

Prática da Fluoração de Águas^(*)

CHARLES R. COX

Consultor de Engenharia Sanitária, IIAA, ICA

INTRODUÇÃO

Raramente têm-se registrado um progresso tão acentuado no campo da engenharia sanitária e da saúde pública, como este da fluoração de água, cuja prática vem reduzindo de forma drástica as penosas e dispendiosas visitas ao dentista, mediante o desenvolvimento de programas de baixo custo, organizados pelas comunidades e abrangendo todos os consumidores de água. Tais programas consistem na adição à água potável, de uma pequena quantidade de fluor, necessária ao desenvolvimento de dentes sadios. Não é de estranhar que o público em geral, logo reclamasse esse benefício, antes mesmo que o processo tivesse sido posto à prova durante um período suficiente. Infelizmente, a demora exigida na fase experimental deu tempo para que os fanáticos por regimes dietéticos, quiropráticos e inimigos da medicina organizassem campanhas de publicidade contra esse sistema nos Estados Unidos, confundindo o público e complicando o desenvolvimento adequado do processo de fluoração.

Entretanto, o franco sucesso alcançado pelas demonstrações de fluoração que se têm levado a efeito e a ampla difusão atingida por esse processo de tratamento da água têm contribuído para acalmar os temores do público insuficientemente informado, de modo que raramente se ouvem agora frases como "medicação em massa", "socialização", "invasão dos direitos do indivíduo", etc., proferidas na crença confusa de que a fluoração se destina à cura das cáries dentárias, quando na realidade constitui uma medida preventiva, para assegurar o desenvolvimento de dentes sadios, suprimindo a deficiência natural de fluor, da maioria das águas "in natura".

De fato, o público ficou favoravelmente impressionado com o apóio prestado ao tratamento de fluoração da água por organizações bastante representativas, como a AIDIS e outras, tais como: State and Territorial Health Officers Association, State and Territorial Dental Directors Association, Conference of State Sanitary Engineers, United States Public Health Service, American Public Health Association, American Medical Association, American Dental Association, American Association of Public Health Dentists, National Research Council, American Water Works Association, State Department of Health, Municipal Department of Health.

São as seguintes as organizações brasileiras que recomendaram a fluoração da água: X Congresso de Higiene, União Odontológica Brasileira e Associação Brasileira de Odontologia. Outras instituições latino-americanas têm adotado as mesmas medidas.

E' evidente, portanto, a existência de apóio administrativo e técnico à fluoração da água, por parte de organizações competentes e responsáveis.

Entretanto, o progresso foi lento a princípio. A conclusão a que chegou Mc Kay em 1908, de que as manchas do esmalte que afetam o aspecto dos dentes eram devidas a algum componente da água potável, só foi comprovada em 1931, quando se descobriu que esse efeito resultava de um excesso de fluor, da ordem de 2,5 a 14,0 ppm. Isso suscitou interesse na eliminação do fluor. Posteriormente, em 1938, Dean demonstrou que as pessoas com dentes manchados eram menos propensas às cáries. Contudo, a descoberta mais importante foi a de que o consumo pelas crianças de águas naturais contendo cerca de 1,0 ppm de íon fluor favorecia o desenvolvimento de dentes resistentes às cáries, porém sem produzir manchas. O problema, então, foi

(*) Trabalho apresentado ao 5.º Congresso Inter-Americano de Engenharia Sanitária, reunido em março-abril de 1956, em Lima (Peru).

determinar se outras águas naturais deficientes em fluor, porém tratadas para corrigir essa deficiência, proporcionariam os mesmos benefícios. Para essa comprovação, iniciaram-se em 1945 demonstrações experimentais em Newburgh, N. Y., Grand Rapids, Michigan, e Brantford, Ontário.

O resultado animador dessas demonstrações foi que num período de 10 anos a floração de água estendeu-se a ponto de favorecer 22 milhões de pessoas em 1.123 municípios dos Estados Unidos, sem citar os da América Latina, que serão mencionados mais adiante.

OS FLUORETOS DAS ÁGUAS NATURAIS

O exame de águas naturais demonstrou que a presença de fluor está relacionada com rochas ígneas e com ação vulcânica anterior, ou com rochas sedimentares formadas pelo material desgastado das rochas ígneas graças à ação dos agentes atmosféricos. Os fluoretos, portanto, são encontrados mais frequentemente na água de poços, do que nas águas de superfície.

O teor de fluor das águas naturais foi estudado no Estado de São Paulo, no Chile, nos Estados Unidos e em outras regiões. Por exemplo, o estudo levado a efeito por GANDRA (1) sobre as águas do Estado de São Paulo demonstra que nenhuma delas continha mais de 0.35 ppm de íon fluor. No Chile (2), também, se verificou que as águas naturais eram deficientes em fluoretos; somente 8 entre 144 sistemas de abastecimento d'água continham mais de 0.50 ppm. Van Burhalow (3) informou acêrca da baixa concentração de fluor nas águas de todos os Estados Unidos, com exceção de algumas regiões localizadas em alguns estados. Hilli, Jelinek e Blayney (4) também observaram que as águas de 32 estados investigados nos Estados Unidos, geralmente, continham baixas concentrações de fluor, enquanto que as de alguns estados do norte, do centro e do Texas apresentavam concentrações de 1.0 ppm ou mais. Na realidade, 2,5 milhões de pessoas, nas zonas estudadas, eram servidas por abastecimentos com teor de 1.0 até mais de 5.0 de íon fluor. Um milhão e meio delas serviam-se de águas de 630 sistemas com concentrações acima de 1.5 ppm, isto é, concentrações suficientes para causar manchas nos dentes. De mo-

do geral, entretanto, verificou-se que as águas naturais são deficientes em fluor, sendo as concentrações, via de regra, inferiores a 0.2 ppm.

REMOÇÃO DE FLUORETOS DA ÁGUA

Tem-se estudada a possibilidade de eliminar o fluor das águas naturais, nos casos em que os abastecimentos apresentam concentração superior a 1.50 ppm de íon fluor. Maier (5) estudou os métodos conhecidos e informou que nenhum deles é econômico para os abastecimentos públicos d'água, acrescentando que investigações realizadas em estações experimentais indicaram que um leito de alumina calcinada, de 500 pés cúbicos (14 m³), eliminaria 7.0 ppm de fluoretos de um abastecimento de 400 gpm. (25 l seg). Essa estação custou 15.000 dólares e os gastos de operação e regeneração da alumina orçaram em 52 dólares por milhão de galões (cêrca de 14 dólares por milhão de litros). Os estudos vêm sendo continuados. Atualmente, a única medida econômica é abandonar as fontes de águas com alto teor de fluor, ou melhor ainda, não considerar o aproveitamento de tais águas como fontes de abastecimento. Felizmente, isso é praticável na maioria dos casos. Pode-se citar um exemplo em que a água de um poço com uma concentração de 2.0 ppm de fluor foi misturada à água de outro poço que não continha fluor, a fim de se obter uma água com a concentração desejada de 1.0 ppm. O problema mais urgente, porém, é suprir as deficiências de fluoretos das águas naturais pelo processo de que é objeto esta exposição.

