

Aspectos de Serviços de Abastecimento D'Água nos Estados Unidos

NELSON GANDUR DACACH

**Prof. Catedrático da Escola Politécnica
da Universidade Federal da Bahia.**

Através de uma bolsa concedida pela Agência de Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos (USAID), tivemos a rara e grata oportunidade de visitar alguns serviços de abastecimento d'água naquele grande País, durante a viagem inesquecível que começou e terminou em Nova York. De leste para oeste passamos por Washington, Alexandria, Akron, Cincinnati, Lebanon, Chicago, Denver, Colorado Springs, Central City e Los Angeles. Na volta estivemos em Dallas e novamente em Washington antes do regresso a Nova York.

Em cada uma das cidades mencionadas fizemos anotações e tiramos fotografias, algumas das quais constam do presente trabalho.

WASHINGTON, DISTRITO DE COLUMBIA

Na capital dos Estados Unidos percorremos a estação de tratamento de água do Rio Potomac (Dalecarlia Filter Plant), cujas novas instalações começaram a funcionar em 1965. É administrada pelo Governo Federal, o que constitui exceção. Sua capacidade supera 2 milhões de metros cúbicos diários de água tratada.

A água sofre-pré-cloração para o que são utilizados 14 aparelhos dosadores. O odor e sabor provocados pelo excesso de cloro são eliminados pelo anidrido sulfuroso.

A cal só é empregada para a correção do pH, já que a alcalinidade natural é suficiente para a formação dos flocos de hidróxido de alumínio, resultante da aplicação de sulfato deste metal como coagulante.

Desde 1952 o flúor é aplicado à água visando-se a prevenção da cárie dentária.

Instalações de controle remoto com dispositivos elétricos, eletrônicos e pneumáticos garantem a eficiência do tratamento. Por outro lado, aparelhos

medidores e registradores fornecem aos operadores informações a todo instante sobre a operação da estação e qualidade da água.

A floculação e sedimentação processam-se em decantadores de fundo duplo, sendo a primeira feita em cada unidade por 6 dispositivos mecanizados com a velocidade periférica de 30 cm/seg, durante 45 minutos. O período de detenção nos decantadores é de 1 h 30 min., procedendo-se a sua limpeza manualmente.

Nos filtros, está sendo usado um leito de antracite, o qual permite maior velocidade de filtração e menor quantidade de água de lavagem. Preferiu-se a camada suporte de pedregulho ao invés da placa porosa de "carborundum" não somente porque esta colmata-se rapidamente quando a água possui dureza, como também porque a placa requer uma estrutura suporte de aço inoxidável, sem dúvida de custo elevado.

Optou-se pelo fundo "Wheeler" por questão de preço, nas novas unidades filtrantes. Nestas as canaletas de água de lavagem ficam distanciadas de 3,60 m, valor duplo do geralmente adotado. Tal procedimento foi contraproducente já que redundou no uso de maior quantidade de água de lavagem.

A taxa mínima de água na cidade é de US\$ 0.26 por mil galões (3,785 m³), pagando-se o adicional de US\$ 0.16 por cada mil galões a mais, respectivamente Cr\$ 151 e Cr\$ 93 ao dólar de Cr\$ 2.200.

ALEXANDRIA, VIRGÍNIA

O serviço de abastecimento d'água da cidade é administrado pela "Alexandria Water Company".

A água provém do reservatório de Occoquan que é um dos de maior capacidade na região leste dos Estados Unidos. Situa-se a 32 km ao sul de

Alexandria e represa cêrca de 38 milhões de metros cúbicos de água.

Existem duas estações de tratamento, uma construída em 1950 e outra concluída em 1963.

Visitamos a "River Station" que é uma das mais modernas do mundo. Possui duas unidades circulares sem cobertura, trabalhando em paralelo, onde se processam tôdas as operações relacionadas à floculação, sedimentação e filtração da água. Trata-se das unidades "aldrich" que foram idealizadas pela "American Water Works Service Company". São unidades compactas, de baixo custo de instalação e operação.

