO $CaCO_3$	ALCALINIDADE HCO_3^- COMO $CaCO_3$
P = 0	0	0	T
P < T/2	0	2P	T – 2P
P = T/2	0	2P	0
P > T/2	2P - T	2 (T – P)	0
P = T	T	0	0

FONTE: CETESB (1978)

3.5.2. Alumínio (método espectrofotômetro).

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, conforme mostra o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995). O alumínio pode estar presente naturalmente como sal solúvel, colóide ou composto insolúvel. Na água tratada o alumínio pode aparecer na forma solúvel, coloidal e insolúvel como residual da coagulação do alúmen.

Com o uso de modernos filtros de areia, a concentração do alumínio não excede 5 mg/l e não deve exceder, para prevenir precipitação e sedimentação que podem ocorrer em concentrações altas.

Pequenas quantidades de alumínio ingerido são absorvidas pelo aparelho digestivo e quase todo o excesso é evacuado nas fezes. O total de alumínio presente no organismo adulto é da ordem de 50 a 150 mg. Eriocromo Cianina R com alumínio em meio tamponado em pH 6,0 produz um complexo avermelhado para rosa .

A intensidade da cor desenvolvida depende da concentração de alumínio, tempo de reação, temperatura, pH, alcalinidade e a concentração de outros íons acompanhante na amostra. Para compensar a cor e a turbidez deve-se usar como referência uma. porção da amostra na qual pode-se complexar o alumínio com o reagente EDTA.

A interferência de Ferro e Manganês é eliminada com a adição de ácido ascórbico.

O fluoreto produz erro, que pode ser corrigido na Tabela 12 de correção para estimativa de alumínio em presença de fluoreto, baseado em método do alumínio com Eriocromo de Cianina R.

Ortofosfatos só interferem quando sua concentração ultrapassa a 10 mg/l.

A alcalinidade da amostra pode ser removida acidificando a amostra até o ponto de neutralização do metilorange.

Sulfatos não interferem até concentrações de 200 mg/l.

Foram considerados os seguintes procedimentos:

- Foram coletadas no mínimo 250 ml de cada amostra em frasco de polietileno.
- As amostras foram preservadas a 4°C., sendo que as análises foram efetuadas o mais rápido possível evitando alterações nos resultados.

A lavagem da vidraria obedeceu os seguintes procedimentos:

- Lavado toda a vidraria e as rolhas de borracha dos tubos de Nessler com água da torneira.
- Lavado com solução de Extran 5% e enxaguado bem com água da torneira.
- Lavado as paredes internas com HCl 1:1 e enxaguado com água da torneira. Em seguida foi passado água deionizada nas paredes internas da vidraria e nas rolhas de borracha várias vezes.

A técnica para determinação do teor de alumínio foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

unesp

a) Preparação dos reagentes.

Solução estoque de alumínio: Dissolvido 8,792g de sulfato alumínio e potássio $AlK(SO_4)$ x 12 H_20 (alumem) em água deionizada. Adicionado 2 ml H_2S0_4 conc. e completado o volume para 1000 ml.

1ml= 500 μg Al

Solução intermediária: Diluído 5ml da solução estoque de Al num balão volumétrico completando o volume para 500 ml com água deionizada.

1ml dessa solução = 5,O ug de Al

Solução uso: Diluído 5Oml da solução intermediária num balão volumétrico completando o volume para 500 ml com água deionizada.

Ácido ascórbico : Pesado 0,1 g de ácido ascórbico e diluído para 100 ml com água deionizada em balão volumétrico.

Ácido acético: Diluído 58ml de ácido acético concentrado num balão volumétrico de 1000 ml com água deionizada.

Solução-tampão: Dissolvido 544g de acetato de sódio $NaC_2H_3O_2$ x $3H_2O$ em água deionizada e adicionado 160 ml de solução 1 N de ácido acético completando o volume para 4 litros.

Solução estoque de eriocromo de cianina: Dissolvido 0,375 g em 50 ml de água deionizada. Ajustado o pH de 9,0 para 2,9 com ácido acético 1:1. Diluído ou completado o volume para 250 ml com água deionizada.

Solução uso de eriocromo de cianina R: Diluído 1O ml da solução estoque em um balão volumétrico completando o volume para 100ml com água deionizada.

EDTA 0,01 M: Pesado 3,7 g de EDTA {dissódico etilenodiamino tetracético} dissolvendo em água deionizada, suficiente para 1000 ml.

b) Curva de calibração.

Para o preparo da curva de calibração foram utilizados as concentrações conforme as combinações apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 – Concentrações para a montagem da curva de calibração do alumínio

Concentração de Al mg/l	ml da solução-uso a elevar a 25 ml com água deionizada
0	0
0,02	1
0,05	2,5
0,10	5
0,15	7,5
0,20	10
0,30	15

FONTE: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995)

- Adicionado 1ml de H_2SO_4 0,02N em cada padrão e agitado;
- Adicionado 1 ml de ácido ascórbico e agitado;
- Adicionado 10 ml de solução-tampão e agitado;
- Adicionado 5 ml de eriocromo de cianina e agitado;
- Imediatamente completado o volume para 50 ml com água deionizada e agitado;
- Após 5 minutos e antes de 15 minutos, efetuado a leitura no espectrofotômetro à 535nm;
- Calibrado o aparelho com o padrão zero, zerando com a tampa aberta e 100%T com a tampa fechada.
- Construído uma curva %T x mg/l Al utilizando papel monolog e a partir da curva elaborado uma tabela %T x mg/l Al.

c) Procedimento da amostra.

- Foram efetuados 2 padrões:

a) 0,02 (réplica) -1 ml da solução uso elevado para 25 ml com água deionizada

b) 0,3 - 15ml da solução uso elevado para 25 ml

- Colocado 25 ml de água deionizada em duas provetas de 50 ml para o branco;
- Colocado 25 ml da amostra em cada proveta de 50ml;
- Nos brancos foi colocado 1 ml de H_2SO_4 0,02N e agitado;

- Nas amostras foram verificados os mls gastos de H_2SO_4 0,02N na alcalinidade e dividido por 4 adicionando mais 1 ml em excesso: Ex: Gastou-se 4 ml de H_2SO_4 0,02N na alcalinidade da amostra - 4:4=1 logo, 1+1=2ml;
- Adicionado em todas provetas 1ml de ácido ascórbico e agitado;
- Adicionado em todas provetas 10 ml de solução-tampão e agitado;
- Adicionado em todas provetas 5 ml de eriocromo de cianina e agitado;
- Completado o volume para 50ml com água deionizada;
- Calibrado o aparelho no zero com o branco com a tampa aberta e no 100%T com a tampa fechada;
- Após 5 minutos e antes de 15 minutos foi efetuada a leitura no espectrofotômetro à 535 nm com cubeta de 20mm (3/4");
- Corrigido o resultado caso houvesse flúor na amostra utilizando a tabela 12 de correção para estimativa de alumínio em presença de fluoreto.

unesp

Tabela 13 – Correção para estimativa de alumínio em presença de fluoreto baseado em método do alumínio com eriocromocianina R.

mg/L DE FLUORETO	MULTIPLICAR POR	mg/L DE FLUORETO	MULTIPLICAR POR	mg/L DE FLUORETO	MULTIPLICAR POR
0,00	1,000	0,59	1,225	1,18	1.718
0,01	1,003	0,60	1,231	1,19	1.724
0,02	1,005	0,61	1,238	1,20	1.730
0,03	1,008	0,62	1,244	1,21	1.736
0,04	1,010	0,63	1,250	1,22	1.745
0,05	1,013	0,64	1,255	1,23	1.751
0,06	1,015	0,65	1,261	1,24	1.757
0,07	1,018	0,66	1,267	1,25	1.764
0,08	1,021	0,67	1,274	1,26	1.770
0,09	1,023	0,68	1,279	1,27	1.776
0,10	1,027	0,69	1,285	1,28	1.786
0,11	1,029	0,70	1,292	1,29	1.792
0,12	1,032	0,71	1,299	1,30	1.799
0,13	1,034	0,72	1,305	1,31	1.805
0,14	1,037	0,73	1,312	1,32	1.811
0,15	1,039	0,74	1,318	1,33	1.818
0,16	1,043	0,75	1,324	1,34	1.828
0,17	1,046	0,76	1,333	1,35	1.835
0,18	1,048	0,77	1,344	1,36	1.842
0,19	1,051	0,78	1,353	1,37	1.848
0,20	1,054	0,79	1,362	1,38	1.855
0,21	1,057	0,80	1,374	1,39	1.862
0,22	1,059	0,81	1,383	1,40	1.869
0,23	1,063	0,82	1,393	1,41	1.880
0,24	1,066	0,83	1,404	1,42	1.887
0,25	1,068	0,84	1,414	1,43	1.894
0,26	1,073	0,85	1,424	1,44	1.901
0,27	1,076	0,86	1,437	1,45	1.908
0,28	1,080	0,87	1,447	1,46	1.919
0,29	1,084	0,88	1,458	1,47	1.927
0,30	1,088	0,89	1,470	1,48	1.934
0,31	1,093	0,90	1,481	1,49	1.942
0,32	1,096	0,91	1,492	1,50	1.949
0,33	1,101	0,92	1,506	1,51	1.960
0,34	1,105	0,93	1,517	1,52	1.972
0,35	1,109	0,94	1,529	1,53	1.984
0,36	1,113	0,95	1,541	1,54	1.996
0,37	1,117	0,96	1,562	1,55	2.008
0,38	1,122	0,97	1,567	1,56	2.024
0,39	1,126	0,98	1,582	1,57	2.037
0,40	1,131	0,99	1,595	1,58	2.049
0,41	1,135	1,00	1,608	1,59	2.062
0,42	1,140	1,01	1,613	1,60	2.075
0,43	1,144	1,02	1,618	1,61	2.088
0,44	1,148	1,03	1,626	1,62	2.100
0,45	1,153	1,04	1,631	1,63	2.114
0,46	1,157	1,05	1,637	1,64	2.083
0,47	1,163	1,06	1,642	1,65	2.141
0,48	1,167	1,07	1,647	1,66	2.155
0,49	1,172	1,08	1,656	1,67	2.169
0,50	1,176	1,09	1,661	1,68	2.188
0,51	1,182	1,10	1,667	1,69	2.203
0,52	1,188	1,11	1,672	1,70	2.217
0,53	1,193	1,12	1,678	1,71	2.232
0,54	1,199	1,13	1,686	1,72	2.247
0,55	1,203	1,14	1,692	1,73	2.262
0,56	1,209	1,15	1,698	1,74	2.278
0,57	1,215	1,16	1,703	1,75	2.293
0,58	1,219	1,17	1,709		

FONTE: Standard Methods (1975)



3.5.3. Cloreto (método de Mohr).

Conforme ROSENCRANCE (1966), a maioria dos cloretos de ocorrência natural são bastante solúveis. A concentração de cloretos nas águas naturais varia bastante, desde menos de 1 ppm em algumas águas a milhares de ppm em outras. O cloreto é o principal aníon em quase todas as salmouras. As descargas de alguns resíduos industriais em cursos d'água ou reservatórios de água superficial podem aumentar consideravelmente seu conteúdo de cloreto. Nos abastecimentos de água, a presença de teor elevado de cloreto e material nitrogenoso é um indício de possível poluição por excreções humanas ou animais.

No método de Mohr, para determinação de cloreto, emprega-se o fato de que na titulação do cloreto de sódio com nitrato de prata, a solução fica saturada com cloreto de prata no ponto de equivalência e contém concentrações iguais de íons de prata e cloreto. A adição de um excesso de prata precipita cloreto de prata, cuja solubilidade diminui com um excesso de íons cloreto ou prata. Quando se emprega cromato de potássio como indicador, o íon cromato se combina com o excesso de íon prata para formar o cromato de prata, vermelho e ligeiramente solúvel.

3.5.3.1. Método titulométrico.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

Preparo das soluções:

a) Solução padrão de NaCL 0,0141 N.

- Dissolvido 4,120 g de NaCL p.a em água destilada e diluído para 500 ml.
- Tomado 100 ml dessa solução e diluído novamente para 1.000 ml. Esta solução contém 0,500 mg de Cl por 1 ml.

b) Solução padrão de $AgNO_3$ 0,0141 N.

- Dissolvido 2,396 g de $AgNO_3$ em água destilada e diluído para 1000 ml.

- Padronizado com a solução 0,0141 N de NaCL.
  A solução padrão de $AgNo_3$ exata 0,0141 N é equivalente a 0,500 mg de Cl/ml.

c) Indicador K_2CrO_4.

- Dissolvido 25 g de K_2CrO_4 em um pouco de água destilada. Adicionado a solução de $AgNO_3$ até que um ppt vermelho bem definido seja formado. Deixado em repouso por 12 horas, filtrado e diluído o filtrado para 0,5 l com água destilada.

a) Procedimento da amostra para determinação do cloreto.

- Tomado 100 ml da amostra ou uma alíquota que contenha no máximo 5 mg de cloreto.
- Amostras com pH entre 7 e 10 foram tituladas diretamente. Amostras com pH fora dessa faixa, foram ajustadas com H_2SO_4 ou com NaOH.
- Adicionado 1 ml de K_2CrO_4 (indicador).
- Titulado com solução padrão de $AgNO_3$ anotado os mls gastos. Estabelecido o valor em branco da titulação (água destilada) pelo método descrito.
  Um branco de 0,2 a 0,3 é usual para o método.

Cáculo

$$\text{mg/Cl} = \frac{(\text{ml de } AgNO_3 \text{ amostra - ml de } AgNO_3) \times 500 \times \text{fator}}{\text{ml da amostra empregada} = 100 \text{ ml}} \qquad \text{I}$$

$$\text{mgCl/sol.} = \frac{(\text{ml de } AgNO_3 \text{ da amostra - ml de } AgNO_3 \text{ branco}) \times 500}{ml \text{ da amostra empregada}} \qquad \text{II}$$

A fórmula II só se usa quando o $AgNO_3$ não possui fator.

3.5.4. Determinação de cloro (método DPD).

O método DPD é mais preciso do que o método OTA, principalmente quando estão presentes as cloraminas. A única substância interferente na água é o manganês oxidado.

3.5.4.1. Método da reação de cor.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

a) Preparação das soluções.

Solução buffer – reagente 1.

Dissolvido 24 g de fosfato dibásico de sódio anidro Na_2HPO_4, e 46 g de fosfato monobásico de potássio anidro KH_2PO_4 em água deionizada (solução a).

Em 100 ml de água deionizada foi dissolvido 0,8 g de EDTA (solução b).

Misturado as duas soluções a e b e elevado para 500 ml com água deionizada. Foi adicionado a mistura 0,02 g de cloreto de mercúrio $HgCl_2$ para eliminar interferentes.

Solução de DPD sulfato – reagente 2.

Dissolvido 1,5 g de N,N dietil para fenileno diamino sulfato em água deionizada, contendo 8 ml de H_2SO_4, 1:3 e 0,2 g de EDTA. Misturado e elevado o volume para 100 ml com água deionizada.

b) Procedimento:

A técnica foi desenvolvida conforme a seguinte etapa:

Usando comparador Microquant cloro DPD, que contém disco com escala de leitura de 0 a 2 ppm, foi adicionado em um dos frascos, 6 ml de água destilada e no outro frasco foi adicionado 3 gotas do reagente 1, em seguida 6 ml da amostra e 1 gota do reagente 2. Homogeinizado a amostra, colocando no comparador, comparando a coloração imediatamente girando o disco.

O resultado obtido é igual aos ppm de cloro livre.

3.5.5. Dureza.

Conforme ROSENCRANCE (1966), a dureza da água é a propriedade decorrente da presença de metais alcalino-terrosos. O cálcio e o magnésio são os principais nas águas naturais. A dureza da água resulta da dissolução de minerais alcalino-terrosos do solo e das rochas ou que provém da poluição direta por resíduos industriais.

A dureza da água era considerada como sendo uma medida da capacidade da água em precipitar sabão, devido os íons de cálcio e magnésio presentes na água. Mas pode também ser precipitado por íons de outros metais polivalentes, como o ferro, alumínio, manganês, estrôncio e zinco, bem como por íons de hidrogênio. Como todos estes, exceto o cálcio e o magnésio, geralmente estão presentes em concentrações insignificantes nas águas naturais, a dureza é definida como uma característica da água que representa a concentração total de somente os íons de cálcio e magnésio, expressa em carbonato de cálcio.

Quando a dureza é numericamente maior que a soma da alcalinidade de carbonato e da alcalinidade de bicarbonato, a parte da mesma que é equivalente à alcalinidade total é chamada dureza de carbonato e a parcela excedente é chamada, dureza de não carbonato. Quando a dureza é numericamente igual ou menor que a aoma das duas alcalinidades citadas, toda a dureza é dureza de carbonato.

