



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

ESTUDO DE MELHORIAS DOS SISTEMAS DE CLORAÇÃO DA ÁGUA DE  
ABASTECIMENTO NA CORSAN PELA INSTALAÇÃO DE EVAPORADORES DE CLORO E  
LAVADORES DE GASES

DANIELA DE BACCO FREITAS

Orientador: Profa. Dra. Líliliana Amaral Feris

Porto Alegre, Julho de 2011

*“Chegaram a Mara, mas não podiam beber as águas de Mara porque eram amargas; por isto pôs um nome conveniente chamando-o Mara, isto é amargura. O povo murmurou contra Moisés, dizendo: Que havemos de beber? Ele, porém, clamou ao Senhor, o qual lhe mostrou uma madeira; e, tendo-a lançado nas águas, elas se tornaram doces.”*

*Êxodo 15: 23 - 25*

## Agradecimentos

Ao Maior dos Engenheiros, Deus, responsável pelos mais grandiosos projetos, por desenhar minha vida com tanta perfeição, colocando no meu caminho pessoas maravilhosas a começar pela minha família.

Ao meu namorado, Carlos Alberto da Silva, por toda dedicação, orientação, paciência, amor e carinho na elaboração do presente trabalho e na vida.

À minha querida orientadora, professora Doutora Liliana Amaral Feris por toda ajuda.

À Engenheira Catarina De Luca de Lucena, Superintendente de Tratamento da CORSAN, por autorizar a utilização dos dados.

## Sumário

LISTA DE FIGURAS .....	V
RESUMO .....	VI
1 INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	2
2 EMBASAMENTO TEÓRICO .....	4
2.1 A Água Potável .....	4
2.2 Tratamento da Água.....	5
2.2.1 Processos de Coagulação e Floculação .....	5
2.2.2 Alcalinização.....	8
2.2.3 Dosagem requerida do coagulante e do alcalinizante – teste de clarificação.....	8
2.2.4 Decantação .....	9
2.2.5 Filtração.....	10
2.2.6 Fluoretação.....	11
2.2.7 Desinfecção.....	12
2.2.8 Sistemas de cloração .....	13
2.2.9 Evaporador de Cloro.....	14
2.2.10 Lavador de Gases.....	14
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	16
4 METODOLOGIA .....	17
5 RESULTADOS.....	18
5.1 Descrição do evaporador de cloro instalado na ETA Cachoeirinha .....	18
5.2 Descrição do funcionamento dos sistemas de cloração .....	19
5.3 Descrição do funcionamento do Lavador de Gases .....	23
5.4 Avaliação dos benefícios para comunidade .....	24
6 CONCLUSÕES .....	26
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

## Lista de Figuras

Figura 1. Aplicação de coagulante no ressalto hidráulico. ....	7
Figura 2. Foto de floculador em ETA. ....	8
Figura 3. Foto e desenho esquemático de decantador. ....	10
Figura 4. Foto e desenho esquemático de filtro. ....	11
Figura 5. Desenho esquemático do sistema de cloração. ....	14
Figura 6. Desenho esquemático das etapas de processo da estação de tratamento de água em estudo. ....	16
Figura 7. Fotos do Evaporador de Cloro Fluid Feeder Série 200 e da serpentina. ....	19
Figura 8. Esquema interno do cilindro de cloro. ....	19
Figura 9. Esquema de funcionamento do sistema de cloração sem evaporador de cloro. ....	20
Figura 10. Esquema de funcionamento do sistema de cloração com evaporador de cloro. ....	20
Figura 11. Fotos de baterias de cilindros comparando sistemas sem e com evaporador de cloro. ....	21
Figura 12. Fotos de cilindros com umidade condensada na superfície. ....	22
Figura 13. Foto dos cilindros sem condensação de umidade na superfície. ....	22
Figura 14. Fotos do detector de vazamento de cloro. ....	23
Figura 15. Lavador de Gases instalado na ETA Cachoeirinha. ....	24
Figura 16. Fotos retiradas do bloco hidráulico da ETA, mostrando a concentração populacional no entorno da estação. ....	24

## Resumo

A cloração tem sido a principal forma de desinfecção praticada nas estações de tratamento de água. A Companhia Riograndense de Saneamento, CORSAN, principal responsável pelo abastecimento de água potável no Rio Grande do Sul, opera com 178 ETAs nas quais a desinfecção da água é feita pela utilização de cloro gás.

O presente trabalho teve o objetivo de estudar as melhorias dos sistemas de cloração da água de abastecimento na CORSAN pela instalação de evaporadores e lavadores de gases.

Evaporadores de cloro são equipamentos que permitem a retirada do cloro do interior dos cilindros na sua forma líquida, eliminando a necessidade da adoção de baterias de cilindros de cloro numerosas operando em paralelo, sem a condensação de umidade nas paredes externas, contribuindo para a redução da perda de cilindros pela corrosão causada pela formação de ácido clorídrico no contato do gás cloro com a umidade condensada, além da redução da área ocupada pelos sistemas de cloração, do número de cilindros presentes na estação e do risco operacional.

Na concepção dos projetos a indústria de potabilização de água (ETA) é instalada em locais apropriados e com afastamento das áreas residenciais, porém o crescimento populacional e a falta de planejamento urbano faz com que as áreas circunvizinhas às ETAs tornem-se condomínios desorganizados expondo os moradores a uma condição de risco de intoxicação.

Visando contemplar toda e qualquer possibilidade de ocorrência de acidente que proporcione o vazamento, a unidade foi contemplada com o sistema de lavador de gases automático, acionado por um sinal proveniente de um detector de vazamento.

O projeto piloto realizado na ETA Cachoeirinha comprovou a viabilidade do investimento no ponto de vista financeiro e de segurança, sugerindo a ampliação para outras estações de tratamento de água com características operacionais semelhantes.

# 1 Introdução

O acesso água potável é fundamental à sobrevivência humana. Torna-se importante observar que tanto qualidade quanto a quantidade deste recurso deveria atender a todas as necessidades do homem, não só para a proteção de sua saúde, como também para o desenvolvimento econômico. No passado, as primeiras comunidades agrícolas se estabeleceram ao redor dos rios e lagos. Posteriormente as cidades foram fundadas junto a elas e hoje em dia uma das maiores preocupações das grandes metrópoles é conseguir um adequado abastecimento de água.

De acordo com os dados do Censo 2000, no Brasil, dos 44.795.101 domicílios, 34.859.339 encontram-se ligados à rede geral de abastecimento de água, alcançando um percentual de 77,82%. No Rio Grande do Sul, dos 3.042.039 domicílios, 2.423.264 encontram-se ligados à rede geral, o que corresponde a 79,66%, taxa de atendimento superior à brasileira.

Para ser considerada potável e assim ser distribuída, a água necessita passar pelo processo de desinfecção, que tem por finalidade a destruição de microorganismos patogênicos que possam estar presentes (bactérias, protozoários, vírus e vermes).

Dentre os métodos de desinfecção utilizados na produção de água potável, pode-se destacar a desinfecção com dióxido de cloro, a ozonização, a radiação ultravioleta e a cloração.