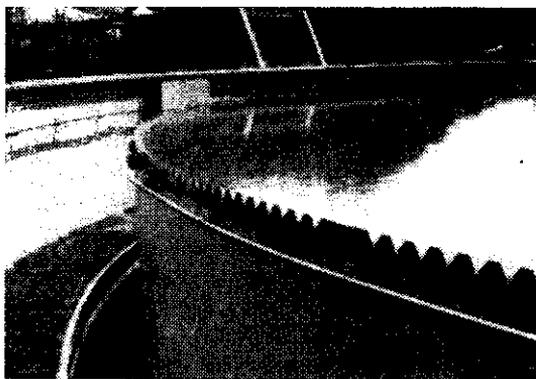


Foto 1 — Alexandria, Virgínia (3/6/66). Unidade Aldrich, para tratamento da água.

O compartimento central recebe por recalque a água bruta do Reservatório Occoquan (foto n.º 1). Na água são aplicadas as substâncias químicas que convenientemente dosadas e misturadas vão formar os flocos que se sedimentam nêsse compartimento central. A água clarificada passa então para o compartimento anular externo para atingir as unidades filtrantes. Depois de filtrada a água passa para um compartimento inferior de onde é bombeada para o sistema de distribuição.

A estrutura é metálica e sua pintura sempre mantida em bom estado de conservação.

Na foto vê-se claramente o dispositivo dentado de matéria plástica, largamente difundido no País, destinado a corrigir falhas de nivelamento da instalação, permitindo que o transbordamento da água clarificada para o compartimento externo se processe uniformemente por todo o contôrno.

Vêm-se também as canaletas de água de lavagem em direção radial e o compartimento que dá saída a essa mesma água de lavagem, quando se processa a operação de limpeza dos filtros por inversão de corrente.

Cada unidade Aldrich trata diàriamente 15 140m³ de água, podendo-se aumentar êsse volume de 50% se necessário.

Os filtros "Aldrich" constituem um dos maiores progressos obtidos nos últimos anos com respeito à técnica de tratamento de água.

AKRON, OHIO

Foi em Akron que encontramos o serviço de abastecimento d'água mais organizado dentre os que temos visitado. O sucesso da operação do sistema é atribuído por muitos a Mr. Wendell R. Ladue que há 33 anos vem dirigindo o serviço.

É o próprio Mr. Ladue que afirma ser um bom administrador aquêle que age com persuasão, compreensão humana, discernimento, comunicabilidade, autoridade e paciência.

A principal fonte de água de Akron é o Rio Cuyahoga que desemboca no Lago Erie, em Cleveland. Dos três reservatórios de acumulação, o Lake Rockwell, o East Branch Reservoir e o Wendell R. Ladue Reservoir, abordaremos o primeiro por ter sido o visitado.

O Lake Rockwell é o reservatório terminal do sistema (foto 2). A barragem fica a 4 km a nordeste da cidade de Kent, Ohio, e possui 85 m de comprimento. A capacidade útil do reservatório é de quase 9 milhões de m³. Foram plantadas 2,5 milhões de árvores para prevenir a erosão e conservar o grau de umidade nas imediações.



Foto 2 — Akron, Ohio (8/6/66). Barragem do Lake Rockwell.

A água do Lake Rockwell escoar-se por gravidade numa extensão de 800 m para atingir a estação de bombeamento de água bruta, situada em anexo à estação de tratamento.

A estação de tratamento, originalmente construída em 1915, vem sendo ampliada, remodelada e modernizada de acôrdo com o progresso da técnica de purificação.

A água bruta apresenta características uniformes com valores médios de 2 ppm para a turbidez e 20 ppm para a côr.

Depois de tratada, a água é recalçada para a cidade, onde ficam vários reservatórios de distribuição.

Na Estação de Tratamento trabalham um engenheiro e dois químicos, que ganham respectivamente US\$ 10.000 e US\$ 8.000 por ano. Os operadores percebem US\$ 2.80 por hora, trabalhando 8 horas por dia.