Determinação: o ácido etilenodiaminotetracético e seus sais sódicos, EDTA formam um complexo solúvel, quando são acrescentados a uma solução de certos cátions metálicos. Se uma pequena quantidade de indicador for adicionada a uma solução aquosa contendo íons de cálcio e magnésio a um pH de 10 mais ou menos 0,1, a solução ficará vermelho-vinho. Se então juntarmos EDTA como em uma titulação, o cálcio e o magnésio serão complexados. Depois que se tiver

adicionado EDTA suficiente para complexar todo o cálcio e o magnésio, a solução virará de vermelho-vinho para azul. É o ponto final da titulação.

3.5.5.1. Método titulométrico da dureza.

A técnica foi desenvolvida conforme as etapas:

a) Preparo das soluções.

Solução de EDTA:

Pesado 3,723 g de Na_2EDTA e dissolvido em um balão volumétrico de 1000 ml completando o volume com água destilada (0,01 M).

Solução inibidora:

Dissolvido 5 g de $Na_2S \times 9\ H_2O$ em 100 ml de água destilada.

Solução tampão:

Pesado 1,179 g de Na_2EDTA e 0,780 g de Sulfato de Magnésio ($MgSO_4 \times 7\ H_20$).

Transferido cuidadosamente os dois reagentes para um becker e dissolvido em 50 ml de água destilada.

Pesado 16,9 g de NH_4Cl e colocado em um becker. Adicionado 143 ml de NH_4OH concentrado.

Foi adicionado a solução a na solução b, agitando sempre. Em seguida foi colocado em um balão volumétrico de 250 ml e completado o volume com água deionizada.

b) Mistura indicadora sólida.

Pesado separadamente 0,5 g de tintura eriocromo black T e 100 g de NaCl. Colocar as duas substâncias em um almofariz e com um pistilo, triturados até que a cor preta da tintura esteja uniformemente bem distribuída com o sal. Guardado em frasco bem fechado.

c) Solução padrão de cálcio:

Pesado 1 grama de $CaCO_3$ (seco por 30 min. em estufa a 105° C e resfriado em dissecador por apenas 5 min.). Passar para um becker de 500 ml.

Adicionado alguns ml de HCl à 10% até completar a dissolução do $CaCO_3$.
Adicionado 100 ml de água destilada (isenta de CO_2).
Levado a fervura para eliminação do CO_2.
Depois de resfriado, adicionado algumas gotas de vermelho de metila e ajustado para a cor alaranjado com NH_4OH ou HCL diluído. Transferido para um balão volumétrico de 1000 ml, completando o volume com água destilada (isenta de CO_2).
Esta solução contém 1 mg de $CaCO_3$/ml.

d) Padronização.

- Transferido 50 ml de água destilada para um erly de 250 ml.
- Adicionado 1 ml de solução inibidora, 10 ml da solução padrão de cálcio, uma ponta de espátula de indicador e 1 ml de buffer.
- Titulado com EDTA e determinado o fator do mesmo.

$$F = \frac{10}{ml \text{ de EDTA}}$$

e) Determinação da dureza total.

Colocado em erly de 250 ml, 50 ml da amostra.
Adicionado 1 ml da solução inibidora, uma ponta de espátula (0,2 g) de indicador de ericromo T e 1 ml de buffer. (pH = 10,0 ± 0,1).
Titulado com EDTA até a viragem de vinho para azul puro.
Anotado os mls gastos na titulação.

f) RESULTADO: DT = mls gastos x 20 x fator.

Quando S ≤ DT então S = Dureza de CO_3^-

Quando S > DT então DT = Dureza de CO_3^-

Dureza de não CO_3 = DT – Dureza de CO_3^-

S = ALCALINIDADE DE CO_3^- + alcalinidade de HCO_3^- + Alcalinidade de OH^-

3.5.6. Ferro (método espectrofotômetro).

Conforme a CETESB (1978), o ferro ocorre em águas naturais quase sempre em conjunto com manganês, oriundo da dissolução de compostos ferrosos de solos arenosos, terrenos de aluvião ou pântanos, Nestes tipos de solos a matéria orgânica se decompõe, consumindo oxigênio e produzindo gás carbônico, o que solubiliza compostos de ferro, bem como os de manganês. A presença de ferro nas águas se torna notável quando a água se enriquece de 0_2 que oxida o ferro da forma ferroso para a forma férrico, marrom. Pode também aparecer ferro oriundo da presença de despejos industriais em águas. Resulta que o ferro é então encontrado com freqüência em poços, galerias de captação e represas, na forma solúvel, coloidal, complexado em substâncias orgânicas e inorgânicas ou em suspensão, ou suspenso com partículas de sílica ou argila.

O ferro, bem como o manganês, são indesejáveis em águas de abastecimento por conferirem gosto e odor em águas, manchar roupas e favorecer o desenvolvimento das "bactérias de ferro" que obstruem canalizações. Ainda o ferro se deposita nas canalizações e pode ocorrer a sua remoção das paredes quando a água tiver sua velocidade aumentada.

O método da orto-fenantrolina é o mais empregado para a determinação de ferro por ser simples. Nos casos de baixa concentração é empregada a modificação da beta-fenantrolina. O método menos sujeito a interferências, entretanto, é o da absorção atômica.

A presente norma prescreve o método de determinação de ferro total em amostras naturais e de abastecimento e de águas residuárias domésticas e industriais.

O presente método se aplica para determinação de ferro total em concentrações de 0,02 a 4,0 mg/l, empregando-se a cuba de medida adequada para cada concentração. Para valores superiores a 4,0 mg/l é feita a diluição da amostra.



a) Definição.

Ferro total é a quantidade total de ferro presente na amostra, nas formas solúvel ou insolúvel, nos estados bivalente e trivalente.

A técnica foi desenvolvida, conforme as seguintes etapas:

b) Reagentes.

Água destilada isenta de ferro: Utilizado água destilada e deionizada.
Ácido clorídrico, HCl concentração., p.a.
Solução de cloridrato de hidroxilamina: Dissolvido 25g NH_2OH . HCl em 250 ml de água destilada isenta de ferro. Guardado em frasco de vidro com tampa esmerilhada.
Solução-tampão de acetato de amônio: Dissolvido 500g $NH_4C_2H_3O_2$ em 30Oml de água destilada isenta de ferro. Adicionado 1400 ml de ácido acético glacial CH_3COOH, p.a. Guardado em frasco de vidro com tampa esmerilhada.
Solução de fenantrolina: Dissolvido 0,5 g 1-10 $C_{12}H_8N_2$. H_2O em 5OOml de água destilada isenta de ferro, com agitação e aquecimento. Guardado em frasco de vidro com tampa esmerilhada. Descartado caso a solução escurecer.
Solução de permanganato de potássio 0,1 N: Pesado 1,58g para 500 ml de água destilada isenta de ferro.
Solução estoque de ferro: Adicionado 20 ml H_2SO_4 concentrado, p.a. a 50 ml de água destilada isenta de ferro e nesta solução dissolvido 1,404 g de sulfato ferroso amoniacal Fe $(NH_4)_2$ $(S0_4)_2$. 6 H_2O. Adicionado à solução de permanganato de potássio 0,1 N, gota. a gota até que persista uma ligeira cor rósea. Transferido a mistura quantitativamente para um balão volumétrico de 1000 ml e completado o volume com água destilada isenta de ferro (1,00 ml contém 240 ug Fe). Guardado em frasco de vidro com tampa esmerilhada.
Solução uso de ferro: Preparado no dia de uso. Foi diluído 25 ml de solução-estoque de ferro à 500 ml com água destilada isenta de ferro.(1,00 ml = 10 ug Fe).

unesp

c) Princípio do método.

O ferro é distribuído, reduzido a ferro ferroso com hidroxilamina em meio ácido e, em seguida tratado com 1-10 fenantrolina em pH 3,2 a 3,3. A intensidade da coloração do complexo vermelho-alaranjado formado independente do pH na faixa 3 a 9. A pH entre 2,9 e 3,5 entretanto, o desenvolvimento da cor é rápido em presença de excesso de fenantrolina. A intensidade foi lida em espectrofotômetro a 510 nm.

d) Interferentes.

- Cor e turbidez em quantidades consideráveis interferem, e seus efeitos são o resíduo reduzidos evaporando a amostra. em seguida submetendo o resíduo à ignição e redissolvendo o material restante em acido clorídrico.
- Quantidade excessiva de matéria orgânica interfere e seu efeito é reduzido digerindo a amostra com H_2SO_4 concentrado, para destruir complexos orgânicos e solubilizar todo o ferro, que é então extraído em éter isopropílico e reextraído em água.
- Agentes oxidantes fortes interferem e são eliminados por adição de excesso de hidroxilamina.
- Cianetos e nitritos interferem e são eliminados por fervura inicial com ácido.
- Fosfatos interferem, mais os polifosfatos que os ortofosfatos; a interferência é reduzida transformando os polifosfatos em ortofosfatos, por fervura inicial com ácido.

e) Preservação da amostra.

Amostras para determinação de ferro total foram coletadas em frascos plástico.

Os frascos de coleta, bem como qualquer outra vidraria empregada na coleta, foram lavados com solução de ácido nítrico 1:1 e enxaguados com água destilada e deionizada.

unesp

f) Curva de calibração

Preparado soluções-padrão de várias concentrações de ferro, fazendo diluições da solução-uso em balão volumétrico conforme a tabela 13.

Tratado cada uma destas soluções conforme os itens do procedimento da amostra, utilizando o branco para ajustar a transmitância em 100%.

Construído uma curva %T x mg/l Fe, utilizando papel monolog e a partir da curva elaborar uma tabela %T x mg/lFe.

Tabela 14 – Concentrações para a montagem da curva de calibração do ferro.

Concentração de ferro mg/l	ml de solução-uso – elevado a 1000 ml com H_2O isenta de ferro
0 (branco)	0
0,1	10
0,4	40
0,7	70
1,0	100
1,3	130
1,5	150
1,8	180

FONTE: CETESB (1978)

g) Procedimento da amostra.

Efetuado 3 padrões: 0,2 (réplica) – 10,0 ml da solução uso, elevado para 500 ml.
0,1 – 0,5 ml da solução uso, elevar para 500 ml
1,8 – 90 ml da solução uso, elevar para 500 ml

Ligado o aparelho e permitido um aquecimento durante 20 minutos;

Ajustado o comprimento de onda em 510 nm;

Em um erly colocado 50 ml da amostra;

Efetuado 2 provas em branco, 50 ml de água destilada isenta de ferro em cada erly.

Acrescentado 2 ml de ácido clorídrico concentrado;

Acrescentado 1 ml de hidroxilamina;

Evaporado em chapa de aquecimento elétrico, até aproximadamente um terço do volume inicial (em torno de 16 ml);

Deixado esfriar;

Acrescentado 10 ml da solução-tampão de acetato de amônio;

Acrescentado 2 ml da solução de ortofenantrolina;

Completado a 50 ml em proveta com água destilada isenta de ferro e homogeneizado;

Com os brancos foi calibrado o espectrofotômetro no zero com a tampa aberta e no 100%T com a tampa fechada.

Após 15 minutos, foi lido a % transmitância a 510 nm em cubeta de 10 mm, em espectrofotômetro digital B 342 da Micronal, anotando o valor encontrado

3.5.7. Determinação de fluoreto em águas.

Conforme a CETESB (1978), o fluoreto pode ocorrer em águas naturais, onde só raramente aparece em concentrações superiores a 10 mg/l.

A determinação de fluoreto em águas ganhou importância com o emprego da fluoretação das águas de abastecimento público com a finalidade de prevenção de cáries dentárias.

Os métodos mais empregados para determinação de fluoreto são: "eletrodo ion-específico" e os "métodos colorimétricos", que se baseiam na reação entre o fluoreto e uma goma laca de zircônio.

3.5.7.1. Método do eletrodo ion-específico.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

a) Preparação do TISSAB.

Foi pesado 23,1 g de acetado de amôneo, 2,0 g de CDTA, titriplex IV. Após a pesagem dos reagentes foi colocado 9,54 ml de ácido acético 100% em um bequer de 100 ml acrescentando todos os reagentes. Adicionado água deionizada e colocado em agitador magnético para dissolução total. Completado o volume para 100 ml. Guardado em frasco de polietileno.

b) Procedimento da amostra.

A determinação de flúor foi efetuada com o auxílio de um fluorímetro Mettler Delta – MOD 350, que consiste na leitura de 30 ml da amostra e 3 ml de TISSAB.

Visto que o eletrodo detecta somente os ions livres, a presença de cations Ca^{+2}, Mg^{+2}, Fe^{+3}, Al^{+3} e Ti^{+4}, todos complexantes podem abaixar o nível dos ions F^- em soluções. Para livrar-se desse efeito e liberar os ions F^-, usa-se o TISAB que contém o agente de complexão CDTA.

A leitura foi obtida diretamente no visor do fluorímetro em ppm de flúor.

3.5.8. Nitrato (método espectrofotômetro).

Conforme a CETESB (1978), das formas bioquimicamente interconversíveis do ciclo do nitrogênio, as que tem maior interesse no estudo de águas e de águas residuárias são o nitrato, o nitrito, a amônia e o nitrogênio orgânico.

O nitrato ocorre em quantidades pequenas em águas superficiais, e pode atingir níveis elevados em águas subterrâneas . Nas águas residuárias em geral é encontrado pouco nitrato, exceção feita aos efluentes do tratamento biológico, em que se encontra até 50 mg/l de nitrato. Águas de abastecimento contendo quantidades excessivas de nitrato podem ser causadoras de

metahemoglobinemia nas crianças, por isso o limite estabelecido para nitratos neste tipo de água é de 45 mg/l sob forma de NO_3^- , ou 10 mg/l sob a forma de nitrogênio.

Antes do desenvolvimento das análises bacteriológicas, as determinações das várias formas de nitrogênio eram feitas para verificar a qualidade sanitária das águas, em conjunto com a determinação de cloretos. Concentrações elevadas de nitrogênio orgânico e de amônia são indicativas de poluição recente, enquanto que concentração elevada de nitrato considera-se devida a poluição mais antiga.

O conhecimento da concentração de nitratos, bem como das outras formas de nitrogênio, é empregado na verificação do grau de oxidação em rios e estuários e na avaliação dos níveis de purificação obtidos em processos biológicos de tratamento.

Analiticamente os nitratos podem ser determinados pelo método do eletrodo ou por métodos espectrofotométricos, como por exemplo o espectrofotométrico no ultravioleta, redução prévia com zinco, redução prévia com cádmio, brucina, ácido cromotrópico e ácido fenoldissulfônico. O método do eletrodo e o método espectrofotométrico no ultravioleta em geral são empregados para estimar a quantidade de nitratos e escolher o método mais adequado.

Esta norma prescreve o método de determinação de nitratos em amostras de águas naturais em geral e de efluentes industriais e domésticos.

O presente método se aplica, para a determinação de nitratos em concentrações a partir de 10 ug/l de nitrato em N.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

a) Reagentes.

Hidróxido de amônio, NH_4OH, concentrado p.a..

Suspensão de hidróxido de alumínio: - Dissolvido 125 g de sulfato de alumínio e potássio $AlK(SO_4)_2 . 12 H_20$, p.a., em 1 litro de água destilada. Aquecido a 60°C e adicionado 55 ml NH_4OH concentrado, lentamente e com agitação. Deixado a

mistura em repouso por 1 hora, transferida para um becker de 2 litros e lavado o precipitado várias vezes por adição de água destilada e decantação, até que os testes indicassem ausência de amônía, cloreto, nìtrito e nitrato. Removido o máximo de sobrenadante possível, restando a solução concentrada.

Solução de hidróxido de sódio 1 N - Dissolvido 40 g de NaOH p.a., em água deionizada e completado o volume a 1 litro.

Solução de ácido sulfúrico 1 N - Diluído 28 ml de H_2SO_4 concentrado, p.a., densidade 1,84 g/ml a 1 litro com água destilada.

Solução - padrão de sulfato de prata: - Dissolvido 4,40 g Ag_2S0_4, p.a., em água deionizada e diluído a 1000 ml.

Reagente ácido fenoldissulfônico: - Dissolvido 25 g de fenol branco, C_6H_5OH, p.a., em 150 ml de H_2S0_4 concentrado. Adicionado cuidadosamente 75 ml de H_2S0_4 fumegante (15% SO_3 livre), misturado bem com uma baqueta de vidro e aquecido em banho-maria durante 2 horas.

Solução estoque de nitrato: - Dissolvido 0,722 g de nitrato de potássio anidro, KNO_3, p.a., em água deionizada e diluído a 1.000 ml com água deionizada. A solução assim preparada contém 100 mg/l em N.

Solução padrão de nitrato: - Diluído 20 ml da solução estoque de nitrato a 1.000 ml com água deionizada, em balão volumétrico.