A cloração tem sido a principal forma de desinfecção praticada nas estações de tratamento de água. O início do século XX foi marcado por grandes avanços nos campos de ciência e tecnologia e a cloração de água para consumo humano figura entre aqueles que mais contribuíram para a ampliação dos níveis de qualidade de vida da população mundial. Um dos indicadores mais significativos é a brusca redução do índice de óbitos em decorrência de doenças de veiculação hídrica.

A cloração é o procedimento que se inicia nas estações de tratamento de água, não encerrando ali seus efeitos, pois continua agindo ao longo de toda a rede de distribuição, garantindo assim o padrão de potabilidade da água para consumo humano, normatizado pelo Ministério da Saúde, através da Portaria 518/2004 que estabelece o teor mínimo de cloro residual livre de 0,2ppm em toda extensão da rede de distribuição, sendo que na saída do tratamento esse teor mínimo deve ser de 0,5ppm.

A Companhia Riograndense de Saneamento, principal responsável pelo abastecimento de água potável no Rio Grande do Sul, opera com 178 ETAs nas quais a desinfecção da água é feita pela utilização de cloro gás, sendo que 40 operam com cilindros de cloro com capacidade de 900kg e as demais com cilindros de 50 e 68kg.

Em alguns sistemas que operam com cilindros de 900kg, devido ao limite de vazão (em torno de 1% da capacidade do cilindro/hora) tem-se que adotar baterias de 10 a 14 cilindros para suprir a demanda da água tratada. Com o aumento gradativo da poluição dos mananciais, aumenta a necessidade de aplicação de maiores dosagens do produto, o que gera um risco cada vez maior de acidentes e também exige uma área cada vez maior para abrigar as instalações que compõem o sistema de cloração.

Para efeito de manuseio e transporte, o gás é mantido liquefeito no interior dos cilindros. Isso significa que, em caso de vazamento, o cloro tende a passar rapidamente para o estado gasoso, aumentando em 457 vezes seu volume na atmosfera. E, além desse risco inerente ao estado físico, esse gás apresenta riscos adicionais, como a alta toxicidade, poder de oxidação e corrosividade, agravando o cenário acidental.

Uma vez formada a nuvem no ambiente, a sua dispersão será determinada pelos parâmetros atmosféricos, basicamente umidade, temperatura, direção e velocidade do vento. As nuvens formadas a partir de liberações ocorridas no período diurno tendem a se dispersar mais rapidamente (próximo ao ponto de vazamento) devido à ocorrência de radiação solar. Já no período noturno, a nuvem formada na atmosfera irá atingir grandes distâncias para se diluir até valores seguros de concentração.

Neste contexto, o presente trabalho visa avaliar alternativas viáveis para atenuação da problemática do uso de baterias numerosas de cilindros de cloro nos sistemas de desinfecção e o benefício da instalação de um lavador de gases a ser utilizado em casos de emergências.

## 1.1 Objetivos

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar as melhorias no sistema de cloração da Estação de Tratamento de Água de Cachoeirinha (RS) a partir da instalação de equipamentos evaporadores de cloro e lavadores de gases.



Os objetivos específicos do presente estudo são:

- Descrever o funcionamento dos sistemas com e sem a implementação dos equipamentos;
- Verificar a relação custo *versus* benefício em termos de operacionalidade dos sistemas e perda de cilindros pela corrosão;
- Levantar os benefícios em termos de segurança para funcionários e comunidade circunvizinha às estações de tratamento de água.

## 2 Embasamento teórico

Neste capítulo discorrer-se-á sobre a água potável, sua regulamentação e as etapas capazes de enquadrá-la neste padrão, ou seja o tratamento convencional de água. Dentre estas será dedicada maior atenção ao sistema de cloração onde foram instalados os equipamentos, evaporadores de cloro e lavador de gases, dos quais se analisou as melhorias resultantes. O funcionamento destes também é tópico deste capítulo.

### 2.1 A Água Potável

A água constitui-se em um dos fatores mais importantes para o progresso das sociedades contemporâneas. Nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um abastecimento adequado de água, que permita aos seus habitantes viver de modo saudável e confortável e que contribua para o desenvolvimento da sua economia.

Esta noção de evolução não pode ser concebida sem se considerar a sua salubridade. Além do abastecimento em quantidade suficiente, é requisito essencial que a água seja saudável e pura, uma vez que também é o veículo mais comum e importante na transmissão/veiculação de doenças. Assim, a salubridade da água deve ser considerada uma das principais preocupações dos cidadãos e técnicos de saúde, tendo em vista a salvaguarda da saúde pública.

Sendo o abastecimento público o processo adequado de suprimento de água à comunidade, principalmente nas zonas urbanas e suburbanas, este deve preencher todos os requisitos de potabilidade da água. No Brasil, a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (vide Anexo A) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

No Rio Grande do Sul, a Portaria 518/2004 – MS deve ser respeitada, tendo como complemento a Portaria 10/99 da Secretaria Estadual da Saúde (vide Anexo B). Esta define os teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano distribuídas por sistemas de abastecimento público entre 0,6 e 0,9mg/L.

## 2.2 Tratamento da Água

O tratamento da água tem como finalidade reduzir as impurezas existentes na água bruta tornando-a potável. Dependendo da qualidade da água no manancial, o tratamento pode ser mais ou menos complexo.

De um modo geral, um sistema de abastecimento público é constituído pelos seguintes elementos/processos:

- Equipamento de captação, situado em poços, galerias de infiltração, nascentes, rios, lagos, represas, barragens, etc., para recolha de água bruta;
- Conduitas de adução, para transporte da água bruta, dos locais de captação às estações de tratamento;
- Estação de tratamento, cujas dimensões e complexidade dependem da dimensão da população a servir e das características da água a tratar;
- Equipamento para bombeamento da água entre a estação de tratamento e um ou mais reservatórios;
- Reservatórios em locais estratégicos, para que a água chegue ao consumidor com a pressão desejável. Os reservatórios também permitem acumular água com o objetivo de dar resposta às situações de emergência, ou atenuar eventuais déficits nos períodos de grande consumo;
- Rede de distribuição, constituída por vários tipos de conduitas e canalizações que conduzem a água até o local de consumo.

O tratamento convencional é composto de várias etapas, as quais podem ser utilizadas em várias combinações: coagulação, floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção.

### 2.2.1 Processos de Coagulação e Floculação

A coagulação visa aglomerar as substâncias na forma de suspensão fina (partículas com diâmetro a partir de  $10^{-5}$ cm) e suspensão coloidal (partículas com diâmetro entre  $10^{-7}$  e  $10^{-5}$ cm) em partículas maiores para que possam ser removidas posteriormente pela decantação e filtração.

A maioria dos colóides presentes na água são dotados de carga negativa resultante da adsorção preferencial de íons negativos ou da ionização das suas moléculas. Essas partículas de tamanho diminuto não são removidas por decantação direta e, como possuem mesma característica elétrica, a força de repulsão não permite a aglomeração.