DOSAGENS REQUERIDAS DE COMPOSTOS DE FLUOR

A quantidade ou dose de compostos de fluor necessária para êsse fim depende da pureza destes e do teor de íon fluor, bem como da concentração desejada na água tratada. Acredita-se geralmente que o método de tratamento deve proporcionar um consumo diário de 1,5 mg de íon fluor per capita. McClure (6) informou que o consumo médio de água potável nos climas temperados é de aproximadamente 1,2 a 1,6 litros per capita por dia. O consumo de 1,5 litros per capita por dia de água com um teor de 1.0 ppm, ou 1 mg por litro, representaria a ingestão de 1,5 mg per capita por dia. Por outro lado, parece que o consumo de água é maior

Prática da Fluoração de Águas^(*)

CHARLES R. COX

Consultor de Engenharia Sanitária. IIAA. ICA

INTRODUÇÃO

Raramente têm-se registrado um progresso tão acentuado no campo da engenharia sanitária e da saúde pública, como este da fluoração de água, cuja prática vem reduzindo de forma drástica as penosas e dispendiosas visitas ao dentista, mediante o desenvolvimento de programas de baixo custo, organizados pelas comunidades e abrangendo todos os consumidores de água. Tais programas consistem na adição à água potável, de uma pequena quantidade de fluor, necessária ao desenvolvimento de dentes sadios. Não é de estranhar que o público em geral, logo reclamasse êsse benefício, antes mesmo que o processo tivesse sido posto à prova durante um período suficiente. Infelizmente, a demora exigida na fase experimental deu tempo para que os fanáticos por regimes dietéticos, quiropráticos e inimigos da medicina organizassem campanhas de publicidade contra êsse sistema nos Estados Unidos, confundindo o público e complicando o desenvolvimento adequado do processo de fluoração.

Entretanto, o franco sucesso alcançado pelas demonstrações de fluoração que se têm levado a efeito e a ampla difusão atingida por êsse processo de tratamento da água têm contribuído para acalmar os temores do público insuficientemente informado, de modo que raramente se ouvem agora frases como "medicação em massa", "socialização", "invasão dos direitos do indivíduo", etc., proferidas na crença confusa de que a fluoração se destina à cura das cáries dentárias, quando na realidade constitui uma medida preventiva, para assegurar o desenvolvimento de dentes sadios, suprimindo a deficiência natural de fluor, da maioria das águas "in natura".

De fato, o público ficou favoravelmente impressionado com o apóio prestado ao tratamento de fluoração da água por organizações bastante representativas, como a AIDIS e outras, tais como: State and Territorial Health Officers Association, State and Territorial Dental Directors Association, Conference of State Sanitary Engineers, United States Public Health Service, American Public Health Association, American Medical Association, American Dental Association, American Association of Public Health Dentists, National Research Council, American Water Works Association, State Department of Health, Municipal Department of Health.

São as seguintes as organizações brasileiras que recomendaram a fluoração da água: X Congresso de Higiene, União Odontológica Brasileira e Associação Brasileira de Odontologia. Outras instituições latino-americanas têm adotado as mesmas medidas.

E' evidente, portanto, a existência de apóio administrativo e técnico à fluoração da água, por parte de organizações competentes e responsáveis.

Entretanto, o progresso foi lento a princípio. A conclusão a que chegou Mc Kay em 1908, de que as manchas do esmalte que afetam o aspecto dos dentes eram devidas a algum componente da água potável, só foi comprovada em 1931, quando se descobriu que êsse efeito resultava de um excesso de fluor, da ordem de 2,5 a 14,0 ppm. Isso suscitou interêsse na eliminação do fluor. Posteriormente, em 1938, Dean demonstrou que as pessoas com dentes manchados eram menos propensas às cáries. Contudo, a descoberta mais importante foi a de que o consumo pelas crianças de águas naturais contendo cerca de 1,0 ppm de ion fluor favorecia o desenvolvimento de dentes resistentes às cáries, porém sem produzir manchas. O problema, então, foi

(*) Trabalho apresentado ao 5.º Congresso Inter-Americano de Engenharia Sanitária, reunido em março-abril de 1956, em Lima (Peru).

nos climas tropicais e semi-tropicais, de maneira que se têm sugerido para esses climas, concentrações menores de fluor — de 0.6 a 6.8 ppm — para compensar as cifras mais elevadas de consumo. Em Baixo Guandú, Brasil, utiliza-se uma dose de 6.8 ppm. Não se dispõe de informação segura sobre o consumo real de água potável em relação ao clima e hábitos de alimentação e bebida, etc. Seria de especial interesse que esse assunto fôsse estudado na América Latina com o fim de adquirir informações básicas essenciais.

A concentração de fluor da água natural deve ser determinada como um método rotineiro, escolhendo-se a dose de acordo. Como já mencionamos, as águas não tratadas contêm geralmente apenas traços de fluor, de modo que a quantidade comumente adicionada é de 1.0 ppm de íon fluor (para climas temperados), ou seja, 8.34 libras por milhão de galões. Essa quantidade está contida em 14.0 libras de fluossilicato de sódio ou 19.3 libras de fluoreto de sódio comercial, estando aí mencionados apenas os dois produtos químicos geralmente disponíveis e utilizados. Estas quantidades são, portanto, adicionadas a cada milhão de galões de água tratada. Em outras palavras, 1.0 ppm de íon fluor representa 1.0 kg. por 1000 m³, necessitando de 1.66 kg. de fluossilicato de sódio por 1000 m³, ou 2.32 kg. de fluoreto de sódio por 1000 m³.

TOXIDÊS DO FLUOR

A aplicação incorreta de um composto de fluor precisaria de um erro de, pelo menos, 50% acima da dose estabelecida, para produzir uma concentração de íon fluor de 1.5 ppm, ou mais. Essa margem de erro teria de ser continuada durante um período de vários meses antes que o excesso de fluor viesse a causar manchas nas dentaduras das crianças que estivessem consumindo essa água excessivamente dosada. Essa margem ultrapassa de muito os erros inevitáveis próprios dos dosadores químicos e que flutuam entre 1,5 a 10%.