Solução de pemanganato de potássio 0, 1 N: - Dissolvido 316 mg de $KmnO_4$, p.a., em água deionizada e diluído a 100 ml.

Solução de peróxido de hidrogênio: - Elevado 10 ml de H_20_2, 30% , p.a., a 100 ml com água deionizada.

b) Princípio do método

Os nitratos reagem com ácido fenoldisslfônico, formando-se um composto que em solução alcalina adquire coloração amarela; lê-se a absorbância da solução a 410 nm ou a 480 nm, conforme as concentrações de nitrato em nitrogênio sejam de até 2 mg/l ou de até 12 mg/l respectivamente.

c) Interferentes.

Este método se aplica para a determinação de nitratos em concentrações de até 12 mg/l ou 12000 ug/l de nitrato em nitrogênio. Para concentrações superiores a 12 mg/l, deverá ser feita a diluição da amostra.

A cor interfere quando superior a 10 mg/l, e é eliminada tratando a amostra com suspensão de hidróxido de alumínio.

Os nitritos interferem quando em concentração superior a 0,2 mg/l. São eliminados por oxidação de permanganato de potássio ou por água oxigenada e determinados como nitratos em nitrogênio. A. concentração de nitritos em nitrogênio é determinada em alíquota separada e deduzida do valor encontrado para nitratos em nitrogênio. No caso de águas naturais a concentração de nitritos é pequena, e não é comum oxidá-los.

A interferência dos cloretos é minimizada precipitando-os com sulfato de prata, reduzindo a sua concentração para valores inferiores a 10 mg/l.

O presente método não se aplica para a determinação de nitratos em água do mar.

d) Coleta de amostras.

As amostras para determinação de nitratos foram coletadas em frasco plástico. O volume necessário é de 300 ml.

e) Procedimento da amostra.

Foram efetuados dois padrões a 410 nm:

0,15 mg/l - 7,5 ml da solução padrão e elevado para 100 ml com água deionizada.

0,90 mg/l - 45 ml da solução padrão e elevado para 100 ml com água deionizada.

dois padrões a 480 nm:

3,0 mg/l - 3,0 ml da solução padrão e elevado para 100 ml com água deionizada.

11,0 mg/l -11,0 ml da solução padrão e elevado para 100 ml com água deionizada.

- Se a amostra tem coloração superior a 10, adicionar 3 ml de suspensão de hidróxido de alumínio a 150 ml da amostra, misturar muito bem, deixar em repouso por alguns minutos e filtrar, descartando a primeira porção de filtrado.
- Se amostra contiver nitritos, adicionar a 100 ml de amostra (ou de amostra clarificada) 1 ml de solução de ácido sulfúrico 1N, e misturar. Adicionar então, gota a gota e misturando sempre, solução de permanganato de potássio e esperar 15 minutos. A quantidade de permanganato será suficiente quando permanecer uma ligeira coloração rosa após 15 minutos.
- Se a amostra contiver mais de 10 mg/l de cloretos, acrescentar à amostra uma quantidade suficiente de solução de sulfato de prata. Determinar a quantidade suficiente testando uma porção de amostra.
- Acrescentado a 100 ml da amostra (ou de amostra clarificada, ou a todo volume de amostra tratada para oxidação de nitritos), solução de sulfato de prata em quantidade indicada pelo teste. Removido o cloreto precipitado por centrifugação ou filtração.
- Ajustado o pH de 100 ml de amostra (ou de amostra clarificada, ou a todo o volume de amostra pré -tratada) em torno de 7.
- Transferido todo o volume para uma cápsula de porcelana, e evaporado até a secura em banho-maria.
- Adicionado sobre o resíduo de evaporação 2 ml de ácido fenoldissulfônico, atritando com uma baqueta de vidro, para misturar bem o resíduo com o reagente e dissolver todo o resíduo.
- Adicionado então 10 - 20 ml de água destilada e, com agitação e lentamente, 6 – 7 ml de hidróxido de amônio.

unesp

- Transferido todo o volume frio para um balão volumétrico de 100 ml, filtrando se necessário, diluído a 100 ml, tampado e misturado.
- Efetuado a prova de 2 brancos com água deionizada (processado conforme as amostras) .
- Transferido a amostra para o tubo de 3/4" cubeta pequena) e ler a % de T no espectrofotômetro digital B 342 Micronal 480 nm. Se a concentração de nitrato for inferior a 1 mg/l, ler a 410 nm.

f) Curva de calibração.

Para o preparo das curvas de calibração, foram utilizadas soluções-padrão de várias concentrações de nitratos, fazendo diluições da solução padrão em balão volumétrico, conforme tabelas 15 e 16, para leituras a 410 nm e 480 nm.

Tratado cada uma destas soluções - ajustando 100% T com a prova em branco.

Leitura em 410 nm

Tabela 15 – Concentrações para montagem da curva de calibração do nitrato.

Concentração de NO_3 em N (mg/l)	Volume da solução padrão elevado a 100 ml com água deionizada (ml)
0 (branco)	0
0,10	5,0
0,20	10,0
0,40	20,0
0,60	30,0
0,70	35,0
0,80	40,0
0,90	45,0
1,00	50,0

FONTE: CETESB (1978)

Leitura em 480 nm

Tabela 16 – Concentrações para montagem da curva de calibração do nitrato.

Concentração de NO_3 em N (mg/l)	Volume da solução padrão elevado a 100 ml com água deionizada (ml)
0 (branco)	0
1	1
2	2
4	4
6	6
7	7
8	8
10	10
12	12

FONTE: CETESB (1978)

Com o resultado construir uma curva %T x mg N em NO_3/l para cada leitura (410 e 480 nm)

3.5.9. Nitrito (método espectrofotômetro).

Conforme a CETESB (1978), das formas bioquimicamente interconversíveis do ciclo do nitrogênio, as que tem maior interesse no estudo da água e de água residuárias são o nitrato, o nitrito, a amônia e o nitrogênio orgânico.

Nitrito é uma forma intermediária do N, que pode resultar tanto da oxidação da amônia pelos Nitrosomonas em condições aeróbicas, como da redução de nitratos em condições anaeróbicas. Dificilmente a concentração de nitritos em águas naturais ou em águas residuárias passa de 1 mg/l, e em geral as águas naturais tem menos de 0,1 mg/l. Sendo o nitrito um redutor muito empregado no abastecimento industrial, como inibidor, pode vir a contaminar cursos de água.

O método usual de determinação de nitrito é o da diazo-copulação, empregando sulfanilamida e N-(1-naftil) etilenodiamina, podendo também ser usado o método de ácido sulfanílico, ou o método espectrofotométrico no ultra violeta.

A presente Norma prescreve o método de determinação de nitritos em amostras de águas naturais em geral, águas de abastecimento, águas residuárias domésticas e industriais e águas de mar.

O presente método se aplica para a determinação de concentrações de nitritos de 0,01 mg/l NO_2 em N até 0,1 mg/l NO_2 em N, empregando tubo de 1/2" para leituras espectrofotométricas. Para concentrações superiores é necessário diluir a mostra.

a) Reagentes.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

Reagente sulfanilamida: Dissolvido 5 g de 4-NH_2 $C_6H_4SO_2NH_2$ p.a. em uma mistura de 50 ml de HCl concentrado e 300 ml de água isenta de nitrito. Diluído a 500 ml com água destilada isenta de nitritos.

Solução de dicloreto de N-(1-Naftil) etilenodiamina: Dissolvido 0,5 g de $C_{10}H_7HNCH_2CH_2NH_2$. 2HCl, p.a. em 500 ml de água deionizada. Guardado em frasco âmbar e descartado se aparecer coloração marron intensa.

Solução de permanganato de potássio O,O5N padronizada:

Dissolvido 1,6 g de $KMnO_4$ p.a. em 1000 ml de água deionizada. Aquecido até fervura e mantendo a temperatura pouco inferior à da ebulição por 1 hora. Filtrado por lã de vidro. Transferido o filtrado para o frasco âmbar de tampa esmerilhada bem lavado com solução sulfocrômica.

Padronização: Colocado em um erly 20 ml de $Na_2C_2O_4$ 0,05 N + 10 ml de H_2SO_4 (1:1) e aquecido mantendo a temperatura à 60°C. Em seguida titulado com solução de $KMnO_4$ até que a solução ter ficado levemente rósea e persistido esta coloração por 30 segundos.

Efetuado um branco.

Subtraído o volume usado da solução de $KMnO_4$ na titulação da prova em branco do volume usado na padronização.

Cálculo: N . V ($KMnO_4$) = N . V ($Na_2C_2O_4$)

Solução estoque de nitrito padronizada: Dissolvido 1,232 g de $NaNO_2$ p.a. (que permaneceu em dissecador por 24 horas) em água deionizada e diluído a 1 litro. Mantido em frasco âmbar, bem fechado.

Padronização: Colocado 50 ml de $KMnO_4$ 0,05N padrão + 5 ml H_2SO_4 concentrado, mais 50 ml solução estoque de nitrito num erly de 250 ml com tampa tendo o cuidado de imergir a pipeta contendo NO_2 no líquido. Aquecido à 80°C. Adicionado a solução de oxalato de sódio O,O5N padrão em porções de 10 ml até desaparecer a cor do $KMnO_4$. Titulado com $KMnO_4$ 0,05N até viragem para róseo. Efetuado um branco com água deionizada para correções necessárias.

$$Cálculo: \text{mg/l N em } NO_2 = \frac{(B \text{ x C - E x D}) \text{ x } 7}{V}$$

onde:

B = total de ml da solução de KMnO4 0,05N usada

C = normalidade da solução de KMnO4 usada

D = total de ml da solução de $Na_2C_2O_4$ adicionada {redutor)

E = normalidade da solução de $Na_2C_2O_4$ adicionada

V = ml da solução estoque de nitrito usada na titulação

Solução de oxalato de sódio 0,05N - Padrão primário: Dissolvido 3,350 g de oxalato de sódio p.a. padrão primário em água deionizada e completado para 1.000 ml com água deionizada em balão volumétrico.

Solução intermediária de nitritos: Diluído um volume de solução estoque de nitritos padronizada a 250 ml em balão volumétrico e com água deionizada. Guardado na geladeira.1,00 ml = 50 ug N em $N0_2$

$$Cálculo: \quad V = \frac{12,5}{\text{mg/ml N em } NO_2 \text{ da solução estoque de nitrito padrão}}$$

Solução padrão de nitrito : Diluído 10 ml da solução intermediária de nitrito a 1 litro em balão volumétrico com água deionizada. Preparado 1 litro.

1,00 ml = 0,500 ug N em $N0_2$.

Suspensão de hidróxido de alumínio: Dissolvido 125g de sulfato de alumínio e potássio $AlK(S0_4)_2$. 12 H_20 p.a. ou sulfato de alumínio e amônia $Al(NH_4)(SO_4)_2$ .12 H_20 p.a. em 1 litro de água deionizada. Aquecido a 60°C e adicionado 55 ml de NH_4OH concentrado lentamente e com agitação. Deixado a mistura em repouso por 1 hora, transferido para um becker de 2 litros e lavado o precipitado várias vezes por adição de água deionizada, mistura e decantação até que os testes indiquem ausência de amônio, cloreto, nitrito e nitrato. Removido o máximo de sobrenadante possível, restando a solução concentrada.

b) Princípio do método.

Ocorre diazotação da sulfanilamida pelo nitrito em condições ácidas. O sal de diazônio formado reage com N-(1- naftil) etilenodiamina, formando-se um composto roxo-avermelhado, cuja intensidade é lida a 540 nm, em espectrofotômetro.

c) Curva de calibração.

Para o preparo da curva de calibração foram utilizadas soluções padrão de várias concentrações de nitrito, fazendo diluições da solução padrão de nitrito em balão volumétrico conforme a tabela 17:

Tratada cada uma das amostras de solução-padrão conforme os itens do procedimento da amostra usando a solução padrão de concentração 0 mg/1 N em $N0_2$ para ajustar o espectrofotômetro em T 100%. Efetuado a leitura a 543 nm.

Tabela 17 – Concentrações para montagem da curva de calibração do nitrito.

Concentração de N em NO_2 mg/l	Volume de solução-padrão a elevar a 1.000 ml com água deionizada ml
0 (branco)	0
0,01	20
0,02	40
0,03	60
0,04	80
0,05	100
0,06	120
0,07	140
0,08	160
0,09	180

FONTE: CETESB (1978)

Com o resultado foi construído uma curva %T x mg N em NO_2/l.

d) Procedimento da amostra.

Efetuado 2 padrões :

0,01 mg/l- Tomado 10 ml da solução padrão de nitrito e elevar a 500 ml com água deionizada.

0,09 mg/l- Tomado 90 ml da solução padrão de nitrito e elevado a 500 ml com água deionizada.

- Se a amostra apresentou material em suspensão foi filtrado 200 ml através de filtro de 0,45 µm e utilizado 50 ml do filtrado ou um volume menor diluído a 50 ml.
- Se a amostra apresentou cor e turbidez, foi clarificada pela adição de 2 ml de suspensão de hidróxido de alumínio a 100 ml da amostra e filtrado por papel Whatman 41. Desprezado a primeira porção do filtrado.
- Num erly foi colocado 50 ml da amostra (ou amostra filtrada, ou de amostra clarificada), ou um volume menor diluído a 50 ml em balão volumétrico. Preparado também dois brancos colocando 50 ml de água deionizada.

Ajustado o pH em torno de 7,0.

Adicionado 1 ml de reagente sulfanilamida. Esperado 2 a 8 minutos (mais ou menos 4 minutos).

Adicionado 1 ml de dicloreto de N-(1-Naftil) etilenodiamina.

Entre I0 minutos e 2 horas após adição, transferido a mistura (branco) para o tubo de 1/2" e calibrar no 0% com a tampa aberta e no 100% com a tampa fechada no espectrofotômetro digital B 342 Micronal a 543 nm.

Transferido a amostra para o tubo de 1/2" e efetuado a leitura a % de T.

3.5.10. Oxigênio consumido.

De acordo com a CETESB (1978), a determinação indireta da quantidade de matéria orgânica de uma amostra através da oxidação por permanganato tem sido substituída pela determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é um processo comparável aos fenômenos de oxidação biológica que ocorrem na natureza. Os resultados de oxigênio consumido e de DBO, entretanto, são diferentes, uma vez que o permanganato de potássio oxida apenas a matéria orgânica carbonada, deixando de incluir a porção niitrogenada. Portanto, oxigênio consumido é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica da amostra.

3.5.10.1. Método titulométrico para determinação de oxigênio consumido.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

a) Reagentes.

- Solução de $KMnO_4$ N/80 – 0,0125 N
- Solução de oxalato de amôneo N/80 – 0,00125 N
- Solução H_2SO_4 1:3

b) Preparação das soluções.

Solução estoque de oxalato de amônea mono hidratado – $(NH_4)_2(C_2O_4) + H_2O$ – 0,25 N

Pesado 8,8730 g e elevado para 500 ml (difícil dissolução)

OBS: Ao preparar o estoque foi colocado 2,5 ml de H_2SO_4 concentrado p.a - para cada 500 ml.

Solução de uso – $(NH_4)_2(C_2O_4)$ – N.80 (0,0125 N)

Tomado 50 ml da solução 0,25 N e elevado para 1.000 ml

Solução estoque de KM_nO_4

Dissolvido 4 gramas de $KMnO_4$ e elevado para 1.000 ml

Solução uso de KM_nO_4 e elevado para 1.000 ml.

Solução de H_2SO_4 1:3

Em 600 ml de água destilada foi adicionado 200 ml de H_2SO_4 p.a.

c) Fator da solução de uso.

- Colocado 10 ml de oxalato de amônea em 2 erly – (0,0125 N)
- Adicionado 5 ml de H_2SO_4 1:3 em cada erly
- Aquecido durante ± 5 minutos em banho maria.
- Titulado com $KMnO_4$ até a viragem para róseo.

$KmnO_4$ OXALATO

$N_1 . V_1 . F_1 = N_2 . V_2 f_2$

O fator do oxalato foi considerado igual a 1, conforme a expressão:

$$f_1 = \frac{v_2 . f_2}{V_1}$$

d) Procedimento.

- Agitado bem a amostra
- Colocado 50 ml da amostra em erly de 250 ml
- Juntado 5 ml de H_2SO_4 1:3
- Colocado exatamente 5 ml de $KMnO_4$ N/80 na amostra
- Aquecido em banho maria durante 30 minutos
- Juntado $(NH_4)_2$ (C_2O_4) N/80, numa quantidade igual a 5 ml (cujo fator é 1)
- Titulado com KM_nO_4 N/80 até coloração levemente rósseo
- Anotado os mls de KM_nO_4 N/80 gastos na titulação e multiplicado pelo fator da solução.