Para promover a remoção destas partículas torna-se imprescindível a neutralização destas cargas negativas e a posterior aglutinação para que as mesmas tornem-se maiores e possam ser removidas pela ação da gravidade. Coagulantes são os agentes químicos geradores de cargas positivas que neutralizam os colóides e que têm capacidade de propiciar a aglomeração dos mesmos.

Os principais reagentes coagulantes são:

- Sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ): obtido pelo ataque do ácido sulfúrico à bauxita pulverizada. Mais comumente encontrado nas formas branca (isento de ferro), o qual apresenta um custo mais elevado; e amarelo, ou ferroso, mais comum e mais barato, podendo ser comercializado na forma sólida (em torno de 17% de alumina) ou em solução (em torno de 8% de alumina)
- Sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ): subproduto de diversos processamentos químicos e da decapagem do aço, usado em águas fortemente alcalinas.
- Sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ou  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ): particularmente indicado para remover cor em pH reduzido.
- Cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$  ou  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ): tem uso muito limitado por ser muito corrosivo.

Na floculação, ocorrem interações entre as impurezas desestabilizadas e as espécies hidrolisadas positivas (provenientes da hidrólise dos agentes coagulantes) para a formação de aglomerados – chamados usualmente de flocos - que posteriormente serão removidos por sedimentação e filtração.

Estes processos ocorrem nas chamadas câmaras de mistura rápida e lenta, respectivamente, como segue:

a) Câmara de mistura rápida

Câmara de mistura rápida hidráulica (vide Figura 1) consiste em um equipamento onde ocorre o fenômeno denominado ressalto hidráulico – brusca sobre elevação da superfície livre do líquido que ocorre na passagem do regime rápido a lento acompanhada de agitação e grande perda de energia – pelo qual há a mistura do coagulante.



Figura 1. Aplicação de coagulante no ressalto hidráulico.

Já a câmara de mistura rápida mecanizada utiliza a energia produzida por dispositivos eletromecânicos para produzir a dispersão do coagulante.

O gradiente de velocidade ( $G$ ) fornece a indicação de energia específica (energia por unidade de volume) aplicada à água com fins de mistura ou floculação. Comumente utiliza-se gradiente de velocidade menor possível economicamente, nunca inferior a  $1000s^{-1}$  e um tempo de mistura inferior a 1 segundo, preferencialmente menor que 0,5 segundo.

#### b) Câmara de mistura lenta – floculador

Uma vez efetuada uma mistura eficiente, os coágulos inicialmente microscópicos tendem a se desenvolver até o tamanho e peso específico adequados para a sua posterior decantação. Isso se obtém por meio de uma agitação suave de modo a promover contato entre os aglomerados, os quais, aderindo-se uns aos outros, adquirem condições de decantação. O processo que permite a obtenção destas condições chama-se floculação e o tanque em que se realiza é chamado de câmara de mistura lenta ou floculador.

Para se conseguir resultados satisfatórios na floculação, deve-se fornecer energia suficiente para a formação de flocos compactos e não utilizar valores relativamente altos de gradiente de velocidade para que as forças de cisalhamento não causem a destruição dos flocos já formados ou em formação.

A modalidade de câmara de mistura lenta mais utilizada é a hidráulica que é um sistema provido de chicanas em que a água efetua movimentos sinuosos (vide Figura 2). As mudanças de direção efetuadas pela água em cada extremidade das chicanas produzem turbulência, provocando contato entre as partículas e, conseqüentemente, a floculação.



Figura 2. Foto de floculador em ETA.

### 2.2.2 Alcalinização

No caso da alcalinidade natural da água não ser suficiente para reagir com a quantidade requerida do coagulante, torna-se necessário a adição de reagente alcalinizante. Os principais alcalinizantes são:

- Cal Hidratada (Hidróxido de Cálcio –  $\text{Ca(OH)}_2$ ): o mais utilizado.
- Barrilha (Carbonato de Sódio –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ): produto de elevada pureza, altamente solúvel e de fácil manipulação. Por seu elevado custo é uma substância a ser utilizada ocasionalmente.
- Soda Cáustica (Hidróxido de Sódio –  $\text{NaOH}$ ): deve ser manuseada com cuidado por ser extremamente cáustica. Possui custo superior ao da cal e da barrilha.

### 2.2.3 Dosagem requerida do coagulante e do alcalinizante – teste de clarificação

A caracterização físico-química da água bruta é fator básico para se determinar a dosagem adequada do coagulante e do alcalinizante.

A massa necessária do coagulante é função da turbidez da água bruta. Nos casos em que a alcalinidade natural não for suficiente para reagir com a quantidade de coagulante aplicado, esta deverá ser ajustada com adição conveniente de alcalinizante. Além disso, o pH influencia diretamente o processo de coagulação e floculação.

A escolha correta das dosagens dos produtos químicos é a base para que os processos subsequentes se efetuem adequadamente, promovendo a redução esperada da cor, turbidez, odor, matéria orgânica, organismos patogênicos e outros agentes poluidores.

O ensaio de clarificação (teste de jarros) é o método empregado nas estações de tratamento para se determinar a dosagem dos agentes químicos tais como alcalinizante, cloro, polieletrólito, permanganato de potássio e carvão ativado que proporcionarão a eficiência desejada com o menor custo.

Quando o objetivo é determinar a melhor dosagem do coagulante, aplica-se ao mesmo tempo solução de coagulante em diferentes dosagens determinadas em função das características da água bruta analisadas previamente. Agita-se energicamente por um minuto para simulação da mistura rápida onde ocorre a formação do coágulo e reduz-se a velocidade de agitação para simulação da mistura lenta e formação dos flocos. Desliga-se a agitação para a sedimentação dos mesmos e analisa-se o resultado, escolhendo-se a dosagem que, com menor quantidade de coagulante, se obteve o melhor resultado.

#### 2.2.4 Decantação

Partículas mais pesadas que a água podem se manter suspensas nas correntes líquidas pela ação da turbulência. Anulando-se ou diminuindo-se a velocidade do escoamento das águas, reduzem-se os efeitos da turbulência, provocando a deposição das partículas.

Os decantadores ou bacias de sedimentação são tanques onde se procura evitar ao máximo a turbulência para obter-se a remoção dos flocos formados durante a coagulação/floculação.

Os primeiros decantadores fabricados foram tanques de fluxo horizontal cuja simplicidade, alta eficiência e baixa sensibilidade às condições de sobrecarga os tornam muito utilizados até hoje.

Uma evolução em termos de decantador são os decantadores de “alta taxa” que, com um projeto hidráulico adequado, têm eficiência pelo menos igual aos decantadores convencionais.

A alimentação dos decantadores por um canal de água floculada se dá através de comportas dispostas de maneira a dividir equitativamente o fluxo em cada decantador.

Na parte inicial dos decantadores deve ser prevista uma cortina perfurada para proporcionar a distribuição uniforme do fluxo vertical e horizontalmente (vide Figura 3).

A velocidade da água através dos orifícios dessa cortina deve assegurar a distribuição desejada, sem prejudicar os flocos e sem criar jatos. Essa velocidade normalmente está compreendida entre 0,15 e 0,30 m/s.



Figura 3. Foto e desenho esquemático de decantador.