Na parede de um dos flocladores existe uma janela de vidro para permitir a observação dos flocos, bem como a passagem das pás de madeira do dispositivo mecanizado em seu movimento de rotação.

Na estação fazem-se experiências visando-se a utilização de antracite e areia nos leitos filtrantes, para o que se utilizam cilindros de vidro contendo camadas superpostas daqueles materiais, com 60 cm e 20 cm respectivamente.

Nas experiências faz-se passar no leito filtrante acima referido não somente a água decantada como a que vai entrar nos decantadores.

Uma das vantagens do antracite é evitar a formação de bolas de lodo. É importado da Pensilvânia e sai duas vezes mais caro que a areia.

Os filtros da estação sempre funcionaram com o fundo "Wheeler".

CINCINNATI, OHIO

Em Cincinnati por várias vezes estivemos no "Robert A. Taft Sanitary Engineering Center", comumente chamado Taft Center, o mais antigo dos Estados Unidos no campo da Engenharia Sanitária, onde atualmente trabalham cerca de 1 200 pessoas.

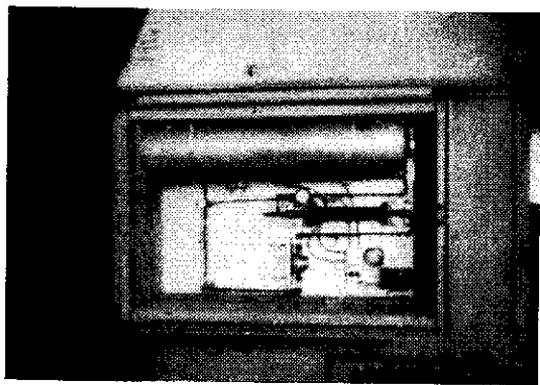


Foto 3 — Cincinnati, Ohio (13/6/66). Aparelho para medir a poluição orgânica dos cursos d'água.

Lá tivemos conhecimento de muitas atividades e pesquisas levadas a efeito por cientistas de renome. Dentre outras citamos o controle sistemático da poluição orgânica dos cursos de água de todo o País, através de 130 postos devidamente instalados com o aparelho visto na foto 3.

Primeiramente a água passa por um filtro de areia contido num cilindro metálico e em seguida por um leito de carvão ativado contido num cilindro de vidro de menores dimensões. Depois da passagem de grande e determinado volume de água pelo aparelho o carvão é remetido ao Centro Taft, onde por meio de clorofórmio e álcool a matéria orgânica é liberada, apresentando-se depois da destilação como líquido espesso de cor escura e de odor intenso. Do volume da matéria orgânica liberada do carvão ativado conclui-se sobre a maior ou menor poluição do curso d'água.

Também tivemos a oportunidade de ver funcionando um aparelho moderno instalado em 1963, destinado à determinação de substâncias químicas existentes na água. Por processo espectrográfico o aparelho faz 19 determinações quantitativas em apenas 2 minutos.

Visitamos o sistema de abastecimento d'água de Cincinnati, cidade que foi fundada em 1788 por pioneiros vindos do Leste.

Inicialmente fontes e poços eram utilizados para o suprimento d'água até que em 1800 o Rio Ohio que banha a cidade passou a ser aproveitado para abastecê-la.

Hoje pode-se ver fora de uso a antiga torre de tomada e a estação de bombeamento de água bruta, que foram substituídas por uma tomada submersa e por uma imponente estação de recalque.

A estação de tratamento, por outro lado, continua sendo a mesma que vem prestando bons serviços há muitos anos.

O tratamento consta de cloração, seguida por 72 horas de sedimentação simples, ocasionalmente auxiliada por sulfato de alumínio, coagulação com o sulfato de ferro e cal, remoção de odor e sabor pelo carvão ativado, 6 a 10 horas de sedimentação com remoção contínua do lodo, filtração rápida e finalmente amônio-cloração.