Diz-se que 0,25 gramas de fluoreto de sódio causa um estado mórbido agudo que se manifesta por sintomas de vômitos e aumento de salivação. Essa quantidade num copo d'água de 250 gramas representa 1000.0 ppm de fluoreto de sódio, ou seja aproximadamente 435.0 ppm de íon fluor. Tais concentrações requereriam a aplicação de quase 4 toneladas de fluore-

to de sódio em um milhão de galões de água, em vez das 19,3 libras projetadas. Para que a dose letal de fluoreto de sódio (calculada em 4 g) estivesse contida nesse mesmo copo de 250 ml, seria necessário aplicar cerca de 60 toneladas daquêle sal por milhão de galões. Em contraste, 19,3 libras por milhão de galões equivalem aproximadamente a 1,2 gramas de fluoreto de sódio *per capita por ano*, na pequena quantidade de água realmente usada para beber.

Essa dose excessiva é muito superior à capacidade máxima dos dosadores de produtos químicos escolhidos mesmo no caso de ocorrer um descuido grave. De fato, podem-se escolher dosadores químicos com capacidade de reserva pouco maior que a dose estabelecida.

OUTROS MEIOS POSSÍVEIS PARA A DISTRIBUIÇÃO DE FLUORETOS

Várias sugestões foram feitas no sentido de se adicionar um composto de fluor aos alimentos ou ao leite. O consumo de um dado alimento, inclusive o leite, não é universal nem suficientemente uniforme para assegurar os benefícios visados. A adição de fluor aos alimentos seria impraticável devido à grande diversidade de procedência dos gêneros e complexidade na sua manipulação e comercialização.

Outro meio sugerido é o de acrescentar fluor ao sal de mesa. Os lactentes e crianças pequenas geralmente não consomem sal de mesa e é nessas idades que a ingestão de fluoretos é importante para a saúde dos dentes.

Ainda não se planejou um método seguro para ingestão de fluoreto de sódio em comprimidos ou cápsulas, embora esse meio possa ser eficaz. Entretanto, para que fôsse realmente eficaz, teria que ser administrado com regularidade a fim de que o indivíduo, inclusive os lactentes e as gestantes recebessem doses equivalentes às que ingeririam através da água fluorada. Esse processo porém seria difícil de controlar. A experiência tem demonstrado que não se pode confiar no público em geral para uma iniciativa individual que resultasse no êxito desse método.

Recentemente, alguns trabalhos vêm sugerindo a eficácia do fluoreto estanhoso usado como ingrediente em um dentífrico. Os primeiros resultados divulgados indicam uma importante redução nas cáries, porém não em escala tão

grande como a obtida pela ingestão da água. O dentifricio tem a desvantagem adicional de ser tóxico quando ingerido e, portanto, perigoso para as crianças pequenas.

O único meio aconselhável para a distribuição generalizada de fluor às crianças e gestantes, consiste por conseguinte no abastecimento público de água. Entretanto, para os habitantes dos distritos urbanos onde a fluoração não é praticável e dos distritos rurais não servidos por sistemas públicos de abastecimento, deve-se lançar mão dos programas de aplicação tópica do produto.

DEMONSTRAÇÃO EFETUADA EM NEWBURGH-KINGSTON, N. Y.

Como já dissemos, três demonstrações de fluoração de abastecimentos públicos de água foram iniciadas na América do Norte, em 1945, nas localidades de Newburgh, Estado de New York, Grande Rapids, Est. de Michigan, e Brantford, Ontário. Visto ter o autor participado da demonstração de Newburgh, será apresentado um resumo da mesma. Em 1944, o Departamento de Saúde do Estado de New York, em colaboração com autoridades municipais de Newburgh, realizou um inquérito sobre a incidência de cáries dentárias entre escolares de 6 a 12 anos residentes em Newburgh, antes de iniciar a fluoração do abastecimento público em 2 de maio de 1945. Neste mesmo ano realizou-se um inquérito análogo na cidade de Kingston, Est. de New York, situada perto de Newburgh e servida por um sistema semelhante de abastecimento d'água, porém, sem fluoração, servindo portanto a informação coligida em Kingston como "contrôle" para a demonstração de Newburgh.

Posteriormente, o mesmo pessoal levou a efeito exames anuais dentários e médicos em ambas as cidades a fim de determinar os resultados obtidos com a fluoração deste sistema, bem como os possíveis efeitos do fluor ingerido sobre os tecidos e órgãos além dos dentes. Também foi investigada a mortalidade causada pelo câncer, diabete, doenças cardiovasculares renais e nefrite aguda e crônica entre toda a população das cidades de Newburgh e Kingston, no período compreendido entre 1944 e 1951.

A população de Newburgh é aproximadamente de 32.000 habitantes e a de Kingston de 28.000. Os estudos sobre os

dentes incluíram cerca de 3.400 crianças em Newburgh e 2.800 em Kingston.

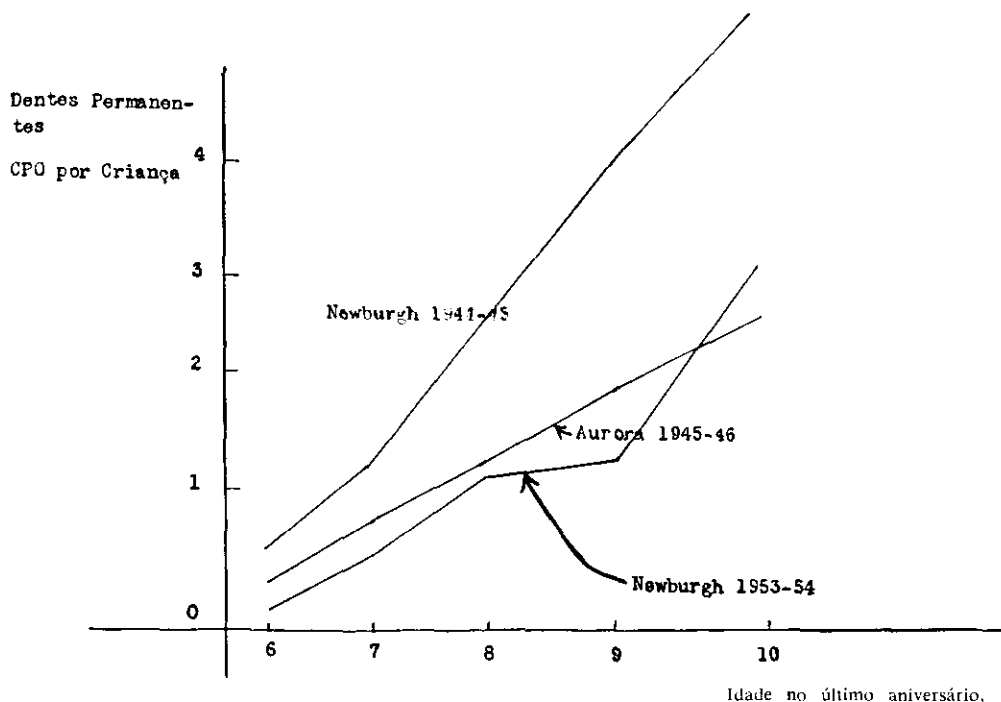
Como fonte de referência, indicamos uma série de informes apresentados por Ast⁽⁷⁾, (8), (9) sobre os primeiros resultados dessa demonstração que completou seu décimo aniversário em maio de 1955. Nessa ocasião, as crianças de 6 anos de idade que haviam consumido água fluorada desde o nascimento apresentavam um número de cáries 75% menor que as de Kingston, enquanto que as de 16 anos apresentavam uma redução de 41% na taxa de C. P. O. isto é, número de cáries, perdas e obturações por criança. A redução média para todas as idades foi de 58%.