Usualmente a coleta de água decantada é feita por um sistema de calha funcionando como vertedores.

As calhas coletoras são projetadas para melhorar a distribuição do fluxo na parte final dos decantadores, reduzir as velocidades ascensionais de aproximação da água e, conseqüentemente, diminuir o transporte de flocos.

Para a realização desses objetivos, as calhas deverão ter grande extensão e boa disposição, cobrindo parte do decantador. São recomendadas vazões de até 3L/s por metro de vertedor.

### 2.2.5 Filtração

A filtração é utilizada para a remoção de impurezas da água por sua passagem através de um meio poroso. Em um processo convencional, a filtração é utilizada após a decantação para remover os flocos mais leves que não sedimentaram. No entanto, existem



alternativas de processos em que a filtração é empregada como único meio de clarificação seguida de desinfecção (filtros lentos, filtros de fluxo ascendente, dupla filtração).

Os filtros de um processo convencional são de gravidade, podendo utilizar leito simples (apenas areia) ou leito duplo (areia e carvão).

Os filtros rápidos são lavados a contracorrente (por inversão do fluxo) com vazão superior ao da filtração de modo a promover a fluidização ou expansão do leito. O material retido no leito filtrante é removido pela ação de dois mecanismos: o efeito do esforço do cisalhamento da água sobre os grãos e o efeito de atrito entre os grãos que se chocam uns com os outros.

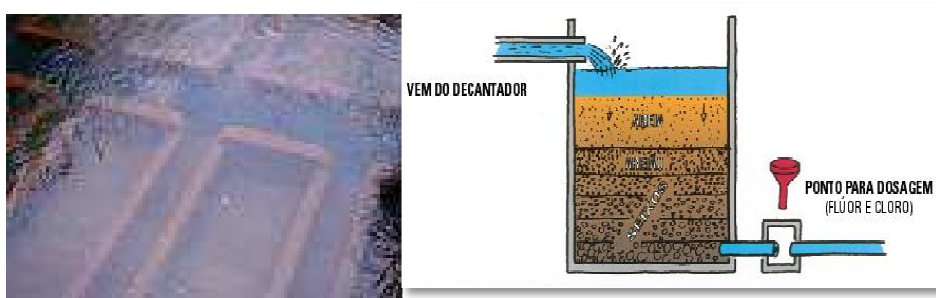


Figura 4. Foto e desenho esquemático de filtro.

## 2.2.6 Fluoretação

A fluoretação implica na adição de compostos de flúor na água de abastecimento público com o intuito de prevenir a incidência da cárie dental que ocorre pela conjugação de três fatores: dieta rica em açúcares, dente frágil e atuação das bactérias presentes no meio bucal.

As bactérias metabolizam o açúcar presente nos alimentos e produzem o ácido láctico que atua sobre o esmalte dos dentes mais frágeis, produzindo a cárie.

O flúor possui dois mecanismos de atuação no combate à cárie, sendo um sobre o hospedeiro – dente – tornando-o mais resistente pela formação de fluorapatita (mineral mais resistente à dissociação quando da exposição ao ácido láctico) e outro e sobre o metabolismo das bactérias, sendo que existem três teorias para explicar este efeito: formação de polissacarídeos extracelulares que impedem a aderência da placa bacteriana aos dentes, síntese reduzida de ácido láctico e teoria da eletronegatividade onde os íons repeliriam os microorganismos da superfície dos dentes.

Os compostos mais utilizados na fluoretação das águas de abastecimento são o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico.

### 2.2.7 Desinfecção

A desinfecção tem por finalidade a destruição de microorganismos patogênicos presentes na água (bactérias, protozoários, vírus e vermes). Os principais agentes de desinfecção usados em tratamento de água de abastecimento são:

a) Dióxido de Cloro

O dióxido de cloro é um desinfetante que pode substituir o cloro em muitas situações devido às suas múltiplas aplicações. O seu poder de desinfecção é mais forte e independente do valor do pH. Devido à sua especificidade química, não há desenvolvimento de sub-produtos clorados. A sua meia-vida maior melhora a ação de depósito (residual) à água tratada.

b) Ozônio

O ozônio é o mais forte desinfetante e oxidante indicado para o tratamento da água. A sua principal vantagem é que não há desenvolvimento de sub-produtos além de se auto-decompor em oxigênio. A sua desvantagem é a curta meia-vida e a baixa solubilidade na água. O ozônio é cada vez mais popular na desinfecção da água engarrafada assim como na desinfecção da água de produção e de lavagem nas indústrias de alimentos, bebidas ou cosmética. Outras aplicações clássicas são o tratamento de água potável, água de piscinas e zoológicos, e nos circuitos de resfriamento.

c) Desinfecção por Radiação Ultravioleta

Na desinfecção ultravioleta, a água é exposta a uma curta onda de luz ultravioleta. É um germicida efetivo e não afeta a qualidade da água. A desinfecção UV é usada para tratar água potável e residual assim como para o tratamento da água de produto e de produção em aplicações industriais.

d) Cloro

Na cloração são adicionados à água cloro em gás, hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio. A quantidade de cada um depende da necessidade cloro e requerimentos da desinfecção da água. Para uma desinfecção efetiva, é necessário um período de reação de

no mínimo 20 minutos. A eficiência da cloração é extremamente dependente do valor do pH. Em particular, em águas contaminadas organicamente, o gosto e os odores desagradáveis podem ser combatidos com a cloração da água, mas sub-produtos indesejáveis incluindo haloformas podem ser formados. A prevenção do desenvolvimento de bactérias no sistema de distribuição geralmente é superestimado, uma vez que há uma rápida redução na concentração de cloro devido à demanda inevitável de cloro na rede de abastecimento da água. A cloração é o método de desinfecção mais usado e é aplicável em diferentes áreas.

### 2.2.8 Sistemas de cloração

Um sistema de cloração consiste no conjunto de equipamentos utilizados para a condução do cloro até o ponto de aplicação.

Quando o produto é extraído do cilindro na forma gasosa, um tubo flexível de cobre é conectado à válvula superior do cilindro (vide Figura 5) e é conduzido pelo *manifold* (tubulação metálica que conduz o cloro). Na extremidade do manifold há uma válvula reguladora de pressão que tem a função de equalizar as diferenças de pressão entre o interior do cilindro e a atmosférica. Na sequência o gás segue pela tubulação e chega ao fluxômetro onde é feita a regulação da vazão (rotâmetro).

O gás é transportado através de uma linha de vácuo (tubulação) até o injetor onde se mistura com água formando a solução (ácido hipocloroso) que é levada ao ponto de aplicação.

A diferença entre a quantidade de cloro aplicada à água e a quantidade de cloro residual encontrada na mesma no fim de um determinado tempo de contato é chamada de demanda de cloro, que pode ser causada pelas reações promovidas pela luz ultravioleta, reações com compostos inorgânicos (Mn, Fe, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, S<sub>2</sub><sup>-</sup>, consumo em reações redox), reações com compostos orgânicos contendo ligações insaturadas formando organoclorados e reações com aminas formando as cloroaminas.