Na foto 4 vemos o ressalto hidráulico utilizado para a mistura dos compostos químicos na água, antes da câmara de floclação.

É famosa e não poderíamos deixar de visitá-la a "Tennyson Pumping Station". Nela encontram-se 6 conjuntos elevatórios, cada um com capacidade para recalcar, por dia, 95 mil metros cúbicos de água tratada. Em compartimento especial encontra-se um grande painel através do qual é controlado o funcionamento do sistema.

COLORADO SPRINGS, COLORADO

Em tamanho, Colorado Springs é o terceiro núcleo populacional do Estado com seus 70 000 habitantes. Trata-se de cidade tipicamente turística, pró-

xima da qual se encontra a Academia da Fôrça Aérea dos Estados Unidos.

Situada ao lado das Montanhas Rochosas, Colorado Springs é suprida pela água que se escoa por gravidade a partir da serra.

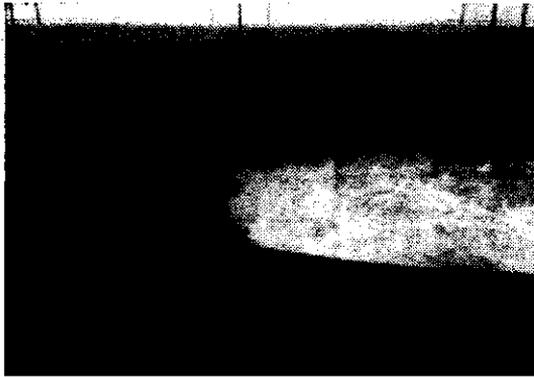


Foto 4 — Cincinnati, Ohio, (15/6/66). Ressalto hidráulico para mistura dos compostos químicos na estação de tratamento de água.

Há épocas do ano em que o líquido se apresenta tão límpido que à primeira vista uma simples cloração seria suficiente para o tratamento.

A verdade é que existe uma estação clássica de filtros rápidos, por sinal a mais conservada e limpa dentre tôdas as que até hoje tivemos a oportunidade de percorrer. Assim é que tanto o piso da estação como as calhas de água de lavagem dos filtros são pintados a óleo.

A estação tem capacidade para tratar diàriamente 91 mil metros cúbicos de água.



Foto 5 — Colorado Springs, Colorado (20/6/66). Como era o fundo dos filtros rápidos para tratamento da água.

A floculação é feita por meio de dispositivos mecanizados, um dos quais deixou de funcionar em conseqüência de uma descarga elétrica ocorrida por ocasião de nossa visita.

Os filtros que são cobertos possuem atualmente fundo "Wheeler", em substituição ao que funcionava anteriormente, visto em corte na foto 5.

A taxa de filtração é de $135 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$, sendo a de lavagem dos filtros 6,6 vezes maior.

A água de lavagem de cada filtro, que varia de 340 a 380 metros cúbicos, é recuperada após decantação simples no terreno.

Depois de tratada, a água vai ter a um reservatório semi-enterrado de forma paralelepípedica com 76 mil metros cúbicos de capacidade, que se aproxima daquela máxima de tratamento diário da estação.

O reservatório de água de lavagem é elevado e de forma esférica com 1325 m^3 .

Os números indicam que os reservatórios considerados têm capacidade bem maior que as que seriam adotadas no Brasil para abastecimento de porte similar.

Na estação vimos pela primeira vez um aparelho destinado a medir continuamente a radioatividade da água.

Próximo a Colorado Springs, fica a cidade histórica de Central City, por nós rapidamente visitada.

Por coincidência a estação de tratamento d'água de Central City, possuidora de dois filtros de pressão com leito de diatomáceas, foi inaugurada poucos dias antes de nossa chegada.

LOS ANGELES, CALIFÓRNIA

O abastecimento d'água da cidade de Los Angeles processa-se através de um sistema dos mais complexos e dispendiosos existentes no mundo. Basta dizer-se que o líquido chega à torneira do consumidor depois de passar pelos 390 km do Aqueduto do Rio Colorado, pelo Lago Mathews e daí pelas adutoras que alimentam as duas estações de tratamento.