3.5.11. Determinação de resíduos em águas.

a) Métodos gravimétricos.

Conforme a CETESB (1978), a quantidade e a natureza dos sólidos nas águas variam muito. Em águas de abastecimento, os sólidos ocorrem, em geral, na forma dissolvida e são constituídos principalmente de sais inorgânicos, além de pequenas quantidades de matéria orgânica. O conteúdo de sólidos totais varia de 20 a 1000 mg/l. A dureza das águas costuma aumentar com o teor de sólidos totais. As quantidades de material coloidal não dissolvido e de material em suspensão aumentam com o grau de poluição. Por isso, a determinação do resíduo não filtrável é de grande utilidade para avaliar o grau poluidor de águas residuárias e para determinar a eficiência das unidades de tratamento, no controle de poluição de cursos de água.

A presente Norma prescreve os métodos de determinação das diversas formas de resíduos (total, fixo, volátil, não filtrável, não filtrável, não filtrável fixo, não filtrável volátil, filtrável, filtrável fixo e filtrável volátil) em amostras em águas em geral, efluentes domésticos e industriais, água do mar, lodos e sedimentos.

3.5.11.1. Resíduo total.

É o material que resta na cápsula após a evaporação de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa à temperatura escolhida, até peso constante.

3.5.11.2. Procedimentos da amostra.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

a) Princípio do método.

Uma porção homogênea de amostra de volume adequado foi transferida quantitativamente para uma cápsula de evaporação tarada, evaporada em banho-maria e seca em estufa à temperatura escolhida. O aumento de peso em relação ao peso da cápsula vazia corresponde ao resíduo total.

b) Preparo da cápsula.

Deixado a cápsula limpa, de material apropriado, em mufla a 550°C por uma hora, esfriado em dessecador, pesada com precisão de ± 0,1 mg (M_1) e deixado no dessecador até o momento do uso.

Transferido para a cápsula uma porção homogênea de volume adequado, 100 ml da amostra medida com proveta ou tubo Nessler e evaporado até a secura em banho-maria.

Após, evaporada a amostra e secada a cápsula em estufa à temperatura de 103 à 105° C por pelo menos uma hora.

Esfriada em dessecador, pesado após o resfriamento completo (precisão ± 0,1 mg), e anotado o peso encontrado (M_2).

A expressão do resíduo total é dada por:

$$mg/l = \frac{(M_2 - M_1)1000}{ml \text{ da amostra}}$$

onde:

M_2 =peso da cápsula com resíduo total

M_1 = peso da cápsula vazia

3.5.12. Sulfato (método espectrofotômetro).

Conforme a CETESB (1978), o íon sulfato é muito comum nas águas naturais. Nas águas de abastecimento público sulfato é importante porque, quando presente em quantidade elevada, tem efeito laxativo sobre as pessoas. Por isso, o limite superior recomendado para águas potáveis é de cerca de 250mg/l.

Os sulfatos, em águas de abastecimento industrial, tendem a formar incrustações em caldeiras e trocadores de calor. Quando presente em águas residuárias, são responsáveis, indiretamente por problemas de odor e corrosão, devido a formação de gás sulfídrico, pela sua redução por bactérias em condições anaeróbicas.

Este método se aplica para a determinação de sulfatos em qualquer concentração a partir de aproximadamente 1 mg/l sendo menos preciso para valores inferiores a 10 mg/l. Neste caso, a precisão pode ser melhorada por concentração da amostra ou por adição-padrão.

Reagentes.

Cloreto de bário, $BaCl_2$, p.a., cristais, 500 a 850μm.

Solução-padrão de sulfato: Dissolvido 1,479g de $Na_2(S04)$ anidro, previamente seco a 103°C por 2 horas, em água deionizada e diluído a 1000ml.

A solução contém 1000mg/l $S0_4$.

Solução uso de sulfato : Diluído 100 ml da solução padrão de sulfato num balão volumétrico completando o volume para 1000 ml com água deionizada.

reagente condicionante: Misturado 100 ml de glicerol $CH_2OHCHOHCH_2$, p.a., com uma solução contendo 60ml HCl conc., 600 ml água destilada, 200 ml álcool etílico, 95% CH_3CH_2OH, p.a., ou isopropílico 95% $CH_3CHOHCH_3$, p.a. e 150g cloreto de sódio NaCl, p.a.

Suspensão de hidróxido de alumínio: Dissolvido 64g $AlCl_3.6H_20$ em 1000ml de água deionizada. Aquecido a 60°C e adicionado 55 ml NH_4OH concentrado, lentamente e com agitação. Deixado em repouso por 1 hora, transferido para um bequer maior. Lavado o precipitado várias vezes por adição de água deionizada, misturação e decantação.

a) Princípio do método.

O íon sulfato é precipitado com cloreto de bário em meio ácido clorídrico, formando-se cristais de sulfato de bário de tamanho uniforme. Suspende-se o precipitado numa solução condicionante e determina-se a absorbância da suspensão em espectrofotômetro. A determinação é feita à temperatura ambiente que não deve oscilar de mais de 10°C.

b) Interferentes.

A cor interfere em níveis baixos em relação à concentração de sulfatos, efetua-se uma prova em branco para eliminar a sua interferência; em níveis altos reduz-se a cor por tratamento com hidróxido de alumínio e posteriormente efetua-se a prova em branco da amostra assim tratada.

A turbidez interfere em níveis baixos em relação à concentração de sulfatos, efetua-se uma prova em branco para eliminar a interferência; em níveis elevados a turbidez pode ser reduzida por filtração e posterior determinação de prova em branco da amostra tratada.

A sílica interfere quando a concentração é superior a 500mg/l.

A matéria orgânica em quantidade elevada interfere, porque pode dificultar a precipitação do sulfato de bário.

c) Preservação da amostra.

Amostras para determinação de sulfatos foram coletadas em frascos de plástico.

Amostras não analisadas imediatamente podem ser preservadas por 7 dias a pH < 8,0 e refrigerar a 4°C.

d) Curva de calibração.

Preparado soluções-padrão de várias concentrações de sulfato, fazendo diluições da solução-uso de concentração 100mg/l em balão volumétrico de acordo com a tabela 18:

Tabela 18 – Concentrações para montagem da curva de calibração do sulfato.

Concentração de SO_4mg/l	ml da solução-uso a elevar 1000ml com água deionizada
5	50
10	100
15	150
20	200
25	250

FONTE: CETESB (1978)

e) Procedimento da amostra.

Efetuado 3 padrões:- 4,0 mg SO_4/l(réplica) - 20ml da solução-uso a 500 ml água deionizada

- 5,0 mg SO_4/l- 25ml da solução-uso a 500 ml água deionizada
- 45,0 mg SO_4/l- 450ml da solução-uso a 1OOO ml água deionizada

- Ligado o aparelho e permitido o aquecimento por 20 minutos;
- Ajustado o comprimento de onda a 420nm;
- Se a amostra apresentou turbidez elevada, foi filtrado 200ml com papel Whatman 41;

- Se amostra apresentou cor elevada, foi tratado 200 ml com 2 ml de hidróxido de alumínio e filtrado;
- Em um bequer de 250 ml foi colocado 100 ml da amostra (ou amostra tratada), ou um volume menor diluído se a concentração de sulfatos for maior que 40 mg/l;
- Adicionado exatamente 5 ml de reagente condicionante, colocado o bastão magnético no bequer e misturado empregando agitador magnético. Foi empregado a maior velocidade que é possível sem espirrar líquido pelas paredes do bequer e mantido esta velocidade rigorosamente constante;
- Empregado a mesma velocidade para a amostra e para as soluções-padrão.
- Empregado bastões magnéticos do mesmo tamanho para a amostra e para as soluções-padrão.
- Retirado uma porção e colocado na cubeta de 20 mm como prova em branco, ajustado o zero com a tampa do espectrofotômetro aberta e 100%T com a tampa fechada.
- Com a amostra em agitação adicionado 0,4 g de cloreto de bário (previamente medido) e misturado durante exatamente 1 minuto.
- Imediatamente após 1 minuto foi transferido um pouco da mistura para a cubeta e efetuado a leitura %T de 30 em 30 segundos, durante 4 minutos;
- Considerado a %T mínima obtida no intervalo de 4 minutos.

3.5.13. Condutividade.

Conforme a CETESB (1978), a condutividade é um valor que representa a propriedade de conduzir corrente elétrica apresentada por um sistema aquoso contendo íons. A condutividade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com a concentração real e relativa de cada ion.

A condutividade é um parâmetro muito empregado no monitoramento da qualidade de águas residuárias, porque pode ser relacionada com o teor de sólidos dissolvidos através do emprego de um fator empírico variável. Ainda, o

monitoramento pode ser automático, empregando dispositivos para determinação não só da condutividade, como também de oxigênio dissolvido, pH e temperatura simultaneamente. Em laboratório a condutividade é empregada como critério para verificação da pureza da água destilada, servindo para orientar a tomada de alíquotas para diversas determinações, e servindo para verificar resultados de análise.

O método empregado para a determinação da condutividade é o do condutivímetro, que compreende uma ponte de Wheatstone e uma cela de condutividade, para medir a resistência da amostra.

Cela de condutividade é um sistema constituído de dois eletrodos platinizados de 1 (um) cm de lado, mantidos dentro de um tubo de vidro em posições paralelas e a uma distância de 1 cm entre si.

Conforme HEM (1985), a condutividade das águas superficiais e subterrâneas é bastante variada, podendo ser baixa em valores como 50 microsiemens (µs) em locais onde a precipitação é pobre em solutos, e a litologia local é formada por rochas resistentes ao intemperismo até valores de 50000 microsiemens, que é a condutividade da água do mar.

3.5.13.1. Método condutivímetro

A técnica foi desenvolvida conforme a seguinte etapa:

Com a ajuda de um condutivímetro B 330 da marca Micronal, foi mergulhado a cela de condutividade em água deionizada para calibração da mesma. Em seguida, utilizando 100 ml da amostra foi mergulhada a cela e efetuado a leitura expressa no visor do mesmo. A unidade da condutividade é µS (micro Siemens).

3.5.14. Manganês.

a) Método periodato

Conforme Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1975), o periodato como agente oxidante atua sobre compostos de Mn solúveis para formar permanganato. A intensidade da cor não foi afetada pela variação em ácido ou concentração de periodato e a cor foi estável por muitos meses. Para obter completa oxidação de pequenas quantidades (10 ug/l ou menos), nitrato de prata foi adicionado e o tempo de aquecimento foi aumentado.

b) Interferentes.

Substâncias redutoras capazes de reagir com periodato ou permanganato podem ser removidas ou destruídas antes que a oxidação do periodato seja atingido. Embora o cloreto em pequenas quantidades pode ser oxidado pelo periodato, sendo possível removê-lo por evaporação com H_2SO_4 especialmente quando a amostra contém somente pequenas quantidades de manganês. Este tratamento de qualquer forma, resulta em uma desidratação de sílica e produção de turbidez. Interferentes de outras substâncias oxidáveis, incluindo materiais orgânico, é eliminada pela fervura da amostra com ácido nítrico. Ácido fosfórico é adicionado para descolorir o ferro III pela formação de complexo e prevenir possível precipitação de periodato ou iodeto de manganês. Outros metais com pequenas exceções, não interferem, exceto aqueles que possuem íons coloridos, para estes casos um método de correção é descrito.

3.5.14.1. Método espectrofotômetro.

A técnica foi desenvolvida conforme as seguintes etapas:

a) Preparação da soluções.

- Solução estoque de manganês: Titrisol-manganese standard (Merck). Foi diluído o conteúdo da ampola em balão volumétrico de 1.000 ml com água deionizada. Esta solução contém 1 g Mn/l.
- Solução padrão de manganês: Diluído 10 ml a 1000 ml com água deionizada em balão volumétrico.
- Ácido sulfúrico concentrado
- Ácido nítrico concentrado
- Ácido fosfórico, viscoso, 8,5%
- Metaperiodato de potássio (KIO_4) – sólido.

b) Procedimento da amostra.

Efetuado dois padrões:

0,20 mg/l – 5,0 da solução padrão e elevado para 250 ml com água deionizada.

1,2 mg/l – 30 ml da solução padrão e elevado para 250 ml com água deionizada.

Pré tratamento da amostra: Para remover cloretos e outras substâncias oxidantes, tais como matéria orgânica, foi adicionado à amostra 5 ml de ácido sulfúrico concentrado e 5 ml de ácido nítrico concentrado, agitado entre as adições, evaporado até fumos de (SO_3). Esfriado, adicionado 85 ml de água destilada e esfriado novamente. Adicionado 5 ml de ácido nítrico e 5 ml de ácido fosfórico e agitado.

Tomado 250 ml da amostra e concentrado em erly até 100 ml aproximadamente e deixado esfriar. Adicionado 5 ml de H_2SO_4, deixado esfriar e em seguida adicionado 5 ml de HNO_3 e 5 ml de H_3PO_4.

Reduzido o volume para 90 ml, aproximadamente, em chapa aquecedora. Adicionado 0,3 g de periodato de potássio, dissolvendo por agitação e aquecendo por 10 minutos após o início de fervura, mantendo agitação intermitente durante o período de ebulição. Esfriado por 1 minuto aproximadamente e completado o

resfriamento sob água corrente, passando para o balão de 100 ml e elevado o volume. Transferido a amostra para o tubo de 1" e efetuando a leitura de % de T.

c) Curva de calibração.

Foi preparado padrões de várias concentrações de manganês, fazendo diluições da solução padrão em balão volumétrico.

Tratado cada uma das amostras de solução padrão conforme os itens do procedimento da amostra usando a solução padrão de concentração 0 mg/l em Mn, para ajustar o espectrofotômetro digital B342 em T 100%. Efetuando a leitura em 525 nm em tubo de 1".

Tabela 19 – Concentrações para montagem da curva de calibração do manganês.

Concentração de Mn (mg/l)	Volume de solução padrão de Mn a elevar a 250 ml com água deionizada (ml)
0,1	2,5
0,2	5
0,4	10
0,8	20
1,0	25
1,2	30
1,6	40
2,0	50

Fonte: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995)

3.5.15. Procedimento para instalação de bomba dosadora (cloro e flúor).

3.5.15.1. Estratégia técnica para a escolha do sistema de cloração.

No caso da confirmação da contaminação de uma ou mais amostras de água, optou-se pela desativação dos poços particulares.

Para manter o abastecimento de água em todas as residências, decidiu-se pela instalação de bomba dosadora de cloro e flúor, em um poço central. Desse poço central, com o processo devidamente instalado, a água é encaminhada ao reservatório que abastecerá os habitantes do bairro.

3.5.15.2. Bombas dosadoras.

As bombas dosadoras que foram instaladas junto ao poço central para aplicação de cloro (hiploclorito de sódio) e flúor (ácido fluorsilicico) são do tipo diafragma G-20 da marca Wallace e Tiernan, cabeçote 30 MD, com capacidade 9 l/h, com ajuste micrométrico de vazão. O motor das bombas é de 220/380V, trifásico e a potência de 1/8 CV.

Para a instalação das mesmas, foi construído um compartimento em alvenaria com cobertura e um portão de fácil acesso para abastecimento dos produtos químicos, bem próximo do poço, onde as bombas foram fixadas sobre uma base de concreto armado, ligadas diretamente a um painel elétrico, com fusível e contator.

Nas tubulações de sucção e recalque foram utilizadas mangueiras cristal ¼" com 2 mm de espessura resistente aos produtos químicos, em comprimento necessário evitando dobras ou laços desnecessários que ocasionam formação de bolhas de ar nos líquidos. Devido a concentração do cloro e do flúor, foi necessário diluir o produto a fim de se obter o residual em ppm desejado, sendo acondicionados em tanques de polietileno com capacidade de 200 l.

3.5.15.3. Análise da qualidade da água.

Foram coletadas amostras de água em dias alternados após a implantação do sistema e confirmados os residuais de cloro e flúor.

As amostras foram analisadas conforme a metodologia apresentada.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

3.5.16. Considerações sobre as interpretações dos Boletins de Análises de Água.

Os resultados dos parâmetros fisicoquímico e bacteriológico, foram lançados respectivamente, em um formulário apropriado, consagrado como padrão do Departamento de Água e Esgoto de Bauru. O documento é intitulado "Boletim de Análise de Água", conforme os anexos I a VIII.

Na situação original, isto é, antes da instalação da bomba dosadora, as amostras de água foram coletadas no mesmo dia, sendo que os resultados e indicadores técnicos são semelhantes. Por esse motivo optou-se pela apresentação de um Boletim de Análise de Água, que contempla os resultados dos parâmetros das análises, conforme tabela 20.

Após a instalação da bomba dosadora foram realizadas várias análises de água, em intervalos regulares, sendo que os resultados foram agrupados em Boletim de Análise de Água, que expressa a média das ocorrências, como poço central (Anexo VIII).