O diagrama anexo mostra a proporção de cáries, dentes perdidos e obturações em Newburgh, correspondente aos anos de 1944-45 e 1953-54, isto é, antes da fluoração e durante o nono ano da demonstração, assim como a proporção correspondente à cidade de Aurora, Est. de Illinois, onde o abastecimento público de água contém naturalmente 1.2 ppm de fluor. Pode-se ver que a proporção de cáries, perdas e obturações em Newburgh baixou acentuadamente no período de 9 anos. De fato, chegou a ser menor que a de Aurora até as idades de 9 e 10 anos. Cada ano aumenta em Newburgh o número de crianças nascidas desde 1945, de modo que somente em 1951 os benefícios totais da fluoração estender-se-ão a todas as crianças que constituem o grupo de 6 a 16 anos de idade.

O exame médico de cerca de 500 crianças em cada cidade consistiu de um exame físico, análises da urina e sangue e raios-X das mãos, antebraços e pernas. Grupos menores de crianças foram submetidos a exames oftalmológicos e odontológicos. O resultado destes estudos não indica uma variação significativa em nenhum dos fatores estudados no grupo de crianças em Newburgh entre 3 a 14 anos, em comparação com o grupo controle em Kingston. Além disso, os dados sobre mortalidade causada pelas doenças acima mencionadas não revelam correlação alguma entre o consumo de água fluorada pelos residentes de Newburgh e o coeficiente de mortalidade por essas doenças. Por conseguinte, tanto as vantagens quanto a segurança que oferece a prática da fluoração foram comprovadas por essa demonstração. As demais demonstrações efetuadas e todas as informações obtidas confirmam essa conclusão.

QUADRO COMPARATIVO

do CPO dos dentes permanentes (determinado por exames clínicos), por criança, em zona de águas contendo fluor natural (Aurora, Ill.) e zona onde este era escasso (Newburgh, 1944-45) e se adicionou fluoreto de sódio à água (Newburgh — 1953-54).



1. CPO indica os dentes cariados, perdidos (depois de sua aparição) ou obturados.
2. Em Newburgh, N. Y., a partir de 2 de maio de 1945, foi adicionado Na F à água do abastecimento, para elevar o teor de F' a 1,2 ppm.
3. A concentração natural de F', nas águas de Aurora, Ill., é de 1,2 ppm.

Os aspectos relativos à engenharia podem resumir-se em poucas palavras. O abastecimento d'água da cidade de Newburgh provém de reservatórios tratados por uma estação de filtração com capacidade de 5 milhões de galões por dia, (cêrca de 19 milhões l/dia). A água filtrada vem sendo fluorada desde 2 de maio de 1945, mediante a aplicação de fluoreto de sódio por dosadores a sêco em duplicata, colocados sôbre balanças de plataforma. O operador registra a perda de pêso, ou seja, o pêso do produto químico, a intervalos de 1 hora. A experiência tem demonstrado que a concentração resultante de fluor na água tratada geralmente está dentro do limite desejado de 1.0 a 1.2 ppm. No clima temperado do Est. de New York não se considera necessário modificar essa dose nas diferentes estações do ano, porém tem-se feito tais modificações em Char-

lotte, Est. de Carolina do Norte. Nenhuma dificuldade foi experimentada na operação do equipamento, pelo pessoal especializado dessa estação.

As amostras de água bruta e tratada colhidas na estação de tratamento e em 2 a 10 pontos de amostragem no sistema de distribuição são examinadas diariamente pelo químico da estação, e amostras adicionais são examinadas semanalmente pelo Departamento de Saúde do Est. de New York

A princípio, uma quantidade de 20 libras (cêrca de 9 kg) de fluoreto de sódio em pó, obtida de tambores de 375 libras, (cêrca de 170 kg) era transportada para o dosador de produtos químicos dentro de um recipiente coberto, fornecendo-se ao operador máscara e luvas. Verificou-se, porém, que o pó era produzido quando se enchia o recipiente e que o operário não usava a máscara durante

todo o tempo que manipulava o material. Por esse motivo, instalou-se posteriormente um grande depósito coberto, provido de um ventilador para sucção e filtro para pó, a fim de que o depósito mantivesse uma pressão negativa de ar quando todo o conteúdo de um tambor de 375 libras fôsse esvaziado de uma só vez no interior do mesmo. Isso fêz reduzir a manipulação do produto de 4 vezes ao dia para 1 vez cada 4 dias, conseguindo-se também controlar eficazmente o pó.

AMPLITUDE DA PRÁTICA DA FLUORAÇÃO

A extensão atingida pela prática da fluoração de água é extraordinária. Conforme já dissemos, foram iniciadas em 1945 três instalações experimentais. Em 1949 já havia 11 instalações experimentais nos Estados Unidos, e em 6 sistemas de abastecimento a fluoração era adotada como método de rotina. Em dezembro de 1955, esse número atingiu 1121 abastecimentos d'água nos Estados Unidos, servindo um total de 22.089.000 habitantes. A Câmara de Vereadores de Chicago, Illinois, aprovou a fluoração, de modo que, esse número será acrescido de 4 milhões durante este ano (1956). Esse total de 26 milhões representa cerca de 30% de 90 milhões de habitantes, aproximadamente, servidos por sistemas públicos de abastecimento d'água nos Estados Unidos.

Na América Latina a fluoração foi inaugurada em 1950 no Panamá, onde os dois abastecimentos das cidades de Panamá e Colón servem uma população total de cerca de 235.000 habitantes. Em setembro de 1953 iniciou-se a fluoração em Curicó, Chile, que conta com uma população de 26.773 habitantes, e, em outubro de 1953, em Baixo Guandú, Est. do Espírito Santo, Brasil, com uma população de 5.000 habitantes, sob o patrocínio do Departamento de Saúde do Estado e do SESP. Fomos informados de que também uma comunidade (Girardo) na Colômbia, e servida por um abastecimento de água fluorada. Organizam-se planos para desenvolvimento de programas análogos em várias outras cidades brasileiras. Tais programas são importantes porque os dados parecem indicar que a incidência de cáries na América Latina é, no mínimo, tão alta quanto a dos Estados Unidos.