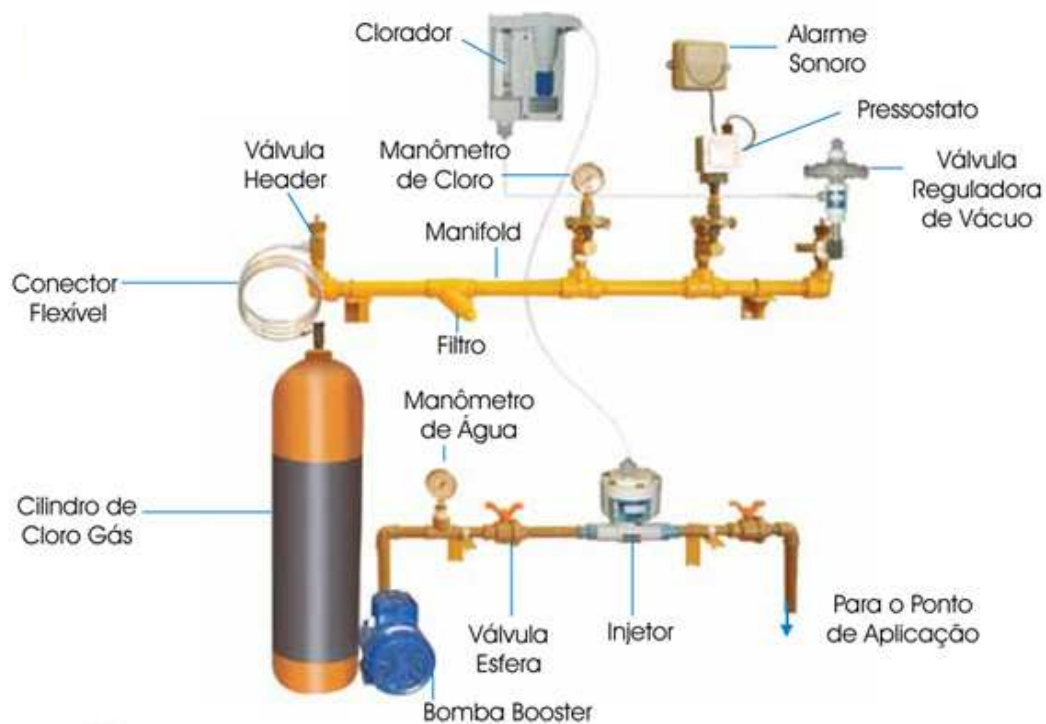


Figura 5. Desenho esquemático do sistema de cloração.

### 2.2.9 Evaporador de Cloro

O evaporador de cloro é concebido como um trocador de calor a ser utilizado quando grandes quantidades de gás cloro são necessárias. Nestes casos é recomendável que se retire o cloro líquido do cilindro e passe-o através do evaporador para convertê-lo para a forma gasosa. Usando-se este método, maiores quantidades de cloro gás podem estar disponíveis para uso em relação ao que seria possível se o gás cloro fosse retirado diretamente do cilindro devido às características da curva de pressão versus evaporação do cloro. O uso do evaporador permite que calor suficiente seja aplicado ao cloro líquido para evaporá-lo sem baixar a temperatura e reduzir a pressão do cloro. Maior detalhamento será apresentado no item resultados, focado no estudo do presente trabalho.

### 2.2.10 Lavador de Gases

O princípio de operação do lavador de gases consiste na exaustão de ar contaminado, ou seja, ar e gases contaminantes, através dos dutos onde este entra em

contato com a solução neutralizante. Soluções de hidróxido de sódio são as mais comuns usadas em aplicações típicas de lavagem de ar contaminado por cloro.

De acordo com o Manual do Cloro da ABICLOR - Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados, a vazão de descarga ou vazamento de cloro gás para cilindros de cloro depende de sua capacidade, e de acordo com esta capacidade é dimensionado o sistema de exaustão e lavagem de gases para que o mesmo tenha capacidade de abatimento e depuração dos gases contaminantes presentes no ar ambiente. O dimensionamento do volume da solução neutralizante necessário deve ser de acordo com as recomendações do órgão acima, de forma a ter uma quantidade de solução suficiente para o abatimento dos gases contaminantes com uma autonomia que é definida no projeto de acordo com as necessidades técnicas e de segurança. O dimensionamento da taxa de exaustão em  $m^3/h$ , de acordo com as mesmas recomendações, deve ser de forma a permitir uma troca do volume total de ar contido na sala de cloro em um período de 1 a 3 minutos.

### 3 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) Cachoeirinha situada no Centro do município de Cachoeirinha, RS.

Esta estação foi projetada para trabalhar com vazão mínima de 550L/s e máxima de 1000L/s, operando em 2011 com vazão mínima em torno de 640L/s, e máxima de 850L/s. A Figura 6 apresenta de forma esquemática as etapas do processo de tratamento de água utilizado na ETA estudada.

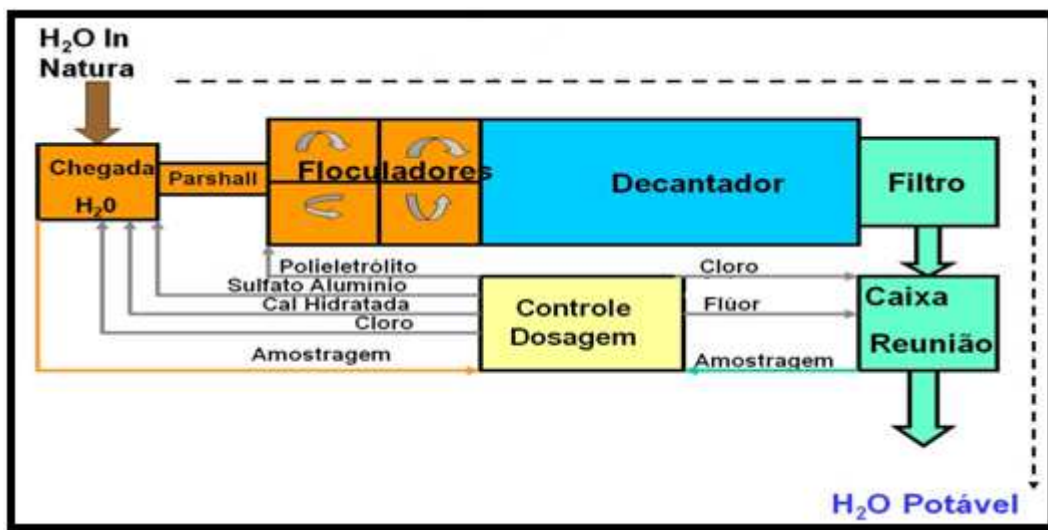


Figura 6. Desenho esquemático das etapas de processo da estação de tratamento de água em estudo.

A água bruta é proveniente do Arroio das Garças.

A clarificação é realizada com sulfato de alumínio como coagulante, a alcalinização é realizada pela adição de cal hidratada, a mistura rápida é feita no ressalto hidráulico da calha Parshal.