3.5.17. Base legal e teórica para análise dos resultados.

A interpretação dos resultados conduzindo para comparações de padrões, foi fundamentada nas considerações de pesquisadores consagrados, na Portaria nº 36/GM, de 19 de janeiro de 1990, na Resolução SS-293, de 25 de outubro de 1996 e Código Sanitário de 1978.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1. Boletim de Análise de Água referente aos resultados obtidos das amostras de água, na situação original.

Conforme se verifica na Tabela 20, são apresentados os resumos dos Boletins de Análise de Água dos poços de 01 a 07, contidos nos Anexos I a VIII.

A temperatura das amostras de água variou entre 23 a 27°C, e a temperatura do ar variou entre 23° a 28°C, sendo que as coletas foram realizadas no dia 20 de maio de 1998 e encaminhadas ao laboratório no mesmo dia. Observa-se que não houve ocorrência de chuva nas últimas 24 horas que antecederam as coletas.

4.1.1. Análise fisicoquímica.

4.1.1.1. Características físicas e organolépticas.

- O aspecto das amostras é límpido.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

- A cor das amostras apresentou variação entre < 5,0 e 5,0 mg Pt/l, obedecendo aos VMP.
- O odor das amostras se revelou como objetável segundo os VMP da Portaria nº 36/GM (1990).
- A variação do pH evidenciou o resultado entre 6,2 e 7,5, praticamente dentro da faixa de recomendação, que é de 6,5 à 8,5.
- A turbidez variou entre 0,11 a 6,6 UNT, o que está em desacordo com os VMP, que estabelece o valor ideal até 1,0 UNT. As amostras indicam que há comprometimento em relação a potabilidade das águas.
- Quanto ao sabor das amostras de água, é não objetável, atendendo os VMP.

4.1.1.2. Características químicas.

- Alcalinidade: a concentração em $CaCO_3$ encontrada nas amostras variou entre 12 e 28 mg/l, indicando que a água está adequada aos padrões propostos pelo Código Sanitário (1978), que estabelece até 120 mg/l de $CaCO_3$.
- Alcalinidade de carbonatos: a concentração encontrada nas amostras foi zero mg/l de CO_3^{--}, obedecendo ao código anterior.
- Alcalinidade de hidróxidos: a concentração de hidróxidos nas amostras foi zero, obedecendo o código anterior.
- Alumínio: a concentração de alumínio nas análises variou entre 0,01 e 0,02 mg/l de alumínio, demonstrando que está obedecendo os VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990), que é 0,2 mg/l.
- Cloretos: a concentração de cloretos encontrada nas amostras variou entre 1,8 e 7,2 mg/l de cloretos, indicando que as amostras estão adequadas aos padrões estabelecidos na Portaria nº 36/GM (1990), que é de 250 mg/l.
- Cloro residual: não foi analisado esse parâmetro nas amostras de água, pois os poços não dispunham do sistema de cloração.

- Dureza total: a concentração da dureza total nas amostras variou entre 14,0 e 38,0 mg/l de $CaCO_3$, indicando que estão adequadas aos VMP estabelecidos pela Portaria nº 36/GM (1990), que é de 500 mg/l de $CaCO_3$. A dureza de carbonatos e não carbonatos apresentou concentração satisfatória, conforme a metodologia aplicada por ROSENCRANCE (1966).
- Ferro: a concentração de ferro encontrada nas amostras de água, apresentou residual, variando de zero e 0,69 mg/l de ferro, contrariando em algumas dessas amostras os VMP da Portaria nº 36/GM (1990), que é de 0,3 mg/l de ferro.
- Flúor: o residual de flúor obtido nas amostras variou de 0,02 e 0,18 mg/l, flúor natural, contrariando a Resolução SS-293 (1996) que estabelece os limites de parâmetros para o flúor entre 0,6 e 0,8 mg/l.
- Nitrogênio Nitrato: a concentração de nitrogênio nitrato, variou entre 0,01 e 0,03 mgl/ de nitrato, demonstrando estar dentro dos VMP conforme a Portaria nº 36/GM (1990), que é de 10 mg/l de nitrato.
- Nitrogênio Nitrito: a concentração de nitrogênio nitrito obtido nas amostras de água foi zero, demonstrando estar de acordo com o Código Sanitário (1978), que possibilita a tolerância em até 0,02 mg/l em nitrogênio, em face de exames bacteriológicos satisfatórios.
- Oxigênio consumido: a concentração de oxigênio consumido obtido nas amostras de água variou entre 0,6 e 0,8 mg/l, demonstrando estar de acordo com o Código Sanitário (1978) que estabelece até 3,5 mg/l em oxigênio.
- Sólidos totais: a concentração de sólidos totais variou entre 70,0 e 190,0 mg/l, indicando estar adequada aos VMP da Portaria nº 36/GM (1990) que é de 1000 mg/l.
- Sulfato: a concentração de sulfatos nas amostras variou de zero e 5,5 mg/l de sulfato, demonstrando estar de acordo com os VMP da Portaria nº 36/GM (1990) que é de 400 mg/l.
- Condutividade: a leitura da condutividade nas amostras variou entre 16,1 e 90,0 µs (microsiemens) por 25ºC, demonstrando estar de acordo com HEM (1985).

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

- Manganês: a concentração de manganês variou entre 0,02 à 0,8 mg/l, contrariando os VMP da Portaria nº 36/GM (1990) e conforme Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995), que estabelece até 0,1 mg/l de manganês.

4.1.2. Análise bacteriológica.

Face as doenças de transmissão hídrica e até epidemias provocadas por contaminações, esse parâmetro é relevante em relação a saúde pública. Na contagem padrão de bactérias obteve-se a variação entre < 2 e 74 UFC/ml, o que atende aos VMP, que estabelece até 500 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colônia). Lembra-se que essa referência é para as bactérias heterotróficas, permitindo avaliar as condições higiênicas da água, sendo que densidades elevadas desses microorganismos, podem determinar a deterioração da qualidade da água, bem como interferência na detecção de coliformes.

As bactérias coliformes totais constituem o indicador de contaminação, sendo que nas análises de água, a contagem variou entre 8,4 e 770,0 UFC por 100 ml das amostras. Esses valores evidenciam a contaminação dessas águas, pois os padrões estabelecidos na Portaria nº 36/GM (1990) é zero, isto é, ausente.

Sobre a análise dos coliformes fecais, dentre as sete amostras apenas uma apresentou 2 UFC por 100 ml, indicando que essa fonte específica poderia estar contaminada por uma fossa. Portanto, considera-se que essa água está contaminada por coliformes fecais, imprópria para o consumo humano.

4.1.3. Considerações sobre os parâmetros analisados.

Conforme foi analisado, alguns dos parâmetros das amostras de água, não recomendam sua utilização para o consumo humano. Apesar de não ter sido possível aferir a situação de saúde dos habitantes do bairro, sabe-se pelas análises, que provavelmente vinha ocorrendo doenças de veiculação hídrica conforme destacam BIER (1984) e SANCHEZ (1997).

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

As águas servidas no bairro são impróprias ao consumo humano, não atendendo aos padrões físico-químicos e bacteriológicos de potabilidade.

Uma reflexão pode ser exercitada sobre bairros da periferia das cidades e moradias na área rural, que provavelmente apresentam padrões inadequados da qualidade da água consumida.

4.2. Boletim de Análise de Água referente a média dos resultados obtidos das amostras de água após a instalação da bomba dosadora – poço central.

Na Tabela 20, é apresentado o resumo do Boletim de Análise de Água do poço central, conforme o anexo VIII.

A temperatura da água variou entre 24 e 27°C, sendo que as coletas foram realizadas no período de 22/06/98 à 30/07/98, sempre encaminhadas ao laboratório no mesmo dia. Houve ocorrência de chuva nas últimas 24 horas que antecederam algumas das coletas de amostras.

4.2.1. Análise físico-química.

4.2.1.1. Características físicas e organolépticas.

- O aspecto da amostra é límpido, conforme BATALHA (1977).
- A cor da amostra é 5,0 mg Pt/l, portanto adequado aos VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990), que estabelece até 15 mg Pt/l em pontos da rede de distribuição.
- O odor da amostra se revelou não objetável segundo os VMP da Portaria nº 36/GM (1990).
- O resultado do pH foi de 6,6, obedecendo os VMP, que é de 6,5 a 8,5.
- A turbidez se revelou 0,11 UNT (Unidade Nefelométrica) de acordo com os VMP, que estabelece o valor ideal até 1,0 UNT.
- Quanto ao sabor da amostra de água, é não objetável, atendendo os VMP de acordo com a Portaria nº 36/GM (1990).

4.2.1.2. Características químicas.

- Alcalinidade: a concentração da alcalinidade foi de 22,0 mg/l de $CaCO_3$, indicando que a água está adequada aos padrões propostos pelo Código Sanitário (1978), que estabelece até 120 mg/l de $CaCO_3$.
- Alcalinidade de carbonatos: a concentração encontrada na amostra foi zero mg/l de CO_3^{--}, portanto adequada as orientações do Código Sanitário (1978), que admite até 120 mg/l de CO_3^{--}.
- Alcalinidade de hidróxidos: a concentração de hidróxidos na amostra foi zero, obedecendo dessa forma ao mesmo código anterior.
- Alumínio: a concentração de alumínio encontrado na amostra foi de 0,01 mg/l, demonstrando que está dentro dos VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990) que é 0,2 mg/l.
- Cloretos: a concentração de cloretos na amostra foi 4,05 mg/l, portanto dentro dos VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990) que varia até 250mg/l.
- Cloro residual: O residual de cloro obtido foi de 0,5mg/l, estando de acordo com as recomendações técnicas da Portaria nº 36/GM (1990) e a Resolução SS – 293, (1996). Observa-se que na situação original esse parâmetro não foi analisado, em função da inexistência do sistema de tratamento.
- Dureza total: a concentração da dureza total na amostra foi 38,0 mg/l de $CaCO_3$, indicando estar dentro dos VMP, adequada aos padrões propostos pela Portaria nº 36/GM (1990), que admite até 500 mg/l de $CaCO_3$. A dureza de carbonatos e não carbonatos apresentou concentração satisfatória, conforme a metodologia aplicada por ROSENCRANCE (1966).

  concentração de ferro apresentou como resultado, zero mg/l, obedecendo os VMP da Portaria nº 36/GM 1990) que é de 0,3 mg/l de ferro.
- Flúor: conforme estabelece a Portaria nº 36/GM (1990), a existência de flúor na água é desejável, pois é um preventivo de cáries dentárias. Em todo processo de cloração de água é aceito e consagrado mundialmente, a fluoretação, simultaneamente. Respeitando a necessidade, o sistema contempla os dois

produtos: cloro e flúor. Após a instalação da bomba dosadora, obteve-se o residual de flúor 0,8 mg/l, estando dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução SS – 293 (1996), cujos limites estão entre 0,6 e 0,8 mg/l de flúor.

- Nitrogênio nitrato: a concentração de nitrogênio nitrato obtido na amostra de água foi zero mg/l em nitrato, demonstrando estar dentro dos VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990) que estabelece o limite de 10 mg/l.
- Nitrogênio nitrito: a concentração de nitrogênio na amostra de água foi zero mg/l de nitrito demonstrando estar de acordo com o Código Sanitário (1978), que possibilita a tolerância de um teor até 0,02 mg/l em nitrogênio, em face de exames bacteriológicos satisfatórios.
- Oxigênio consumido: a concentração de oxigênio na amostra foi 0,8 mg/l, demonstrando estar de acordo com o Código Sanitário (1978) que estabelece até 3,5 mg/l em oxigênio.
- Sólidos totais: a concentração de sólidos totais obtido na amostra foi 160,0 mg/l, indicando estar dentro dos VMP da Portaria nº 36/GM (1990) que é de 1000 mg/l.
- Sulfato: a concentração de sulfato na amostra foi zero mg/l de sulfato, demonstrando estar de acordo com os VMP da Portaria nº 36/GM (1990) que é de 400 mg/l.
- Condutividade: a leitura da condutividade na amostra foi de 50,0 µs (Microsiemens) por 21ºC, demonstrando estar de acordo com HEM (1985).
- Manganês: a concentração de manganês na amostra foi 0,089 mg/l, demonstrando estar dentro dos VMP da Portaria nº 36/GM (1990) e conforme a Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (1995) que estabelece até 0,1 mg/l.

4.2.2 Analise bacteriológica.

A contagem de bactérias heterotróficas revelou uma variação entre < 2 e 2 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colônias) o que atende aos VMP que estabelece até 500 UFC/ml, conforme a Portaria nº 36/GM do Ministério da Saúde.

A contagem padrão de coliformes totais e coliformes fecais encontradas nas análises foi de zero UFC por 100ml o que atende os VMP, conforme a Portaria nº 36/GM (1990).

4.2.3. Considerações sobre os parâmetros analisados.

Conforme analisado, os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras de água do poço central, evidenciam que os mesmos estão atendendo os VMP da Portaria nº 36/GM do Ministério da Saúde (1990), garantindo o padrão de potabilidade da água.

Atualmente, a água chega às residências dos habitantes do bairro, apresentando padrões adequados, garantindo a ausência de coliformes totais e fecais devido ao residual de cloro em torno 0,2 mg/l nas pontas de rede, eliminando as doenças de transmissão hídrica, que provavelmente vinha ocorrendo, conforme destacam os autores BATALHA (1978) e TRABULSI (1991).

unesp

Tabela 20 – Resumo dos Boletins de Análises de Água referentes aos resultados obtidos das amostras, na situação original e do poço central

POÇOS	01	02	03	04	05	06	07	CENTRAL
Cor	5,0	< 5,0	< 5,0	5,0	< 5,0	5,0	< 5,0	5,0
Odor	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável
Ph	7,4	7,5	7,2	7,0	7,2	6,2	6,5	6,6
Turbidez	0,3	0,28	0,19	6,6	0,35	2,3	0,39	0,11
Sabor	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável	ñ objetável
Alc. Bicarbonatos	22,0	21,0	20,0	28,0	24,0	12,0	14,0	22,0
Alc. Carbonatos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alc. Hidróxidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cloro Residual	***	**	**	**	**	**	**	0,5
Alumínio	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,16	0,02	0,01
Cloretos	4,5	6,75	5,4	7,2	4,5	1,8	4,05	4,05
Dureza Total	26,0	24,0	28,0	22,0	26,0	14,0	26,0	38,0
Dureza de Carbonatos	22,0	21,0	20,0	22,0	24,0	12,0	14,0	22,0
Dur. não Carbonatos	4,0	3,0	8,0	0,0	2,0	2,0	12,0	16,0
Ferro	0,12	0,0	0,0	0,39	0,2	0,69	0,13	0,0
Flúor	0,18	0,02	0,02	0,03	0,15	0,03	0,15	0,8
Nitrogênio Nitrato	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,0
Nitrogênio Nitríco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oxigênio Consumido	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
Sólidos Totais	90,0	90,0	190,0	170,0	150,0	70,0	70,0	160,0
Sulfatos	2,0	0,0	5,5	0,0	2,5	2,7	2,7	0,0
Condutividade	26,8	23,4	20,6	90,0	6,2	16,1	50,0	50,0
Manganês	0,02	0,09	0,2	0,2	0,04	0,8	0,17	0,08
Bact. Heterotróficas	74,0	10,0	2,0	28,0	14,0	2,0	6,0	2,0
Col. Totais (Colilerlt)	649,0	0,0	0,0	770,0	76,8	0,0	8,4	0,0
Col. Fecais (Colilert)	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Col. Totais (TTM)	700,0	< 2,2	< 2,2	920,0	240,0	< 2,2	< 2,2	< 2,2
Col. Fecais (TTM)	2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2

Fonte: Trabalho da autora (1998)

5. CONCLUSÕES.

5.1. Quanto ao Boletim de Análise de Água referente a média dos resultados obtidos das amostras de água na situação original.

Conforme a metodologia, procedimentos e variáveis relacionadas com a realização deste trabalho, foi possível obter as seguintes conclusões:

- Alguns dos parâmetros analisados indicam que a água servida à população, na situação original, isto é, antes da instalação da bomba dosadora, não é recomendável para o consumo humano; não atende aos padrões físico-químicos de potablidade.
- A análise bacteriológica evidenciou a contagem 8,4 a 770 UFC por 100 ml de algumas amostras. Esses valores confirmam a contaminação em coliformes totais, pois os VMP, da Portaria nº 36/GM (1990) do Ministério da Saúde, estabelece a ausência de bactérias.

- Apesar de uma, entre as sete amostras apresentar contaminação de coliformes fecais, na razão de 2,0 UFC por 100 ml, há indicação de que a fonte possivelmente esteja contaminada por uma fossa. A água está contaminada por coliformes fecais, portanto imprópria para o consumo humano.