MÉTODOS EMPREGADOS NA FLUORAÇÃO DA ÁGUA

A dosagem controlada de um composto de fluor em um abastecimento público de água é semelhante, em princípio e na prática, à dosagem do sulfato de alumínio como coagulante, do cloro como desinfetante, e da cal para prevenir a corrosão, etc. Essa prática, estabelecida há longos anos, tornou desnecessária a criação de novos processos e equipamentos, embora as características dos compostos de fluor devam ser consideradas, no que se refere à sua armazenagem, manipulação e aplicação. Maier (11) publicou um resumo dos métodos empregados do qual existe uma tradução em Português (12).

COMPOSTOS DE FLUOR

Para a fluoração da água utilizam-se o fluoreto de sódio comercial, o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico, e, em escala reduzida, o fluossilicato de amônia. Em Madison, Est. de Wisconsin, emprega-se o ácido fluorídrico, porém o uso desse ácido extremamente corrosivo e irritante, não é adotada em nenhuma outra parte. O ácido fluossilícico é um líquido corrosivo e difícil de manipular. Visto que na América Latina somente se tem considerado o uso de fluoreto de sódio e do fluossilicato de sódio, a tabela apresentada a seguir limita-se unicamente a esses produtos químicos.

Pode-se observar que a solubilidade do fluoreto de sódio é cerca de 10 vezes maior que a do fluossilicato de sódio. O primeiro é um pouco menos corrosivo, porém isso não tem importância uma vez que os dosadores químicos são feitos para comportar substâncias corrosivas. Pode-se obter o fluoreto de sódio na forma de um pó fino ou na forma granulada: esta última reduz consideravelmente o problema do pó, que será discutido mais adiante. Por outro lado, o fluoreto de sódio comercial contém apenas 43 a 45% de fluor, por peso, em comparação ao teor de 60% do fluossilicato de sódio.

Os produtos químicos à base de fluor são acondicionados em sacos, tambores de fibra, ou barris de madeira, com capacidade respectivamente de 100, 128 e 375 a 400 libras, (45,58 e 170 a 180 kg). Para fins de segurança no embarque desses produtos, convém adquiri-los em tambores. Devem ser armazenados em local seco para evitar a formação de torrões.

DADOS SÓBRE FLUORETO DE SÓDIO E FLUOSSILICATO DE SÓDIO

| Nome do composto: | Fluoreto de sódio (pesado) | Fluossilicato de sódio (comum) |
|--|--|-----------------------------------|
| Fórmula | Na F | Na ₂ Si F ₆ |
| Peso formular | 42 | 188.05 |
| Forma | Pó fino — ou: grânulos (malha 20 a 40) | Pó fino |
| Grau de pureza | 95% | 99% |
| Teor de F', no produto comercial | 43% | 60% |
| Espaço para armazenamento: kg dm ³ .. | 1,20 | 1,15 |
| libras pé cúbico | 75* | 72** |
| Gramas do prod. com., p aplicação de 1 ppm de F' m ³ | 2 325 | 1.636 |
| Libras do prod. com., p aplicação de 1 ppm de F' milhão galões | 19.3 | 14.0 |
| Solubilidade em água, a 0° C (32° F) .. | 4% | 0.43% |
| Solubilidade em água, a 15° C (60° F) .. | 4% | 0.62% |
| Litras do produto, para saturar solução a 15° C | 0.01*** | 0.052*** |
| Libras do produto, para 1 galão de solu- ção a 1% | 0.0834 | Acima do valor de saturação |
| Galões de sol. a 1%, p aplicação de 1 ppm de F'/1 milhão galões | 234 | Acima do valor de saturação |
| Galões de sol. saturada, p aplicação de 1 ppm de F'/1 milhão galões | 58.5*** | 269.2*** |
| pH da solução a 1% | 6.5 | — |
| pH da solução saturada | 3.9 | 3,5 |

* O peso do fluoreto de sódio varia entre 38 e 95 libras por pé cúbico segundo a qualidade.

** O fluossilicato de sódio pode ser obtido na forma comum, isto é, peso de 72 libras pé cúbico, e na forma leve pesando 55 lbs. pé cúbico.

*** Baseado numa solução saturada a 60.9° F (15° C).

É necessário dispor de balanças para a pesagem dos produtos, de preferência as do tipo de plataforma, que possam sustentar os dosadores menores, a fim de facilitar a determinação da perda de peso, isto é, peso do material dosado durante um dado período.

DOSADORES QUÍMICOS

O equipamento para aplicação de soluções de sulfato de alumínio, cal e hipoclorito já vem sendo utilizado há muito tempo e é satisfatório para a aplicação de compostos de fluor ou soluções de fluoreto de sódio. Para a fluoração de qualquer sistema de abastecimento, deve-se escolher uma unidade que satisfaça as necessidades locais. Por exemplo, quando a vazão da água tratada é cons-

tante, como acontece em muitos casos onde a água é bombeada, devem-se usar dosadores de controle manual, enquanto que nos abastecimentos que operam com taxas de bombeamento variáveis, ou pelo sistema de gravidade a velocidades variáveis, recomendam-se dosadores automáticos controlados por medidores. É necessário também que se estudem as características do produto a ser usado.

Em resumo, o baixo grau de solubilidade do fluossilicato de sódio torna aconselhável a aplicação desse produto, sumamente econômico, mediante dosadores a seco que dosam o material seco em pó. Os dosadores volumétricos desse tipo têm uma capacidade mínima, com precisão, de 1 onça (28 gramas) por hora, o que é suficiente para tratar uma água com vazão de apenas 74,5 galões por mi-

nuto (pouco menos de 5 l/seg), obtêm-se porém resultados mais seguros com taxas mínimas de 4,0 onças (113 gramas) por hora, suficientes para tratar 298,0 galões de água por minuto (19 l/seg). A dosagem de grandes quantidades deste produto em pó é efetuada com maior precisão por meio de unidades gravimétricas, isto é, com contrôles baseados mais sobre o peso do que sobre o volume do produto químico. As unidades maiores têm uma capacidade mínima, precisa suficientemente, para o tratamento da água com vazão mínima de 12.000 galões por minuto (750 l/seg). Unidades desse tipo podem ser encontradas no mercado, para o tratamento dos maiores abastecimentos públicos de água.