O bloco hidráulico possui dois floculadores de chicanas totalizando área de 208m<sup>2</sup> e volume de 806m<sup>3</sup>, quatro decantadores convencionais totalizando 6168m<sup>3</sup> de volume útil, dez filtros de dupla camada somando 258,29m<sup>2</sup> de área filtrante. O tempo de retenção é de aproximadamente 2 horas e 16 minutos.

A desinfecção é realizada por cloração utilizando um sistema com cilindros de 900kg e a fluoretação pela adição de ácido fluossilícico.

## 4 Metodologia

O presente estudo de caso foi realizado com base em dados fornecidos pelo Departamento de Abastecimento e Manutenção da CORSAN e coletados em visitas à estação de tratamento no período compreendido entre novembro de 2010 e junho de 2011.

Foram coletados dados de histórico de manutenção de cilindros (inspeção periódica), quantidade de cilindros em operação antes e depois da instalação dos equipamentos e a necessidade de área para abrigar o sistema de cloração.

Foi analisado o comportamento dos cilindros durante a operação quanto à condensação de umidade na superfície, a eficiência do lavador de gases quando em casos reais de vazamentos de cloro, bem como em simulações de vazamentos nas quais uma pequena quantidade de cloro foi liberada próxima ao detector de vazamentos para se observar o acionamento automático do lavador.

## 5 Resultados

Neste capítulo objetiva-se descrever o funcionamento dos equipamentos evaporador e lavador de gases, dos sistemas de cloração com e sem a implementação destes, verificar a relação custo versus benefício em termos de operacionalidade dos sistemas, área necessária para abrigá-los e perda de cilindros pela corrosão. Ainda, levantar os benefícios em termos de segurança para funcionários e comunidade circunvizinha às estações de tratamento de água.

### 5.1 Descrição do evaporador de cloro instalado na ETA Cachoeirinha

O evaporador de cloro Série 200 da empresa Fluid Feeder instalado na ETA, converte até 250kg/h de cloro líquido para gás (vide Figura 7). A vaporização é obtida passando o líquido através de uma serpentina de troca de calor dentro do banho-maria que é aquecido pelos aquecedores imersos e a temperatura mantida entre 60 e 65°C (controlada através de termostatos). O isolamento eficaz do banho-maria previne a perda de calor do sistema e maximiza a proporção de energia usada na conversão de líquido para gás. O nível do cloro líquido dentro da serpentina aumenta ou diminui durante a operação dependendo da demanda. Isso previne a formação de depósitos de resíduos, um problema comum com evaporadores tipo vaso de pressão. Isso resulta na minimização de paradas para limpeza e menor custo de manutenção, assim como proporciona o prolongamento da vida operacional do equipamento, estimada pelo fornecedor em 50 anos.

A serpentina é totalmente submersa no banho-maria, então se reduz a corrosão pela ausência da interface ar/água, tem maior proteção pelo uso do ânodo de sacrifício de magnésio suspenso no seu centro e gera até 20% de superaquecimento, isso assegura que o vapor de gás não se re-liquefaça.





Figura 7. Fotos do Evaporador de Cloro Fluid Feeder Série 200 e da serpentina.

## 5.2 Descrição do funcionamento dos sistemas de cloração

Cada cilindro com capacidade de 900kg de cloro é equipado com duas válvulas idênticas instaladas próximas ao centro de uma das extremidades. Estes cilindros são utilizados na posição horizontal, ficando as válvulas alinhadas na vertical. Cada válvula conecta-se a um tubo pescante interno (vide Figura 8) sendo que um dos tubos fica em contato com a fase líquida (localizada na parte inferior) e outro com a fase gasosa (que se encontra na parte superior).



Figura 8. Esquema interno do cilindro de cloro.

Em um sistema de cloração que utiliza cilindros de 900kg sem a utilização de evaporador de gás (vide Figura 9), tem-se o tubo flexível conectado à válvula superior do cilindro com o objetivo de extrair o cloro de forma gasosa de seu interior. O produto segue pelo *manifold* passando pela válvula reguladora de pressão (equilíbrio da pressão interna do cilindro e pressão atmosférica) depois de sair desta válvula, o gás segue e passa por um fluxômetro onde é feita a regulação da vazão (rotâmetro) e por uma válvula reguladora de

vácuo. O gás é transmitido através de uma linha de vácuo até o injetor onde se forma a solução (ácido hipocloroso) que é levada ao ponto de aplicação.

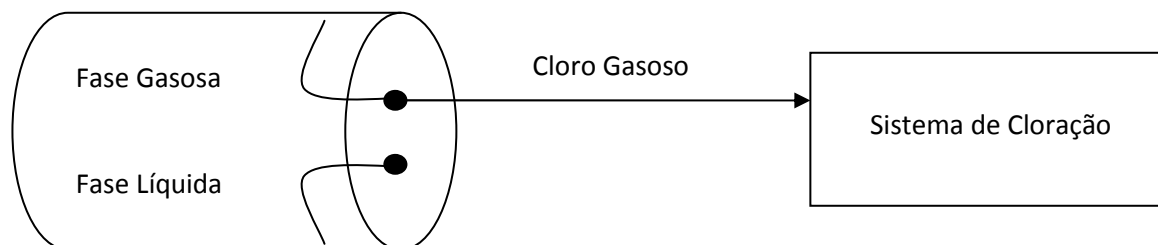


Figura 9. Esquema de funcionamento do sistema de cloração sem evaporador de cloro.

Quando da utilização de um evaporador de gases no sistema de cloração (vide Figura 10), a ligação do tubo flexível se dá na válvula inferior do cilindro, retirando o produto na forma líquida, possibilitando vazões bastante superiores. A alimentação de cloro líquido do cilindro é conectada à entrada inferior da serpentina de vaporização, a qual está imersa em um banho-maria de água com temperatura mantida constante (60 a 65°C) com o auxílio de um termostato. O cloro gás sai pela conexão de saída superior da serpentina de vaporização onde passa para o sistema de dosagem de cloro gás, seguindo o processo da mesma forma que acontece em um sistema que não conta com o equipamento evaporador.

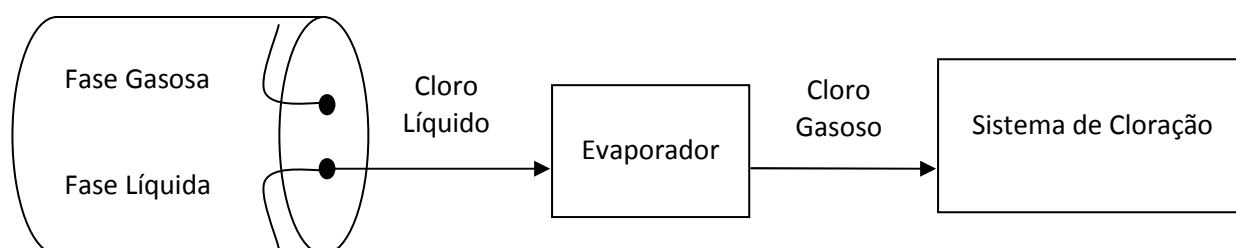


Figura 10. Esquema de funcionamento do sistema de cloração com evaporador de cloro.