5.2. Quanto ao Boletim de Análise de Água referente aos resultados obtidos das amostras de água após a instalação da bomba dosadora – poço central.

- Os parâmetros físico-químicos estão atendendo os VMP da Portaria nº 36/GM (1990) do Ministério da Saúde, garantindo o padrão de potabilidade da água.
- A análise bacteriológica mostrou que a contagem padrão de coliformes totais e fecais, encontradas nas análises foi zero UFC por 100 ml de amostras, o que atende os VMP, conforme dispõe a Portaria nº 36/GM (1990).

A conclusão final deste trabalho mostra que a instalação de uma bomba dosadora de cloro e flúor é eficiente e significa a redução das ocorrências de doenças de transmissão hídrica, caso tenham acontecido, e consequentemente possibilita a melhoria da qualidade de vida.

unesp

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AZEVEDO NETO, J. M. de, **Tratamento de águas de abastecimento**, Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

BABBITT, H. E., **Abastecimento de água**, Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, SP, 1973, 592 p.

BATALHA, B. H. L. **A água que você bebe.** CETESB, São Paulo, 1985.

BATALHA, B. H. L.; PARLATORE, A. C. **Controle de qualidade da água para o consumo humano.** São Paulo: CETESB, 1977.

BIER, O., **Microbiologia e imunologia**, 23ª, Companhia Melhoramentos de São Paulo, Indústrias de Papel, São Paulo, 1984, 1234 p.

BRANCO, S.; M. ROCHA, A. **A poluição, proteção e usos múltiplos de represas.** São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1978.

BRANCO, S. M., **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo, SP, Editora Moderna, 1996, Coleção Polêmica.

BRANCO, S. M. **Ecologia da cidade.** São Paulo, Editora Moderna, 1991, Coleção Desafios.

CANDEIAS, J. A. N., **Viroses hepáticas.** In: Microbiologia, 2ª, Livraria Atheneu Editora, São Paulo, SP, 1991, 386 p.

CARVALHO, G. C., **Química moderna 1**, Editora Scipione, São Paulo, SP, 1995, 470 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação da condutividade em águas, método do condutivímetro. In: **Normalização Técnica L5.115,** CETESB, São Paulo, SP, 24/01/78, 5 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação da dureza total em águas, método titulométrico de EDTA. In: **Normalização Técnica L5.124,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 7 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de sulfato em águas, método turbidimétrico, método titulométrico de EDTA. In: **Normalização Técnica L5.153,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 7 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de oxigênio em águas, método do permanganato de potássio, método titulométrico de EDTA. In: **Normalização Técnica L5.143,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 7 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de alcalinidade em águas, métodos da titulação potenciométrica até pH predeterminado, método titulométrico de EDTA. In: **Normalização Técnica L5.102,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 7 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de ferro em águas, método da ortofenantrolina, método titulométrico de EDTA. In: **Normalização Técnica L5.126,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 8 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de nitrato em águas, método do ácido fenoldissulfônico. In: **Normalização Técnica L5.137,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 8 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de nitrito em águas, método da sulfanilamida e N–(1-naftil) etilenodiamina. In: **Normalização Técnica L5.138,** CETESB, São Paulo, SP, 34/01/78, 11 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação de resíduos em águas, métodos gravimétricos. In: **Normalização Técnica L5.149,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 14 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Determinação do número mais provável de coliformes totais e fecais pela técnica dos tubos múltiplos. In: **Normalização Técnica L5. 202,** CETESB, São Paulo, SP, 10/01/78, 17 p.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Guia de coleta e preservação de amostras de água, CETESB, São Paulo, SP, 1988, 150 p.

CÓDIGO SANITÁRIO, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Estado da Saúde, Imprensa Oficial do Estado S/A – IMESP, São Paulo, SP, 1978, 375 p.

DACACH, G. N. **Sistemas urbanos de água.** Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., Rio de Janeiro, 1975.

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento de água**, Editora ABES, Rio de Janeiro, 1993, V. 1.

EATON, A. D., CLESCERI, L. S. e GREENBERG, A. E. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**, 19ª, United Book Press, Inc., Baltimore, Maryland, USA, 1995.

FERNICOLA, D. N., Considerações toxicológicas para algumas substâncias químicas possivelmente presentes na água para consumo humano. In: **Ações básicas para proteção, limpeza e desinfecção de reservatórios de água**, CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, 1997, 124 p.

HEM, J. D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water.** US geological Survey Water – Supply Paper N°2.254, 3 rd , 1985.

MAHLER, H. Estratégias de saúde no mundo em transição. In: **Crônica**, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS, N° 6, 1975.

PELCZAR, M. J. **Microbiologia**, Editora McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, SP, 1980, 566 p.

PORTARIA N° 36/GM do Ministério da Saúde, 1990. **Normas e padrão da potabilidade de água destinada ao consumo humano.** p. 1-21

PORTO, M. F. A., BRANCO, S. M. e DE LUCA, S. J. Caracterização In: **Hidrologia ambiental.** Editora da Universidade de São Paulo, Associação Brasileira de Recursos Hídricos, V. 3, 1991.

ROSENCRANCE, J. E., **Manual de laboratório de química da água**, Programa de Publicações Didáticas, Rio de Janeiro, RJ, 1966, 63 p.

ROSSIN, A. C. e BUSO, S. J. **Soluções práticas para desinfecção de água**, CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, SP, sem data, 35 p.

SANCHES, D. P. S., Água na transmissão de doenças. In: **Ações básicas para proteção, limpeza e desinfecção de reservatórios de água**, CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, SP, 1997, 124 p.

SANTOS FILHO, D. F. dos, **Tecnologia de tratamento de água,** São Paulo, Editora Nobel, 1981.

SARIEGO, J. C. **Educação ambiental. As ameaças do planeta azul.** Scipione, São Paulo, 1994, p. 44.

TOLEDO, M. R. F., **Salmonella – Shigella**, In: Microbiologia, 2ª, Livraria Atheneu Editora, São Paulo, SP, 1991, 386 p.

TRABULSI, L. R., **Vibrio**. In: Microbiologia, 2ª, Livraria Atheneu Editora, São Paulo, SP, 1991, 386 p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP, **Normas para publicações da UNESP**, Coordenadoria Geral de Bibliotecas e Editora UNESP, São Paulo, SP, v. 4, 1994, 93 p.

VIANNA, M. R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água.** Instituto de Engenharia Aplicada, 2ª. edição, Belo Horizonte, 1992, p. 1-20.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

RESUMO.

Conforme mostra SANCHES (1997), 80% das doenças verificadas nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. Apenas 30% da população mundial tem garantia de água tratada, sendo que 70% dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminações. Os riscos de doenças de transmissão hídrica é que motivaram a realização desta pesquisa, cujos objetivos são: a) identificar um bairro não servido por um sistema convencional de tratamento de água e analisar amostras dessa água; b) implantar um sistema de cloração da água no bairro estudado. O bairro estudado refere-se a Vila Aimorés, em Bauru, São Paulo. Foram realizadas entrevistas com os moradores, com diálogo improvisado. O método para análise da água dos poços foi aplicado conforme a CETESB (1978). Foram analisados os aspectos físico-químicos, características físicas e organolépticas, características químicas e análise bacteriológica. As análises das amostras de água foram realizadas na situação original e após a instalação de uma bomba dosadora de cloro e flúor. As principais conclusões mostram que antes da instalação da bomba, a água estava contaminada com coliformes totais e fecais, alcançando 8,4 a 649 UFC por 100 ml e 2,0 UFC por 100 ml da amostra, respectivamente. Após a instalação da bomba dosadora, a análise bacteriológica mostrou que a contagem padrão de coliformes totais e fecais encontradas nas análises foi de zero UFC por 100 ml da amostra, o que atende os VMP, conforme dispõe a Portaria nº 36/GM (1990). A instalação da bomba dosadora mostrou-se eficiente, constituindo a solução ideal para o atendimento a regiões e povoados que não dispõe de um sistema convencional de tratamento de água.

Palavras chave: 1. Tratamento de água; 2. Cloração; 3. Água

ABSTRACT

In conformity with SANCHES (l997), 80% of the ills verify in countries on progress, are cause for contamination of the water. Only 30% of world population have guaranty of the treaty water, consequently 70% depend of the wells and others fountain of supply inactive of the contamination. The risks of the ills of hydric transmission is motivate the realization of this research, whose purpose are: a) to identify a district not assist for a conventional system of water treatment and to analysis samples of this water; b) to implant a system of the chlorination of water in the district studied. The district studied to refer to the villa Aimores, on Bauru, São Paulo. Interviews were consummate with the residents, with improvised dialogue. The method for analysis of the water of the wells was apply in conformity with CETESB (l978). The physical - chemical aspect was analysis; chemical characteristics and bacteriologic analysis. The analysis of the samples of the water were accomplished in original situation and afterwards the installation of the dose bomb of the chlorine and fluorine. The mains conclusions show before of the installation of the dose bomb, the water was contaminate with coliforms totals and fecals, reaching 8,4 to 649 UFC/l00 ml and 2,0 UFC/l00 ml of the samples, respectively. After the installation of the dose bomb, the bacteriologic analysis show that the standard count of the coliforms totals and fecals, find in the analysis was zero UFC/l00 ml, that attend the VMP, in conformity with a governmental decree nº 36 (l990). The installation of the dose bomb shows efficient, forming the ideal solution for the supply to regions and village that not dispose of a conventional system of the water treatment.

Key word: I. Water Treatment 2. Chlorination 3. Water

unesp

ANEXOS

ANEXOS I a VIII

ANEXO I - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 01

INTERESSADO: A
ENDEREÇO: Av. Aimores, quadra 2
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 24°C AR: 26°C
HORA: 13:55 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	7,4
CÔR	mg/ Pt/l	5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,3
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	22,0	FERRO	mg/l Fe	0,12
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/lF	0,18
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,03
ALUMÍNIO	mg/l	0,01	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	4,5	OX. CONSUM.	Mg/l O_2	0,8
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	90,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	26,0	SULFATO	mg/l	2,0
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	22,0	CONDUTIV.	US 21°C	26,8
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	4,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,02

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: 74 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: 649 (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) 700 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: 2,0 (x) UFC/100 ml (COLILERT) 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 15 M, COM BOMBA. FOSSA SÉPTICA APROXIMADAMENTE 25 m DE DISTÂNCIA
CONFORME PORTARIA Nº 36 G/M DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8, COLIFORME TOTAL E FECAL DEVE SER AUSENTE

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: NÃO

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO II - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 02

INTERESSADO: b
ENDEREÇO: Av. Aimores, quadra 2
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 24°C AR: 26°C
HORA: 14:05 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	7,5
CÔR	mg/ Pt/l	< 5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,28
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	21,0	FERRO	mg/l Fe	zero
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/lF	0,02 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,02
ALUMÍNIO	mg/l	0,02	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	6,75	OX. CONSUM.	Mg/l O_2	0,8
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	90,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	24,0	SULFATO	mg/l	zero
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	21,0	CONDUTIV.	US 21°C	23,4
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	3,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,09

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS:10 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: zero (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) <2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) <2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 25 m, COM BOMBA. FOSSA SÉPTICA DISTANTE 50 m.
CONFORME PORTARIA Nº 36 G/M DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8.

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: SIM

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO III - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 03

INTERESSADO: C
ENDEREÇO: Av. Aimores, quadra 2
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 24°C AR: 26°C
HORA: 14:20 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	7,2
CÔR	mg/ Pt/l	< 5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,19
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	20,0	FERRO	mg/l Fe	zero
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/lF	0,02 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,01
ALUMÍNIO	mg/l	0,01	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	5,4	OX. CONSUM.	Mg/l O_2	0,8
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	190,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	28,0	SULFATO	mg/l	5,5
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	20,0	CONDUTIV.	US 21°C	20,6
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	8,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,2 *

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: < 2 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: zero (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) <2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) <2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 50 m, COM SARILHO. FOSSA SÉPTICA DISTANTE 18 m.
CONFORME PORTARIA Nº 36 G/M DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8 E MANGANÊS VMP 0,1.

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: SIM

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

unesp

ANEXO IV - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 04

INTERESSADO: D
ENDEREÇO: Av. Aimores, quadra 2
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 23°C AR: 26°C
HORA: 14:30 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	7,0
CÔR	mg/ Pt/l	5,0	TURBIDEZ	U.N.T	6,6 *
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	28,0	FERRO	mg/l Fe	0,39 *
ALCAL CARB.	mg/l	Zero	FLÚOR	mg/lF	0,03 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	Zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,02
ALUMÍNIO	mg/l	0,02	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	7,2	OX. CONSUM.	Mg/l O_2	0,6
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	170,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	22,0	SULFATO	mg/l	zero
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	22,0	CONDUTIV.	US 21°C	90,0
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	zero	MANGANÊS	mg/l Mn	0,2 *

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS:28 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: 770 (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) 9202 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) <2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 18 m, COM BOMBA. FOSSA SÉPTICA DISTANTE 20 m.
CONFORME PORTARIA Nº 36 G/M DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8, FERRO ATÉ 0,3 E TURBIDEZ ATÉ 5, MANGANÊS TEM VMP ATÉ 0,1 E COLIFORME TOTAL DEVE SER AUSENTE.

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: SIM

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO V - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – No. 05

INTERESSADO: A
ENDEREÇO: Rua Ivinhema quadra 02
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 24°C AR: 27°C
HORA: 14:50 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	PH	**	7,2
CÔR	mg/ Pt/l	< 5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,35
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	24,0	FERRO	mg/l Fe	0,2
ALCAL CARB.	mg/l	Zero	FLÚOR	mg/lF	0,15 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,01
ALUMÍNIO	mg/l	0,01	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	4,5	OX. CONSUM.	Mg/l O_2	0,6
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	150,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	26,0	SULFATO	mg/l	2,5
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	24,0	CONDUTIV.	uS 21°C	62,0
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	2,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,04

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: 14 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: 76,8 (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) 240 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 33 m, C/ BOMBA – FOSSA DISTANTE 30 m
CONFORME PORTARIA Nº 36/GM DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 e 0,8 e COLIFORME TOTAL DEVE SER AUSENTE

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: NÃO

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO VI - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 06

INTERESSADO: F
ENDEREÇO: Rua Rio Taquarussu, qd. 03
LOCAL DA COLETA: Direto do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 25°C AR: 27°C
HORA: 15:00 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	6,2
CÔR	mg/Pt/l	5,0	TURBIDEZ	U.N.T	2,3
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	12,0	FERRO	mg/l Fe	0,69 *
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/l F	0,03 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,02
ALUMÍNIO	mg/l	0,16	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	1,8	OX. CONSUM.	mg/l O_2	0,6
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	70,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	14,0	SULFATO	mg/l	2,7
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	12,0	CONDUTIV.	US 21°C	16,1
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	2,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,8 *

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: < 2 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: zero (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASP – PROFUNDIDADE DE , COM BOMBA, SEM MAIS INFORMAÇÕES
CONF. PORTARIA Nº 36/GM DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8 E FERRO ATÉ 0,3 E MANGANÊS TEM VMP ATÉ 0,1.

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: SIM

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO VII - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 07

INTERESSADO: G
ENDEREÇO: Avenida Aimorés, qd. 01
LOCAL DA COLETA: Direto do poço
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 26°C AR: 28°C
HORA: 15:30 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 20.05.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 20.05.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	6,5
CÔR	mg/Pt/l	< 5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,39
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	14,0	FERRO	mg/l Fe	0,13
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/l F	0,15 *
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	0,02
ALUMÍNIO	mg/l	0,02	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	4,05	OX. CONSUM.	mg/l O_2	0,8
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	///	SÓL. TOTAIS	mg/l	70,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	26,0	SULFATO	mg/l	2,7
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	14,0	CONDUTIV.	US 21°C	50,0
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	12,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,17 *

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: 6 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: 8,4 (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO RASO – PROFUNDIDADE DE 18m , COM BOMBA, FOSSA SÉPTICA APROXIMADAMENTE L2 M.
CONF. PORTARIA Nº 36/GM DE 19/01/90 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, FLÚOR TEM VMP ENTRE 0,6 E 0,8, MANGANÊS TEM VMP ATÉ 0,1 E COLIFORME TOTAL DEVE SER AUSENTE.