As caixas de solução, para os dosadores a seco, devem ter tamanho suficiente para assegurar um período de solução mínima de 5 minutos, com uma vazão de água de diluição, de 12 galões por libra (100 l/kg) de fluoreto de sódio, ou 15 minutos, com uma vazão de 60 galões por libra (500 l/kg) de fluossilicato de sódio.

É evidente, pelo comentário acima, que os dosadores a seco não podem ser utilizados na aplicação de fluossilicato de sódio em pequenos sistemas de abastecimento d'água, com vazões inferiores a cerca de 300 galões por minuto (19 l/seg) ou 425.000 galões por dia (1.300.000 l/dia). Entretanto, os pequenos sistemas podem ser fluorados mediante dosadores de solução, para a aplicação de soluções de fluoreto de sódio, o qual é mais solúvel. Essas unidades, na forma de bombas de diafragma, para solução, acionadas a motor, podem ser usadas para dosar pequenas quantidades de soluções diluídas, de modo que sua capacidade mínima é inferior mesmo às exigências dos pequenos sistemas de abastecimento público. Sua capacidade máxima oscila entre 50 e 250 galões (190 e 950 l) de solução por dia. As unidades maiores, aplicando 250 galões (950 l) de solução saturada a 4%, cada galão contendo 0,34 libras de fluoreto de sódio, alimentarão um total de 81,6 libras (37 kg) por dia. Essa quantidade é suficiente para fluorar 4,3 milhões de galões (16 milhões l) de água por dia, por meio do uso de um tanque de solução do tipo de saturador e de uma bomba para produtos químicos, de baixo custo. Não obstante, o custo mais elevado do fluoreto de sódio justificaria o uso de dosadores a seco, para a aplicação do

fluossilicato de sódio, mais barato, nos abastecimentos de água com capacidade de 1 milhão de galões ou mais por dia, porém os abastecimentos menores, também, podem ser tratados com esse produto químico mais barato, usando-se tanques de solução e caixas com orifícios, para aplicar soluções diluídas, tais como 0,1% ou uma quarta parte do grau de saturação (0,4%).

Certas medidas de proteção devem ser adotadas em todas as instalações. Por exemplo, a tubulação que conduz água aos tanques ou recipientes de solução deve terminar acima da superfície da água, ou deve-se evitar a ocorrência de refluxo mediante a instalação de "desafogo" do vácuo. Além disso, as soluções de fluor não devem ser canalizadas diretamente para os tubos de sucção das bombas, a menos que se utilize um registro de mola, ou dispositivo equivalente, para evitar a vazão da solução depois que a bomba deixou de funcionar. Em realidade, o cano de saída do recipiente de solução de um dosador a seco deveria partir de um ponto próximo da superfície da água no recipiente, a fim de evitar o esvaziamento deste, cada vez que se desligasse a unidade.

CONTRÔLE DO PÓ

Os operadores devem ser protegidos contra o contato direto com os compostos de fluor, por meio de luvas e aventais de borracha. Os pisos do local onde se armazenam os produtos químicos e onde funciona o equipamento devem ser de material impermeável, com declividade para os drenos a fim de facilitar a lavagem.

O fluoreto de sódio granulado pode ser manipulado sem produção de pó, porém o fluoreto de sódio e o fluossilicato de sódio em pó atingem o operador, quando o material é esvaziado dos sacos ou tambores, no interior dos depósitos dos dosadores. O uso de uma máscara contra pó protegerá o operador durante essa operação, porém não o protegerá mais tarde contra os efeitos do pó derramado sobre o piso e equipamento, redistribuído pela corrente de ar, quando não mais estiver usando a máscara. Portanto, o importante é evitar a formação do pó. Isso pode ser efetuado, até certo ponto, esvaziando-se o material granulado ou em pó dentro de tanques de solução contendo água, ou transportando-se o produto em pequenas quantidades para o

interior do depósito, por meio de uma pá de mão. Entretanto, obtêm-se melhores resultados através dos seguintes processos: 1) virando-se o saco ou tambor dentro de uma câmara especialmente construída sobre o depósito; 2) usando-se um adaptador especial, de fabricação caseira para tambores de 125 libras (57 kg), o qual substitui a tampa quando o tambor é esvaziado e que se ajustará perfeitamente a um adaptador igual colocado na parte superior do depósito, instalando-se uma porta corrediça que ao ser aberta deixará o produto cair dentro do depósito; 3) um depósito coberto, com ventilador e filtro para pó, capaz de proporcionar uma corrente de ar com velocidade mínima de 200 pés por minuto (60 m/min) através da abertura pela qual se introduz o produto, sendo o pó aspirado para dentro do depósito; 4) um equipamento pneumático, a vácuo, para transferir o material dos tambores e barris para os depósitos cobertos elevados, sendo filtrado o ar de escapamento. Este último é especialmente recomendado para as grandes estações, como a de Washington, D. C., ao passo que o uso do terceiro é mais generalizado nos Estados Unidos.

DESPESAS

O custo da fluoração dos abastecimentos públicos de água na América Latina depende de muitos fatores, tais como a escolha dos produtos químicos a serem usados, o preço destes, as taxas de frete, direitos de importação, taxas de câmbio e consumo de água. Os dados publicados parecem limitar-se aos de Del Valle⁽²⁾ relativos a Curicó, Chile, onde o fluossilicato de sódio custa 25,00 pêsos chilenos por kg., ou 80.750 pêsos por ano, o que representa um custo de 0,0425 pêsos por metro cúbico de água, ou 3,28 pêsos per capita por ano. As demais despesas foram orçadas em 4,72 pêsos, em um total de 8,00 pêsos per capita por ano.

Dados não publicados, referentes à instalação de Baixo Guandú, Brasil, com uma população de 5.000 habitantes, demonstram que o fluossilicato de sódio custava anteriormente Cr\$ 13,50 o Kg., dando um custo de Cr\$ 0,018 por metro cúbico de água com uma dose de 0,8 ppm, ou Cr\$ 0,66 per capita por ano, sendo o consumo de água de 500 metros cúbicos diários. O custo de dosadores

químicos, em duplicata, é de Cr\$ 67.500,00, ou seja Cr\$ 6.750,00 por ano durante um período de 10 anos. Isso representa apenas Cr\$ 1,1 per capita por ano, isto é, um total anual per capita de Cr\$ 1,76. Não houve gastos adicionais de mão de obra, etc.

Os dados relativos ao custo da instalação de Newburgh, Est. de New York, onde se emprega o fluoreto de sódio, mais dispendioso, ao preço unitário de US\$ 0,13 por libra, ou US\$ 2,50 por milhão de galões, isto é, US\$ 10,00 por dia para tratamento de uma média de 4,0 milhões de galões diários, e onde os dosadores em duplicata e o equipamento de controle de pó custaram aproximadamente US\$ 1.800,00, ou \$ 180,00 por ano, durante 10 anos, mostram um custo final unitário de US\$ 0,12 per capita por ano.