No sistema de cloração que não conta com o equipamento evaporador, tem-se a limitação de vazão de entre 7,7kg/h e 10,2kg/h. Já a vazão contínua de descarga de cloro líquido – sistemas que possuem evaporador - sob condições normais de temperatura e contrapressão é de pelo menos 181kg/h.

A partir desta diferença de vazão, houve a grande redução da quantidade de cilindros presentes na estação. Antes da instalação dos evaporadores eram necessários de

7 (sete) a 8 (oito) cilindros operando em paralelo somados a 3 (três) ou 4 (quatro) em estoque, totalizando, assim, 12 (doze) cilindros. Após instalação, iniciou-se a operação com 1 (um) a 2 (dois) cilindros em paralelo e mais 2 (dois) a 3 (três) em estoque, somando somente 4 (quatro) na ETA (vide Figura 11).



Figura 11. Fotos de baterias de cilindros comparando sistemas sem e com evaporador de cloro.

Pela redução dos cilindros presentes na ETA, houve uma grande redução na área necessária para abrigar os mesmos. A área anteriormente ocupada somente pelos cilindros passou a abrigar, além da nova bateria de cilindros, os evaporadores e o equipamento lavador de gases.

Outro benefício foi a minimização do risco operacional, pois com menos cilindros operando em paralelo e em estocados na estação, o risco de vazamentos também foi diminuído, pois há menos manipulação dos mesmos e menos pontos por onde o cloro pode vazar. Também pela menor quantidade de cilindros comprometidos em cada estação, menos cilindros necessitam ser adquiridos para suprir as necessidades da CORSAN.

Outra diferença é a ausência de condensação de umidade na superfície dos cilindros. Quando o sistema de cloração não conta com um equipamento evaporador, o cloro já sai na forma gasosa do interior do cilindro, como dito anteriormente, retirando a energia necessária para a vaporização do ambiente e, por conseqüência, resfriando a superfície do cilindro, possibilitando a condensação de umidade (vide Figura 12). Embora o cloro seco (gás ou líquido) normalmente não reaja ou corroa alguns metais, como cobre ou aço carbono, ele é fortemente reativo (extremamente corrosivo) quando há umidade presente combinando-se com pequenas quantidades de cloro que, por ventura, venham a escapar do cilindro.



Figura 12. Fotos de cilindros com umidade condensada na superfície.

Já com o evaporador, essa passagem do estado líquido para gasoso se dá no interior do equipamento, portanto não se observa o fenômeno na superfície dos cilindros (vide Figura 13). Com isso, são minimizados a corrosão provocada pela combinação água-cloro, os riscos operacionais de se trabalhar com cilindros corroídos (passíveis de rompimento e, por consequência vazamentos) e o gasto com a substituição dos mesmos.



Figura 13. Foto dos cilindros sem condensação de umidade na superfície.

Com base nos dados analisados e no acompanhamento do funcionamento dos equipamentos, avalia-se que o investimento realizado de R\$ 250.000,00 na instalação de um conjunto de evaporadores (equipamento em redundância, instalação, montagem, adequação da área civil: demolição da estrutura antiga, construção de novos berços, treinamento e manutenção preventiva durante 12 meses) é bastante vantajoso frente ao

custo da compra de novos cilindros para substituição dos condenados pela corrosão. Pois, nos últimos três anos foram perdidos 40 cilindros com o custo unitário estimado em R\$20.000,00, totalizando R\$ 800.000,00.

### 5.3 Descrição do funcionamento do Lavador de Gases

Este sistema consiste em um lavador de gases automático, acionado eletricamente por um sinal proveniente de um detector de vazamento de cloro (vide Figura 14). É composto de tanques para armazenamento de soda líquida (solução de captura do cloro), bombas de transferência, painel de comando elétrico, exaustor e tubulações necessários para montagem e perfeito funcionamento do sistema (vide Figura 15).



Figura 14. Fotos do detector de vazamento de cloro.

O princípio de operação do lavador de gases consiste na exaustão de ar contaminado, ou seja, ar e gases contaminantes, através dos dutos de condução até o lavador, no qual entra pelo duto de pré-lavagem. Neste ponto o ar contaminado já começa a entrar em contato com a solução neutralizante que está na forma nebulizada proporcionada pelos sprays ali localizados.

A torre de pré-lavagem também tem funcionamento similar, ou seja, continua um contato intensivo com a solução neutralizante nebulizada.

Após estas etapas o ar passa dentro do tanque integrado de solução neutralizante tomando contato intensivo com a solução nebulizada. Em seguida, o ar vai para a torre de lavagem onde toma contato novamente com os nebulizadores na câmara recheada com anéis eliminando aproximadamente 100% do cloro residual que possa estar presente no ar. Em seguida, sai pela chaminé passando por retentor de gotículas. Este tem capacidade de

trocar o volume de ar (ar+contaminação) da sala de cloro no tempo de 1 a 3 minutos liberando-o para a atmosfera livre do contaminante.



Figura 15. Lavador de Gases instalado na ETA Cachoeirinha.

#### 5.4 Avaliação dos benefícios para comunidade

Aliada à redução do número de cilindros na ETA, que já representa um ganho em relação à segurança, a empresa optou pela instalação do lavador de gases para ser utilizado nos casos de emergências provocadas por vazamentos de cloro do sistema de cloração. Tal decisão considerou a grande concentração populacional no entorno da Estação Cachoeirinha, a qual poderia ser afetada pelos impactos causados por eventuais acidentes.

Observa-se que na vizinhança desta estação de tratamento de água estão localizados um colégio, uma igreja, o próprio escritório administrativo/comercial da CORSAN e muitas residências (vide Figura 16).



Figura 16. Fotos retiradas do bloco hidráulico da ETA, mostrando a concentração populacional no entorno da estação.

Durante o período de estudo ocorreram alguns desprendimentos de cloro, sendo que todos foram detectados rapidamente e o acionamento do sistema automatizado do lavador de gases ocorreu com sucesso, demonstrando a eficácia do sistema como um todo.

Também é importante considerar o benefício relativo ao ganho em segurança operacional e para a população circunvizinha, frente ao investimento de R\$240.000,00 relativos à implementação do lavador de gases (equipamento, obras civis, instalação e manutenção preventiva durante 12 meses). Observa-se que, em casos de intoxicação com o cloro, o dano para a saúde é muito impactante, podendo levar facilmente ao óbito devido às complicações pulmonares. Da mesma forma, devido à alta capacidade de dissipação do gás na atmosfera, a população circunvizinha ficaria susceptível a intoxicação numa ocorrência de vazamento mal administrado na estação de tratamento de água.

## 6 Conclusões

O projeto piloto realizado na ETA Cachoeirinha comprovou a viabilidade do investimento do ponto de vista financeiro e de segurança.

Com a instalação do evaporador deu-se a modificação no funcionamento do sistema, como descrito anteriormente e, com isso, a ausência de condensação de umidade na superfície dos cilindros, resultando em uma menor possibilidade de corrosão pela formação de ácido clorídrico na combinação do cloro com a umidade condensada e, conseqüentemente, o gasto com a aquisição de novos cilindros para substituição dos reprovados nos testes de inspeção periódicos.