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: NÃO
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: NÃO

FONTE: Pesquisa da autora (1998)

ANEXO VIII - BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA – Nº 08

INTERESSADO: B
ENDEREÇO: Av. Aimorés, quadra 02
LOCAL DA COLETA: Direto da torneira do cavalete
RESPONSÁVEL PELA COLETA: Gracinda Maia Monteiro
ORIGEM DA ÁGUA: Poço Central
TEMPERATURAS DA ÁGUA: 26°C AR: 23°C
HORA: 09:30 CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 HORAS: Não
DATA DA COLETA: 22.06.98 ENTRADA NO LABORATÓRIO: 22.06.98

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA: 1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ASPECTO	**	Límpido	pH	**	6,6
CÔR	mg/Pt/l	5,0	TURBIDEZ	U.N.T	0,11
ODOR	**	Não Objetável	SABOR	**	Não Objetável

2- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO
ALCALINIDADE	mg/l $CaCO_3$	22,0	FERRO	mg/l Fe	zero
ALCAL CARB.	mg/l	zero	FLÚOR	mg/l F	0,8
ALCAL. HIDR.	mg/l $CaCO_3$	zero	NITR. NITRAT.	mg/l N	zero
ALUMÍNIO	mg/l	0,01	NITR. NITRIT.	mg/l N	zero
CLORETOS	mg/l Cl	4,05	OX. CONSUM.	mg/l O_2	0,8
CL. RESIDUAL	mg/l Cl_2	0,5	SÓL. TOTAIS	mg/l	160,0
DUR. TOTAL	mg/l $CaCO_3$	38,0	SULFATO	mg/l	zero
DUR. CARB.	mg/l $CaCO_3$	22,0	CONDUTIV.	US 21°C	50,0
DUR.N.CARB.	mg/l $CaCO_3$	16,0	MANGANÊS	mg/l Mn	0,08

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

CONTAGEM PADRÃO DE BACTÉRIAS: 2 UFC/ml a 34,5°C – 48 h
COLIFORMES TOTAIS: zero (x) UFC/ 100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)
COLIFORMES FECAIS: zero (x) UFC/100 ml (COLILERT) < 2,2 (x) N.M.P/100 ml (T.MULT.)

OBSERVAÇÕES

POÇO PROFUNDO – PROFUNDIDADE DE 284 m, COM BOMBA SUBMERSA VAZÃO 11,4 m^3/h

CONCLUSÕES: QUANTO AOS PARÂMETROS ANALISADOS

ATENDE AOS PADRÕES FÍSICO-QUÍMICO DE POTABILIDADE: SIM
ATENDE AOS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS DE POTABILIDADE: SIM

FONTE: Pesquisa da autora (1998)



ANEXO IX

PORTARIA Nº 36, DE 19 DE JANEIRO DE 1990

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, resolve:

1 – Aprovar, na forma do Anexo a esta Portaria, normas e o padrão de Potabilidade da Água destinada ao Consumo Humano, a serem observados em todo o território nacional.

2 – O Ministério da Saúde, em articulação com as autoridades sanitárias competentes dos Estados e do Distrito Federal exercerá a fiscalização e o controle do exato cumprimento das normas e do padrão aprovados por esta Portaria.

3 – O Ministério da Saúde promoverá a revisão das normas e do padrão aprovados por esta Portaria, a cada cinco anos ou, a qualquer tempo, mediante solicitação justificada dos órgãos de saúde ou de instituições de pesquisa de reconhecida confiabilidade.

4 – Para os efeitos desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

4.1 – Água Potável: aquela com qualidade adequada ao consumo humano;

4.2 – Grupo Coliformes: todos os bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35º Cº (trinta e cinco graus Celsius), em 24-48 (vinte e quatro – quarenta e oito) horas. Quanto às técnicas de detecção, considera-se do Grupo Coliformes aqueles organismos que na técnica dos tubos múltiplos (ensaios presuntivo e confirmatório) fermentam a lactose, com produção de gás, a 35º Cº (trinta e cinco graus Celsius); no caso da técnica da membrana filtrante, aqueles que produzem colônias escuras, com brilho metálico, a 35 C (trinta e cinco graus Celsius), em meios de cultura do tipo Endo, no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas;

4.3 – Coliformes Fecais ou Coliformes Termotolerantes: são as bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém à temperatura de incubação de 44,5 C (quarenta e cinco graus Celsius), mais ou menos 0,2 (dois décimos) por 24 (vinte e quatro) horas;

4.4 – Contagem de bactérias heterotróficas ("Pour Plate Method"): contagem de Unidade Formadoras de Colônia (UFC), obtida por semeadura,

em placa, de 1 (um) mil de amostra e de suas diluições (de modo a permitir a contagem mínima estabelecida no padrão bacteriológico, por incorporação em ágar padrão – "Plate Count Agar" – para contagem), com incubação a 35º Cº (trinta e cinco graus Celsius) mais ou menos 0,5 (cinco décimos) por 48 (quarenta e oito) horas;

4.5 – Teste de Presença/Ausência (P/A): teste qualitativo da avaliação de presença ou ausência de bactérias do grupo coliformes em 100 ml de água);

4.6 – Controlé da qualidade de água de abastecimento público; conjunto de atividades executadas pelo Serviço de Abastecimento Público de Água, com o objetivo de obter e manter a potabilidade da água;

4.7 – Vigilância da Qualidade de Água de abastecimento público: conjunto de atividades de responsabilidade da autoridade sanitária estadual competente, com a finalidade de avaliar a qualidade da água distribuída e de exigir a tomada de medidas necessárias, no caso da água não atender ao padrão de potabilidade;

4.8 – Padrão de Potabilidade: conjunto de valores máximos permissíveis, das características de qualidade da água destinada ao consumo humano;

4.9 – Serviço de Abastecimento Público de Água (SAA): conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade;

4.10 – Sistema de Abastecimento Público de Água: parte física do Serviço de Abastecimento Público de Água, constituído de instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade;

4.11 – Valor Máximo Permissível (VMP): valor de qualquer característica da qualidade da água, acima do qual ela é considerada não potável.

5 – Sempre que forem verificadas alterações em relação ao padrão da água para consumo humano, o Serviço de Abastecimento Público de Água e os órgãos de vigilância deverão estabelecer entendimento para a elaboração de um plano de ação e a tomada das medidas cabíveis, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

6 – O descumprimento das determinações desta Portaria sujeitará os responsáveis pelos sistemas de abastecimento público de água às sanções administrativas cabíveis, de acordo com o regime jurídico a que estiverem submetidos.

7 – As autoridades sanitárias competentes dos Estados e do Distrito Federal, tendo em vista as condições locais, poderão estabelecer condições mais restritivas, bem como dispensar os Serviços de Abastecimento Público de Água da realização de determinada (s) análise (s) específica (s), uma vez verificada, por registros históricos e avaliações sanitárias, a inexistência do (s) componente (s) químico (s) em questão.

8 – O padrão aprovado por esta Portaria constitui o limite máximo para cada elemento ou substância química, não estando considerados eventuais efeitos sinérgicos entre eles e outros elementos ou substâncias. Verificados tais efeitos, comprovadamente prejudiciais à saúde, os limites estabelecidos deverão ser reavaliados.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

9 – Diante de condições específicas locais, o Serviço de Abastecimento Público de Água deverá aumentar a freqüência e o número de amostras além das mínimas estabelecidas nesta Portaria, a critério próprio ou do órgão sanitário estadual competente, visando a garantir o atendimento ao padrão de potabilidade.

10 – Para o atendimento das exigências de ordem técnico-instrumental, que a detecção ou quantificação de alguns componentes imponham, caberá aos serviços de abastecimento público de água e aos órgãos de vigilância promoverem sua própria capacitação, a fim de atender aos objetivos desta Portaria, podendo confiar tais atribuições a laboratórios certificados pelo Ministério da Saúde ou pela autoridade sanitária competente dos Estados e do Distrito Federal.

11 – Os serviços de abastecimento de água deverão encaminhar às Secretarias de Estado da Saúde, ou órgãos equivalentes, relatórios mensais relativos ao efetivo cumprimento das disposições desta Portaria.

12 – Serão obrigatoriamente observados em todo o território nacional as normas e o padrão de potabilidade estabelecidos nesta Portaria, dentro de dois anos a contar da data de sua publicação.

13 – Durante o prazo previsto no item anterior, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão promover as medidas que, para o fiel cumprimento desta Portaria, se façam necessárias.

14 – Até a entrada em vigor das normas e do padrão aprovados por esta Portaria, continuarão vigorando os estabelecidos na Portaria nº 56/Bsb, de 14 de março de 1977.

15 – Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, desde que devidamente capacitados, poderão adotar, a partir da publicação desta Portaria, as normas e o padrão de potabilidade da água nela estabelecidos.

16 – Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário. – SEIGO TSUZUKI.

NORMAS E PADRÃO DA POTABILIDADE DE ÁGUA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO

1. PADRÃO DE POTABILIDADE:

A água potável, destinada ao abastecimento das populações humanas, deve atender às seguintes características de qualidade:

1.1 – FÍSICAS, ORGANOLÉPTICAS E QUÍMICAS

As características físicas, químicas e organolépticas da água de consumo humano e seus VMPs estão listados na tabela I.

Tabela I

Valores máximos permissíveis das características físicas, organolépticas e químicas da água potável

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	VMP
I – Físicas e Organolépticas		
Cor aparente	uH (1)	5 (obs-1)
Odor		Não objetável
Sabor		Não objetável
Turbidez	uT	1 (obs-2)
II – a) Componentes Inorgânicos que afetam a saúde		
Arsênio	mg/L	0,05
Bário	mg/L	1,0
Cádmio	mg/L	0,005
Chumbo	mg/L	0,05
Cianetos	mg/L	0,1
Cromo Total	mg/L	0,05
Fluoretos	mg/L	Obs-3
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitratos	mg/L N	10
Prata	mg/L	0,5
Selênio	mg/L	0,1
II – b) Componentes Orgânicos que afetam a Saúde		
Aldrin e Dieldrin	ug/L	0,03
Benzeno	ug/L	10
Benzeno-a-pireno	ug/L	0,01
Clordano (Total de Isômeros)	ug/L	0,3
DDT(p-p'DDT; o-p'DDT; p-p'DDE; o-p'DDE)	ug/L	1
Endrin	ug/L	0,2
Heptacloro e Heptacloro epóxido	ug/L	0,1
Hexaclorobenzeno	ug/L	0,01
Lindano (Gama HCH)	ug/L	3
Metoxicloro	ug/L	30
Pentaclorofenol	ug/L	10
Tetracloreto de Carbono	ug/L	3
Tetracloreteno	ug/L	10
Toxafeno	ug/L	5,0
Tricloroeteno	ug/L	30
Trihalometanos	ug/L	100 (obs-4)
1,1 Dicloroeteno	ug/L	0,3

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	VMP
1,2 Dicloroetano	ug/L	10
2,4 D	ug/L	100
2,4,6 Triclorofenol	ug/L	10 (obs-5)
II – c) Componentes que afetam a qualidade Organoléptica		
Alumínio	mg/L	0,2 (obs-6)
Agentes Tenso-ativos (Reagentes ao azul de metileno)	mg/L	0,2
Cloretos	mg/L	250
Cobre	mg/L.	1,0
Dureza Total	mg/L.	500
Ferro Total	mg/L.	0,3
Manganês	mg/L.	0,1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L.	1000
Sulfatos	mg/L.	400
Zinco	mg/L.	5

(1) uH é a unidade de escala de Hazen (de platina – cobalto).
(2) uT é a unidade de turbidez, seja em unidade de Jackson ou nefelométrica.
Obs. 1 – Para a cor aparente, o VMP é 5 (cinco) uH para água entrando no sistema de distribuição. O VMP de 15 (quinze) uH é permitido em pontos da rede de distribuição.
Obs. 2 – Para a turbidez, o VMP é 1,0 uT, para a água entrando no sistema de distribuição. O VMP de 5,0 uT é permitido em pontos da rede de distribuição, se for demonstrado que a desinfecção não é comprometida pelo uso desse valor menos exigente.
Obs. 3 – Os valores recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias do ar deverão atender à legislação em vigor.
Obs. 4 – Sujeito a revisão em função dos estudos toxicológicos em andamento. A remoção ou prevenção de trilhalometanos não deverá prejudicar a eficiência da desinfecção.
Obs. 5 – Concentração limiar do odor de 0,1 ug/L.
Obs. 6 – Sujeito a revisão em função de estudos toxicológicos em andamento.

1.1.1 – RECOMENDAÇÃO

a) O pH deverá ficar situado no intervalo de 6,5 a 8,5;

b) A concentração mínima de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição, deverá ser de 0,2 mg/L.

c) A água de abastecimento não deverá apresentar nenhuma das substâncias relacionadas na Tabela II, em teores que lhe confiram odor característico.

unesp

TABELA II

SUBSTÂNCIA	CONCENTRAÇÃO LIMIAR DE ODOR
Clorobenzenos	0,1 a 3 ug/L.
Clorofenóis e Fenóis	0,1 ug/L.
Sulfetos de Hidrogênio (não ionizável)	0,025 a 0,25 ug/L. (em S)

d) Recomenda-se a realização de análises pelo método da medida da atividade anticolinesterásica para verificação da presença de carbo carbamatos e fosforados nas águas de abastecimento público (limite detec. do método = 10 ug/L.).

1.1.2 – Amostragem

O número mínimo de amostras e a freqüência mínima de amostragem a serem efetuadas pelos serviços de abastecimento público de água deverão obedecer a Tabela III.

TABELA III

NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS E FREQÜÊNCIA MÍNIMA DE AMOSTRAGEM PARA ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE FÍSICAS, ORGANOLÉPTICAS E QUÍMICAS DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO A SEREM EFETUADAS PELOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, COLETADAS NA ENTRADA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO E NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

	ENTRADA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	REDE DE REDISTRIBUIÇÃO NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS		
População abastecida (hab)	**********	Até 50.000	50.001 a 250.000	Acima de 250.000
Número de amostras	1	1	1/p cada 50.000	4+(1 p/cada 250.000)

FREQÜÊNCIA MÍNIMA DE AMOSTRAGEM

I – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ORGANOLÉPTICAS

COR APARENTE	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
TURBIDEZ	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
SABOR	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
ODOR	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
pH	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
	Diária	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal

II – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

II – a) Componentes inorgânicos que afetam a Saúde

Cádmio	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
Chumbo	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
Cloro residual	Diário	(*)	(*)	(*)
Cromo total	Semestral	Semestral	Semestral	Semestral
Fluoreto	Diário (**)	Mensal (**)	Mensal (**)	Mensal (**)
Arsênio	Semestral	****	****	****
Bário	Semestral	****	****	****
Cianetos	Semestral	****	****	****
Mercúrio	Semestral	****	****	****
Nitratos	Semestral	****	****	****
Prata	Semestral	****	****	****
Selênio	Semestral	****	****	****

II-b) Componentes Orgânicos que afetam a Saúde

Trihalometanos	Mensal	Semestral	****	Semestral
Aldrin e Dieldrin	Semestral	****	****	****
Benzeno	Semestral	****	****	****
Benzo-A-Pireno	Semestral	****	****	****
Clordano (Tot. Isômeros)	Semestral	****	****	****
DDT (ver tabela I)	Semestral	****	****	****
Endrin	Semestral	****	****	****
Heptacloro e Hept. Epóxido	Semestral	****	****	****
Hexaclorobenzeno	Semestral	****	****	****
Lindano (gama BCH)	Semestral	****	****	****
Metoxicloro	Semestral	****	****	****
Pentaclorofenol	Semestral	****	****	****
Tetracloreto de Carbono	Semestral	****	****	****
Tetracloroeteno	Semestral	****	****	****
Toxafeno	Semestral	****	****	****
Tricloroeteno	Semestral	****	****	****
1,1 – Dicloroeteno	Semestral	****	****	****
1,2 – Dicloroetano	Semestral	****	****	****
2,4 – D	Semestral	****	****	****
2,4,6 – Triclorofenol	Semestral	****	****	****

II – c) Componentes que afetam a qualidade Organoléptica

Alumínio	Mensal	Semestral	Semestral	Semestral
Ferro total	Mensal	Semestral	Semestral	Semestral
Manganês	Semestral	****	****	****
Agentes Tenso-Ativos	Semestral	****	****	****
Cloretos	Semestral	****	****	****
Cobre	Semestral	****	****	****
Dureza Total	Semestral	****	****	****
Sol. Total Dissolvidos	Semestral	****	****	****
Sulfatos	Semestral	****	****	****
Zinco	Semestral	****	****	****

1) (****) Coleta de amostras não obrigatória;
2) na determinação do número de amostras, toda fração decimal deverá ser aproximada para o número inteiro imediatamente mais próximo;
3) (*) Analisar o clororesidual em todas as amostras coletadas para análise bacteriológicas;
4) (**) Se houver fluoretação artificial. Quando houver fluoreto natural no manancial, a amostragem deverá ser semestral apenas na entrada do Sistema de Distribuição;
5) As amostras devem ser representativas da rede de distribuição, independente de quantas unidades de produção a alimentem.

1.2 – Bacteriológicas

1.2.1 – Ausência de coliformes fecais em 100 (cem) mililitros de amostra.

1.2.2 – Ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100 (cem) mililitros quando a amostra é coletada na entrada da rede de distribuição.