Essas despesas refletem o custo relativo mais alto, do fluoreto de sódio utilizado em Newburgh, e o consumo de água per capita, muito mais elevado nessa cidade, isto é, 125 galões (500 l) per capita, em comparação aos 26 galões (100 l) per capita em Baixo Guandú.

A experiência tem demonstrado que o custo da fluoração de água é representado, em grande parte, pelo custo dos produtos químicos e do equipamento. Por exemplo, não há necessidade de novas estruturas, uma vez que geralmente existe espaço disponível nas estações de bombeamento ou de tratamento da água para o equipamento e armazenagem dos produtos químicos.

Os dosadores e equipamento acessório funcionarão pelo menos 10 anos, de modo que o preço de custo poderá ser amortizado durante esse período. O custo do equipamento varia aproximadamente entre US\$ 750,00 por dosador de solução ou um dosador a seco de capacidade reduzida, e US\$ 4.000,00 por um dosador a seco, gravimétrico, de tamanho grande. O equipamento de controle do pó custa de US\$ 750,00 a US\$ 1.000,00. Por exemplo, os depósitos dos dosadores, em duplicata, com capacidade de 20 toneladas, e as instalações acessórias de controle da estação de filtração de Milwaukee, Wisconsin, com capacidade de 400 milhões de galões por dia, custaram apenas US\$ 10,000,00. O custo total do equipamento instalado em Baltimore, Maryland, que aplica ácido fluossilícico em 200 milhões de galões diários, foi de US\$ 13,000,00. Portanto, o custo do equipamento, amortizado durante um período de 10 anos,

oscila entre US\$ 100.00 e US\$ 1,500.00 por ano nos Estados Unidos.

O custo de operação e supervisão depende da existência das práticas de filtração e cloração, ou da necessidade de empregar um operador para fiscalizar a flucração. Em geral, os operadores, já contratados pelas estações, estão em condições de operar o equipamento de flucração sem necessidade de auxílio complementar.

O custo de fluossilicato de sódio nos Estados Unidos é de cerca de US\$ 0.08 por libra. Visto serem necessárias 14 libras por milhão de galões de água tratada, o custo atinge US\$ 1.12 por milhão de galões. Sendo de US\$ 0.13 por libra o preço do fluoreto de sódio, havendo necessidade de 19,3 libras por milhão de galões, o custo por milhão de galões de água tratada é de US\$ 2.50.

O consumo de água per capita, nos Estados Unidos, oscila consideravelmente, porém a média aproximada é de 100 galões (380 litros) per capita por dia. Portanto, um milhão de galões diários abastecerá uma comunidade de cerca de 10.000 habitantes, o que significa um gasto diário de produtos químicos de US\$ 1.12 ou US\$ 2.50 respectivamente, correspondendo a US\$ 0.04 ou US\$ 0.09 *per capita por ano*, dependendo do produto usado. Esse custo aumentaria em cerca de US\$ 0.02 per capita per ano para cobrir o valor do equipamento em duplicata, que é de US\$ 2,000.00, ou seja, US\$ 200.00 por ano para uma comunidade de 10.000 habitantes.

Calcula-se que um milhão de galões por dia abastecerá uma municipalidade brasileira com uma população de 25.000 habitantes, ou seja, 2,5 vezes as populações médias dos Estados Unidos. Isso equivale a 3.780 m³ de água para 25.000 pessoas, ou 151,2 m³ para cada 1.000 pessoas. A dose de fluossilicato de sódio necessária para produzir 1.0 ppm de íon fluor é de 1,66 mg/litro, ou seja, 1,36 gramas por m³, ou 251,0 g para os 151,2 m³ que servem 1.000 pessoas. O custo atual de fluossilicato de sódio entregue no Rio de Janeiro, procedente da Espanha, é de Cr\$ 20,00 por kg., o que representa Cr\$ 5,00 pelas 251,0 gramas necessárias por dia, para um abastecimento servindo 1.000 pessoas, ou Cr\$ 1.825,00 por ano, o que representa um custo per capita de Cr\$ 1,82 por ano.

Um equipamento em duplicata no valor de US\$ 1,500.00, ou Cr\$ 75.000,00 ao câmbio de Cr\$ 50,00, custaria Cr\$ 7.500,00 por ano durante 10 anos, ou seja, Cr\$ 7,50 per capita para uma pequena comunidade de 1.000 habitantes. Nas comunidades maiores, o custo per capita seria proporcionalmente menor. Portanto, o custo anual per capita de um equipamento em duplicata oscilaria entre Cr\$ 1,00 a Cr\$ 7,50, dando um custo total anual per capita, em equipamento e produtos químicos, de Cr\$ 2,83 a Cr\$ 9,36, ou seja, Cr\$ 3,00 a Cr\$ 10,00 per capita por ano. Esse custo estimado é mais elevado que o custo real em Baixo Guandú — de Cr\$ 0,65 per capita por ano — devido ao fato de que o consumo nessa localidade é aproximadamente seis décimas partes da média calculada, sendo a dose de 0,8 ppm, em vez da dose padrão de 1,0 ppm, não estando incluído o custo do equipamento.

O tratamento de todo um sistema de abastecimento público, de maneira a que a pequena percentagem de água usada para beber apresente o teor ótimo de fluor, é considerado por muitos como um processo anti-econômico. Entretanto o custo per capita é tão baixo, mesmo calculado na hipótese de que um terço da população seja constituído de crianças, isto é, cerca de Cr\$ 9,00 a Cr\$ 30,00 por criança por ano, o que representa apenas o preço de alguns jornais. Em outras palavras, a incidência de cáries dentárias poderá ser reduzida de 60% pelo custo anual por criança de cerca de Cr\$ 15,00. Portanto, o custo total por criança, desde sua concepção até a idade de 13 anos, é de apenas Cr\$ 200,00. Esse custo contrasta acentuadamente com o da aplicação tópica feita por um dentista ou especialista, que determina uma redução de cáries de 40% e que no Brasil custa aproximadamente Cr\$ 700,00 por criança para 4 séries completas de 4 aplicações cada uma. O custo do tratamento atinge Cr\$ 2.000,00 nas clínicas dentárias particulares, porém, as despesas com o tratamento das cáries seriam ainda mais elevadas.

O processo, por conseguinte, representa o programa de saúde dentária mais barato que existe atualmente para todos os habitantes de uma comunidade. Na realidade, representa o programa de saúde pública de menor custo desenvolvido até hoje, para benefício de uma comunidade inteira.