Outra vantagem foi a redução da necessidade de cilindros presentes na estação, reduzindo a área ocupada pelo sistema de cloração, e a quantidade dos mesmos a serem adquiridos para suprir a demanda da empresa.

A implantação do lavador de gases com acionamento automático em casos de acidentes com vazamentos de cloro transmite conforto e segurança aos servidores que trabalham na Estação de tratamento de água e reduz os riscos de danos à saúde da comunidade por acidentes toxicológicos, o que causaria um impacto negativo à imagem da Empresa.

Os resultados positivos no projeto sugerem a ampliação para outras estações com características operacionais semelhantes, (operam com baterias de cilindros de cloro em paralelo) numa lógica de contemplar todos os sistemas com os mesmos recursos.



## 7 Referências Bibliográficas

American Water Works Association. *Água: tratamento e qualidade*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1964.

Azevedo Netto, José Martiniano de. *Tratamento de Águas de Abastecimento*. São Paulo: Ed. da USP, 1966.

Di Bernardo, Luiz; Dantas, Angela Di Bernardo – *Métodos e técnicas de tratamento de água* – segunda edição / Luiz Di Bernardo; São Carlos: RiMa, 2005.

Leme, Francílio Paes, 1918 – *Teoria e técnicas de tratamento de água*/ Francílio Paes Leme. – 2ª.ed. – Rio de Janeiro: ABES, 1990.

Manual de Cloro, Janeiro 2004, Adaptação do “*The Chlorine Manual - Sixth Edition, January 1997*”, realizada pela CLOROSUR com autorização do The Chlorine Institute, Inc

*Panfleto 89 - Sistema de lavagem de cloro*, The Chlorine Institute

*Planejamento de sistemas de abastecimento de água*. [Curitiba]: Universidade Federal do Paraná: Organização Pan-Americana da Saúde, 1973.

Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul no site:

<http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=551> em 31/05/2011

## ANEXO A



## MINISTÉRIO DA SAÚDE

### PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977,

#### RESOLVE:

Art. 1º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

HUMBERTO COSTA

## NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

### CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

### CAPÍTULO II DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I. água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II. sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III. solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV. controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V. vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI. coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII. coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII. *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com

produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX. contagem de bactérias heterotróficas - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação:  $35,0, \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 48 horas;

X. cianobactérias - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI. cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindrospermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

### CAPÍTULO III DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

#### Seção I Do Nível Federal

Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II. estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III. aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 deste Anexo;

III. definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

#### Seção II Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II. garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III. estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

### Seção III Do Nível Municipal

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

I. exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

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

III. estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

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

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

V. auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI. garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 deste Anexo;

VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX. informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X. aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;

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

XII. definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

### Seção IV Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8º Cabe ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

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

I. operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e com outras normas e legislações pertinentes;

II. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

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

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

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

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

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

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

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

VI. fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 deste Anexo; e

IX. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

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

I. requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II. operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras

normas e legislações pertinentes;

III. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

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

V. efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

#### CAPÍTULO IV DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

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



Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês:

Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

§1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em coleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp.

§9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2 - Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

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

Filtração lenta
-----------------

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.  
(2) Unidade de turbidez.

§ 1º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§ 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia* spp e oocistos de *Cryptosporidium* sp., recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§ 3º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

Art.14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
INORGÂNICAS		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto <sup>(2)</sup>	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
ORGÂNICAS		

Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70
AGROTÓXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (γ-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
CIANOTOXINAS		
Microcistinas <sup>(3)</sup>	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre <sup>(4)</sup>	mg/L	5
Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§ 1º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§ 2º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Padrão de radioatividade para água potável

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Radioatividade alfa global	BQ/L	0,1(2)
Radioatividade beta global	BQ/L	1,0(2)

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, 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 legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH <sup>(2)</sup>	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Gosto	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT <sup>(4)</sup>	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§ 3º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água

coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

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

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e “caput” deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§ 3º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

## CAPÍTULO V DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6

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

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor, Turbidez  pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1		1 para cada	20 + (1 para cada

			5	10.000 hab.	50.000 hab.)
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Cf. § 5º do art.18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>
	Subterrâneo	-	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>
Demais parâmetros <sup>(3)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

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

Tabela 7 - Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor, Turbidez, pH, Fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Cf. § 5º do art. 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-		Semestral	Semestral

			Anual		
Demais parâmetros <sup>(2)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

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

Tabela 8 - Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

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

NOTA: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9 - Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (para água canalizada)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO <sup>(1)</sup> (para cada 500 hab.)	FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais <sup>(2)</sup>	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL <sup>(2) (3)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS: (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

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

II. representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede),

combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§ 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml ( $2\text{mm}^3/\text{L}$  de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

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

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

§ 2º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou  $2\text{mm}^3/\text{L}$  de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS.

## CAPÍTULO VI DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§ 1º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de



abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§ 2º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

I. garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;

II. manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e, ou, sobre a fonte de água; e

III. manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§ 1º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§ 2º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: “ÁGUA POTÁVEL”.

## CAPÍTULO VII DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios estarão sujeitas a suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

## CAPÍTULO VIII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

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

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

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

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6º deste Anexo serão cumpridos pelo órgão equivalente.

## ANEXO B



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE  
COORDENADORIA DE ATENÇÃO INTEGRAL À SAÚDE  
DIVISÃO DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA**

**PORTARIA N.º 10/99**

Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento.

A Secretária da Saúde, no uso das suas atribuições:

- considerando os benefícios que a fluoretação da água para consumo humano representa na prevenção da cárie dentária da população;
- considerando a Legislação Federal (Lei n.º 6050 de 24/05/74 e Portaria 635/Bsb de 26/12/75) e Legislação Estadual (Lei 3125, de 18/06/57, Lei 5909, de 27/12/69 e Portaria 15/89 – SSMA, de 30/06/89);
- considerando a obrigatoriedade do controle da qualidade da água fornecida pelos Sistemas Públicos de abastecimento de acordo com parâmetros fixados;
- considerando a necessidade da adequada definição de parâmetros fixados para atuação da vigilância Sanitária da Qualidade da Água para consumo humano;
- considerando a necessidade de padronização que permita ações institucionais a partir dos parâmetros estabelecidos;
- considerando que, de acordo com o 8º Distrito de meteorologia do Ministério da Agricultura, a média das temperaturas máximas diárias do ar na totalidade das estações do Estado do Rio Grande do Sul encontra-se na faixa de 21,5 a 32,5 °C (graus Celsius),

**RESOLVE**

Artigo 1º - Fica estabelecido que o teor de concentração ideal do íon fluoreto na água destinada ao consumo humano é de 0,8 mg/l no Estado do Rio Grande do Sul.

Parágrafo único – Serão considerados dentro do Padrão de Potabilidade as águas que apresentarem a concentração de íon fluoreto dentro da faixa de 0,6 a 0,9 mg/l.

Artigo 2º - Esta portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

Porto Alegre, 16 de agosto de 1999.

**MARIA LUÍZA JAEGGER  
SECRETÁRIA DE ESTADO DA SAÚDE**