1.2.3 – Nas amostras procedentes da rede de distribuição, 95% (noventa e cinco por cento) deverão apresentar ausência de coliformes totais em 100 (cem) mililitros. Nos 5% (cinco por cento) das amostras restantes, serão tolerados até 3 (três) coliformes totais em 100 (cem) mililitros, desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto.

1.2.4 – Nos sistemas de distribuição de água sem tratamento, 98% (noventa e oito por cento) das amostras deverão apresentar ausência de coliformes totais em 100 (cem) mililitros. Nos 2% (dois por cento) das amostras restantes serão tolerados até 3 (três) coliformes em 100 (cem) mililitros desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto.

1.2.5 – Em água não canalizada usada comunitariamente e sem tratamento (poços, fontes, nascentes etc.), desde que não haja disponibili-

dade de água de melhor qualidade, 95% (noventa e cinco por cento) das amostras devem apresentar ausência de coliformes totais em 100 (cem) mililitros. Nos 5% (cinco por cento) das amostras restantes serão tolerados até 10 (dez) coliformes totais em 100 (cem) mililitros, desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto. Neste caso, deve-se providenciar a melhoria dessa condição ou a utilização de água que apresente melhor qualidade bacteriológica, acompanhada por inspeções sanitárias freqüentes e coleta de dado epidemiológico.

1.2.6 – O volume mínimo de amostras a ser analisado é de 100ml. No caso de técnica dos tubos múltiplos, quando não houver possibilidade de analisar os 100ml, permite-se a análise de 5 porções de 10ml (50ml).

1.2.7 – Quando forem obtidos resultados desfavoráveis, pelo teste P/A (presença/ausência), duas novas amostras deverão ser coletadas nos mesmos pontos, em dias imediatamente consecutivos, para exame quantitativo, quer pela técnica de tubos múltiplos ou de membrana filtrante, visando a atender os itens anteriores no referente a percentagem de amostras onde se considera o limite máximo tolerado de coliformes totais.

1.2.8 – Em qualquer dos casos incluídos no subitem (1.2), quando forem obtidos resultados desfavoráveis, novas amostras deverão ser coletadas nos mesmos pontos em dias imediatamente sucessivos, até que duas amostras consecutivas revelem qualidade satisfatória, em função das providências adotadas. Essas amostras, consideradas extras, não serão computadas no número mínimo de amostras estabelecido na Tabela IV.

1.2.9 – Para efeito desta Portaria, na determinação de coliformes totais pelas técnicas dos tubos múltiplos e P/A, quando o ensaio presuntivo for positivo, a análise deverá ser conduzida até o ensaio confirmatório.

1.2.10 – Se ocorrer positividade das amostras analisadas pelos órgãos responsáveis pela vigilância da qualidade da água, o Serviço de Abastecimento de Água deverá ser notificado para adoção das medidas corretivas e execução de novas análises, até que 2 (duas) amostras sucessivas apresentem resultados satisfatórios, após o que informará aos órgãos responsáveis pela vigilância, que poderão coletar novas amostras, para a confirmação da efetividade das medidas.

1.2.11 – Recomendações

Para avaliar as condições sanitárias dos sistemas de abastecimento público de água, é recomendado que, em 20% (vinte por cento) das amostras analisadas por mês, semestre ou ano, seja efetuada a contagem de bactérias heterotróficas, que não poderão exceder a 500 (quinhentas) Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por mililitro. Se ocorrer número superior ao recomendado, deverá ser providenciada imediata recoleta e inspeção local. Confirmada e/ou constatada irregularidades, deverão ser tomadas providências para sua correção. A técnica do espalhamento em placa (Spread Plate Method) também poderá ser adotada. Na recoleta, para verificação da colimetria positiva (item 1.2.8), recomenda-se que sejam coletadas 3 (três) amostras simultâneas, no local da amostragem e em 2 (dois) pontos situados antes e depois do mesmo.



1.2.12 – Amostragem

O número mínimo de amostras e a freqüência mínima de amostragem a serem efetuadas pelos serviços de abastecimento público deverão seguir a Tabela IV.

TABELA IV

Número mínimo de amostras e freqüência mínima de amostragem para verificação das características bacteriológicas da água do sistema de abastecimento público

POPULAÇÃO TOTAL	NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS A SEREM EFETUADAS PELO SAA	
	FREQUÊNCIA	AMOSTRAS MENSAIS
Até 5.000	Semanal	5
5.001 a 20.000	Semanal	1 p/ cada 1.000 (hab)
	FREQÜÊNCIA	AMOSTRAS MENSAIS
20.001 a 100.000	2 x p/ Semana	1 p/ cada 1.000 (hab)
Acima de 100.000	Diária	90 + (1 p/cada 10.000 (hab)

Obs.: As amostras devem ser representativas da rede de distribuição independente de quantas unidades de produção a alimentem, distribuídas uniformemente ao longo do mês.

1.3 – Radioativas

1.3.1 – O valor de referência para a radioatividade alfa total (incluindo o Rádio 226) é de 0,1Bq/l (um décimo de bequerel por litro).

1.3.2 – O valor de referência para a radioatividade beta total é de 1Bq/l (um bequerel por litro).

1.3.3. – Se os valores encontrados forem superiores aos referidos nos subitens 1.3.1 e 1.3.2 deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela Norma Experimental da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, Diretrizes Básicas de Radioproteção (CNEN – NE 3.01), para se concluir sobre a potabilidade da água.

1.3.4 – Recomendações

Recomenda-se a realização de levantamento geral em cada Estado e no Distrito Federal, a fim de possibilitar o conhecimento dos níveis de radioatividade dos corpos de água destinada a abastecimento público em cada região.

1.3.5 – Amostragem

A freqüência mínima de amostragem, para a verificação das características de qualidade radiológica da água dos sistemas de abastecimento público, dependerá da existência de causas de radiação artificial ou natural, decorrentes ou não de atividades humanas.

unesp

2. CONDIÇÕES

2.1 – Comprovado que a água fornecida à população não atende às características de qualidade estabelecidas nesta norma e padrão de potabilidade da água para consumo humano, as autoridades sanitárias estaduais e do Distrito Federal poderão autorizar o seu fornecimento a título precário e excepcional, desde que não haja risco à saúde. Nesse caso, deverão exigir o tratamento adequado, ou pesquisa de outros corpos de água para o Abastecimento Público, colaborando para a correção da falha, bem como alertar o consumidor para que tome medidas preventivas e estabelecer prazos para a adoção, pelo SAA, das medidas corretivas necessárias.

2.2 – Para a verificação da qualidade da água, tendo em vista o Padrão de Potabilidade estabelecido, serão adotadas, preferencialmente, as técnicas de coleta e análise de água constantes do "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater", última edição, da American Public Health Association (APHA), da American Water Works Association (AWWA) e da Water Pollution Control Federation (WPCF), até que sejam publicadas Normas Nacionais. Metodologias alternativas deverão receber aprovação do Ministério da Saúde para terem validade, mediante apresentação de documentação científica adequada.

2.3 – Ocorrendo a presença de substâncias e/ou elementos químicos decorrentes de falhas nos processos de tratamento, ou acidente de qualquer natureza, que coloque em dúvida a qualidade da água distribuída, a situação deverá ser avaliada pela autoridade sanitária estadual competente, para a tomada imediata das medidas cabíveis.

2.4 – Em nenhum momento, o Sistema de Abastecimento Público de Água poderá ser operado de maneira a causar pressão negativa em qualquer ponto da rede de distribuição.

2.5 – Todos os novos projetos de ampliação de Sistema Públicos de Abastecimento de Água deverão atender aos requisitos das Normas Técnicas da ABNT.

REFERÊNCIAS

Na aplicação das presentes Normas, deverão ser consultadas:

Portaria nº 443/Bsb/78, do Ministro da Saúde;

Portaria nº 635/Bsb/75, do Ministro da Saúde;

Portaria nº 280/Bsb/77, do Ministro da Saúde;

Guias para La Calidad Del Água Potable

Vol. 1 – Recomendaciones – OPAS – 1995

Vol. 2 – Critérios Relativos a La Salud y otra Information de Base – OPAS – 1987

Diretrizes Básicas de Radioproteção/88 da CNEN

P-NB-587 – Elaboração de Estudos de Concepção de Sistema Público de Abastecimento de Água;

P-NB-588 – Elaboração de Projetos de Poços Tubulares Profundos para Captação de Água Subterrânea;

P-NB-589 – Elaboração de Projetos Hidráulicos de Sistemas de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público;

P-NB-590 – Elaboração de Projetos de Sistemas do Bombeamento de Água para Abastecimento Público;

P-NB-591 – Elaboração de Projeto de Sistemas de Adução de Água para Abastecimento Público;

P-NB-592 – Elaboração de Projetos de Sistemas de Tratamento de Água para Abastecimento Público;

P-NB-593 – Elaboração de Projetos de Reservatórios de Distribuição de Água para Abastecimento Público;

P-NB-594 – Elaboração de Projetos Hidráulicos de Redes de Distribuição de Água Potável para Abastecimento Público;

CANADA – Guidelines for Candian Drinking Water Quality, Federal-Provincial Advisory Commites on Environmental and Occupational Health and Welfare, Canadá, 1987 – 20 pp.

Conselho das Comunidades Européias – Diretiva do Conselho de 15 de julho de 1980 relativa à qualidade das águas destinadas ao Consumo Humano (80/778/CCE). J.O. Comunid. Europ. nº L229/11 (30-8-80) 15 (02): 174-192. 1980.

Federal Register 47:43 4-3-1982, EUA

Federal Register 48:134 5-10-1983, EUA

Rodier, J. Lanlaise chimique et physique – Chimique de Leau. 4 ed. pág. 317-19. 1971.

(Of. nº 15/90)

ANEXO X

Resolução SS-293, de 25/10/96

Estabelece os procedimentos do Programa de Vigilância da Qualidade da água para o consumo humano no Estado de São Paulo e dá providências correlatas.

O Secretário da Saúde, com fundamento no inciso VI do artigo 200 da Constituição Federal e na Portaria 36 GM de 19.01.90 do Ministério da Saúde, e

Considerando a importância de garantir que a água distribuída para a população esteja dentro do padrão de potabilidade previsto pela legislação e pelas normas específicas, como medida de prevenção de doenças e promoção da saúde;

Considerando a relevância das ações já desenvolvidas pelo programa de Vigilância Sanitária da Qualidade de Água para Consumo Humano (PRÓÁGUA) no Estado de São Paulo, no contexto das ações integrais de saúde;

Considerando a responsabilidade da autoridade sanitária estadual na vigilância da qualidade da água para consumo humano, conforme item 4.7 da Portaria 36/90 GM, e

Considerando a necessidade de adequar os procedimentos do PRÓ-ÁGUA à legislação vigente, no tocante à relação entre Sistemas de Abastecimento Público de água e a autoridade sanitária, resolve:

Art. 1° - Os Sistemas de Abastecimento Público de Água, assim considerando como o conjunto de instalações é equipamentos destinados a fornecer água potável para a comunidade, deverão Ter um responsável técnico, legalmente habilitado.

Art. 2° - Os Sistemas de Abastecimento Público de Água deverão ser cadastrados anualmente, pelos responsáveis, junto à Direção Regional de Saúde – DIR da Secretaria de Estado da Saúde, de sua localidade, conforme modelo de cadastro constante do Anexo I da presente resolução.

Art. 3° - Os responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento Público de Água deverão apresentar à Direção Regional de Saúde – DIR de sua localidade;

I – anualmente, Plano de Amostragem Mensal e Semestral da água distribuída, contemplando pontos representativos da rede e com base em critérios técnicos, fixados pela Portaria 36/90 GM, conforme modelo constante do Anexo II da presente resolução;

II – semestralmente, até o dia 15 de julho e 15 de dezembro de cada ano, Relatório Semestral do Sistema, conforme modelo constante do Anexo III da presente resolução e observada as disposições da Portaria 36/90 GM;

III – mensalmente, até o dia 15 de cada mês, o Relatório Mensal do Sistema, conforme modelo constante do Anexo IV da presente resolução e observada as disposições da Portaria 36/90 GM.

Art. 4° - Os responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento Público de Água terão prazo de 90 (noventa) dias, a contar da data da publicação da presente resolução, para efetuarem o cadastramento do Sistema e apresentarem o Plano de Amostragem da água distribuída, referente ao ano em curso, à Direção Regional de Saúde – DIR de sua localidade.

Art. 5° - Ficam estabelecidos os seguintes critérios de classificação da qualidade da água distribuída pelos Sistemas de Abastecimento Público de água:

I – ÁGUA BOA, como aquela que apresenta todos os parâmetros dentro dos seguintes limites:

a) cor aparente menor ou igual a 5 UH;
b) pH de 6,5 a 8,5;
c) turbidez menor ou igual a 1 UT;
d) odor e sabor não objetáveis;
e) flúor de 0,6 a 0,8 mg/l;
f) cloro residual livre igual ou maior que 0,2 mg/l;
g) cloro residual total maior maior ou igual a 2 mg/l;
h) coliformes totais até 3 (três) em 100 ml em 5% das amostras realizadas no mês;
i) coliformes fecais ausentes.

II – ÁGUA ADEQUADA, como aquela que apresenta todos os parâmetros dentro dos seguintes limites:

a) cor aparente maior que 5 UH e menor ou a igual a 15 UH;
b) pH de 6,0 a 10,0;
c) turbidez maior que 1 UT e menor ou igual a 5 UT;
d) odor e sabor não objetáveis;
e) flúor de 0,6 a 0,8 mg/l;
f) cloro residual livre maior que 0,2 mg/l;
g) cloro residual total igual ou maior que 2 mg/l;
h) coliformes totais até 3 (três) em 100 ml em 5% das amostras realizadas no mês;
i) coliformes fecais ausentes.

III – ÁGUA INADEQUADA, como aquela que apresenta pelo menos um parâmetro nos seguintes limites:

a) cor aparente maior que 15;
b) pH menor que 6,0 ou maior que 10,0;
c) turbidez maior que 5 UT;
d) odor e sabor objetáveis;
e) flúor menor que 0,6 mg/l ou maior que 1,0 mg/l;
f) cloro residual livre menor que 0,2 mg/l;
g) coliformes totais acima de 3 (três) em 100 ml ou a presença em mais de 5% das amostras;
h) coliformes fecais presentes.

1° - O limite de flúor, de que trata a alínea "e" dos incisos I e II deste artigo, poderá ser considerado de 0,8 a 1,0 mg/l, desde que atendido o disposto na Resolução SS-250, de 15.08.95.

2° - O limite de cloro residual total, de que trata a alínea "g" do inciso I e II deste artigo, aplica-se aos Sistemas que utilizam cloraminas, de acordo com a Resolução SS-50, de 26-4-95.

Art. 6a – Quando a quantidade de amostras realizadas for inferior a quantidade estabelecida no Plano de Amostragem, a água receberá a classificação INADEQUADA POR FALTA DE DADOS.

Art. 7a - A classificação da qualidade da água será efetuada pelos Sistemas de Abastecimento Público de Água, devendo constar do Relatório Mensal do Sistema, a que se refere o inciso III do artigo 3° desta resolução.

Parágrafo único – A Direção Regional de Saúde examinará se a classificação da qualidade da água foi efetuada com estrita observância dos parâmetros fixados pelo artigo 5° desta resolução.

Art. 8° - A autoridade sanitária poderá solicitar aos responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento Púbico de Água a apresentação de dados sobre outros parâmetros, diverso dos constantes do art. 5° desta resolução, no caso de suspeita ou comprovação de presença de agentes físicos, químicos e/ou biológicos na água distribuída.

Art. 9° - Os responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento de Água informarão aos consumidores a classificação da água distribuída no mês anterior e manterão à disposição todos os dados relativos a qualidade da água distribuída, no setor de atendimento e informações ou outro local de fácil acesso ao consumidor.

Parágrafo único – Fica proibida a utilização de dados de qualidade da água pelo consumidor, para propaganda, comercialização de produtos ou outros fins que possam prejudicar o desempenho e a qualidade do serviço prestado pelo Sistema de Abastecimento Público de Água.

Ar. 10° - A autoridade sanitária comunicará imediatamente aos responsáveis pelos Sistemas de Abastecimento Público de Água sempre que, da análise dos Relatórios do Sistema, resultar suspeita de algum comprometimento que possa causar risco à qualidade da água distribuída.

Art. 11 – A inobservância das disposições da presente resolução caracteriza infração sanitária, com sanções administrativas previstas em legislação específica.

Art. 12 – Esta resolução entrará em vigor na data de sua publicação, ficando revogada a Resolução SS-178, de 26-06-96,

José da Silva Guedes

Secretário de Estado da Saúde

unesp

ANEXO XI

VILA AIMORÉS - BAURU-SP



unesp