ADMINISTRAÇÃO

Um programa para a fluoração de um serviço público de abastecimento deverá ser iniciado pelas autoridades sanitárias. A experiência tem demonstrado que a aceitação e o apoio por parte do público são facilitados quando as autoridades obtêm a cooperação ativa de associações odontológicas e médicas e de organizações cívicas locais. Em geral, os responsáveis locais pelo serviço de abastecimento d'água mostram-se dispostos a colaborar quando sentem o apoio do público e quando conseguem um financiamento adequado do programa, quer por meio de um aumento do preço do metro cúbico ou das tarifas, quer por disposições orçamentárias.

O equipamento de fluoração da água, como indica a experiência, pode ser operado e mantido por um operador capaz de fiscalizar equipamentos semelhantes de cloração. É indispensável que o operador seja de confiança e que esteja devidamente treinado, não devendo ser substituído, por motivos de política, por pessoas que não disponham de treinamento suficiente. Peças sobressalentes são indispensáveis para os reparos necessários. O operador deve dispôr de um estojo simples, portátil, de laboratório, para determinar o teor de ion fluor da água natural e da água tratada, para fins de controle da estação. Dêsse modo, o aumento observado no teor do fluor da água poderá ser utilizado para verificar a exatidão do seguinte: a) balanças usadas para pesagem dos produtos químicos; b) calibração do dosador químico; c) medidor ou outro dispositivo usado para medir o volume da água tratada.

CONTROLE DE LABORATÓRIO

Devem se observar algumas precauções ao se determinar o teor de ion fluor na água. Os estojos de campo, portáteis, contêm padrões de cores permanentes que podem não ter a mesma coloração ou tonalidade dos padrões temporários preparados por um químico, de acordo com os "Métodos Padrões para Análise de Águas e Esgotos" da American Public Health Association (12). Além disso, substâncias interferentes produzem erros, quando presentes em concentrações acima das seguintes: Cloretos, 500,0 ppm; Sulfatos, 250,0 ppm; Ferro, 0,5 ppm; Alumínio, 0,2

ppm; Fosfatos, 0,3 ppm; Cloro residual 0,2 ppm.

Os erros devidos aos cloretos e sulfatos limitam-se às águas de alto teor mineral e portanto não ocorrem com frequência. Os erros devidos ao ferro e manganês são de importância em algumas águas de poço, a menos que sejam tratadas para remoção desses elementos. As águas naturais não contêm concentrações apreciáveis de alumínio, porém as águas *impropriamente tratadas* com sulfato de alumínio poderão reter uma quantidade de alumina solúvel suficiente para interferir no teste de fluoretos. Infelizmente, os erros devidos aos cloretos, sulfatos, ferro, manganês e alumínio não podem ser eliminados, exceto por meio dos métodos padrões mais rebuscados, que incluem a destilação.

Por outro lado, os fosfatos presentes nas águas tratadas com o composto "Calgon", para prevenir a corrosão, podem se alterar a tal ponto, ao serem fervidos, que deixarão de interferir no teste de fluoretos. Além disso, o cloro residual nas águas cloradas pode ser eliminado, mediante algumas gotas de solução de arsenito de sódio a 0,5%. Visto que o erro devido ao cloro residual é um dos mais frequentes e mais fáceis de evitar, os estojos portáteis são, geralmente, aplicáveis ao controle da estação. É essencial, entretanto, verificar a exatidão desses laboratórios portáteis e de seu emprego adequado, por um operador sem treinamento técnico, determinando-se os fatores de correção por meio de análises periódicas, em um laboratório de saúde pública, ou por uma pessoa que disponha de treinamento técnico suficiente para seguir as instruções contidas nos "Métodos Padrões para Análise das Águas e Esgotos".

Há necessidade de um teste simples, para fluoretos, que esteja livre de interferências pelos componentes da água. Atualmente, o Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos está projetando um equipamento para medir e registrar continuamente o teor de ion fluor.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a fluoração, experimental e rotineira, de muitos sistemas de abastecimento público d'água servindo milhões de pessoas, tem demonstrado ser um programa eficiente de

saúde pública, que satisfaz às necessidades do público, no que diz respeito ao melhoramento da saúde dentária, sem oferecer riscos, utilizando processos práticos, a um custo razoável. A decisão de fluorar um abastecimento público de água deve ser baseada na disponibilidade de fundos suficientes e no uso de

equipamentos de tipo aprovado, a serem manejados, por um operador competente, sob supervisão e controle de laboratório apropriado. Nessas circunstâncias, a fluoração constitui um dos processos mais eficientes no campo da engenharia e da saúde pública.

BIBLIOGRAFIA

1. Gandra, Yaro Ribeiro. Teór de fluor de águas no Estado de São Paulo, Revista Brasileira de Odontologia, 48-61, Janeiro-Junho de 1953.
2. Reyes, Ramon Delvalle. Fluoración del Agua Potable, Cuarto Congreso Inter-americano de Ingeniería Sanitaria, July 1954, pg. 31-41.
3. Van Burkalow, Anastasia. Fluorine in United States Water Supplies, Geographical Review, 36:177 (1946).
4. Hill, J. N.; Jelinek, O. E.; and Blayney, M. S. The Evanston Dental Caries Study. III. A Preliminary Study of the Distribution of Fluorine in Communal Water Supplies in the U. S., Jour. Dent. Res., 28:398 (1949).
5. Maier, F. J., Defluoridation of Public Water Supplies, Journ. Am. Water Works Asso. 45:8, p. 879-888, Aug. 1953.
6. McClure, F. J., Nondental Physiological Effects of Trace Quantities of Fluorine. Dental Caries and Fluorine, Am. Asso. Advancement of Science Monograph, pg. 74, 1946.
7. Ast, D. B., Finn, S. B., McCaffrey, I. The Newburgh-Kingston Caries Fluorine Study, I and II, Am. Journ. Public Health, 40, 716-727, June 1954.
8. Ast, D. B., Finn, S. B., Chase H., The Newburgh-Kingston Caries Fluorine Study, III, Journ. Am. Dental. Asso., 42, 188-195, Feb. 1951.
9. Ast, D. B., Chase, H., The Newburgh-Kingston Caries Fluorine Study, IV, Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology, 6, 114-123, Jan. 1953.
10. Maier, F. J., Fluoridation of Public Water Supplies, Journ. Am. Water Works Asso., 42, 1120-1132, Dec. 1950.
11. Problemas técnicos da fluoração, Revista de Odontologia, 31-40, Janeiro-Junho de 1953.
12. "Standard Methods for the Examination of Water and Sewage", Tenth Edition, 1955. Am. Public Health Asso., New York, N. Y.