Nos Estados Unidos, o aqueduto do Rio Colorado constitui a mais extensa adutora de água para uso doméstico, incluindo 5 estações gigantes de bombeamento, quilômetros de túneis e canais, além de sifões. Sua construção foi ditada pela falta de água na região sul da Califórnia que é semi-árida com precipitação média anual de apenas 375 mm. Os trabalhos iniciados em dezembro de 1932 terminaram em 1941, isto é, 9 anos depois. A ampliação posterior foi concluída em 1961. Hoje o aqueduto representa uma inversão de capital da ordem de 500 milhões de dólares. Tem capacidade para dar escoamento por dia a cerca de 4 milhões de m^3 de água oriunda do Rio Colorado.

Em 1955, a Sociedade Americana de Engenheiros Civis elegeu o Aqueduto do Rio Colorado como uma das sete maravilhas da Moderna Engenharia Civil dos Estados Unidos, o qual foi construído e é operado pelo Distrito Metropolitano de Água do Sul da Califórnia.

Nos 1 140 km² do mencionado distrito que compreende os condados de Los Angeles, Orange, Riverside, San Bernardino, San Diego e Ventura, contam-se atualmente 113 cidades e 9 500 000 habitantes, aproximadamente a metade da população californiana.

Cêrca de 40% da água transportada pelo aqueduto destina-se a alimentar o lençol subterrâneo da área distrital. A parcela restante vai para as estações de tratamento denominadas "Robert B. Diemer Filtration Plant" e "F. E. Weymouth Memorial Softening & Filtration Plant", esta por nós visitada, sendo objeto das seguintes apreciações.

A água proveniente do Lago Mathews ao penetrar na estação de tratamento recebe cloro, coagulante e cal. Da câmara mecanizada de floculação passa para o decantador, sendo novamente clorada antes de atingir os filtros rápidos de areia. Parte da água filtrada é encaminhada para as unidades de amolecimento por troca de íons, onde a dureza é totalmente removida. Posteriormente, a água livre de dureza é misturada à que somente sofreu cloração pela terceira vez, sendo em seguida a água encaminhada para o sistema de distribuição.

No processo a dureza passa de 340 para 125 ppm, sendo a redução feita pela ação tanto da cal como dos trocadores de íons.

A foto 6 é uma vista dos decantadores.

Falemos um pouco sôbre a parcela da água transportada pelo aqueduto e que se destina a alimentar



Foto 6 — Los Angeles, Califórnia (24/6/66). Decantadores da "Weymouth Softening and Filtration Plant".

o lençol subterrâneo, manancial que sempre foi utilizado para alguns suprimentos de água na área distrital através de poços.

O líquido é lançado em várias bacias, onde sofre infiltração, devido à permeabilidade natural do terreno, com a velocidade média de 0,9 m por dia.

Em média cada bacia leva 4 dias para encher, fazendo-se então necessários de 18 a 20 dias para que tôda a água se infiltre no terreno.

MONROVIA, CALIFÓRNIA

A cidade de Monrovia situa-se no Condado de Los Angeles.

O lençol subterrâneo constitui a principal fonte de suprimento d'água da cidade, que também é servida por um pequeno córrego e pela "Southern Califórnia Water Company".

Limitando-se com as cidades de Arcadia e de Bradbury, Monrovia situa-se em terreno tão acidentado que se impôs o emprêgo de 5 rêdes de distribuição independentes para atender às diversas zonas de pressão.



Foto 7 — Monrovia, Califórnia (28/6/66). Motor instalado num poço profundo para abastecer a cidade.

São 10 os reservatórios de distribuição. Enquanto o mais elevado situa-se a 404 m de altitude o mais baixo encontra-se a 183 m, havendo pois entre ambos 221 m de diferença de nível.

O córrego que nasce nas montanhas atende parte da zona alta da cidade. Sua água sofre apenas cloração, embora ocorra decantação parcial no reservatório que recebe o líquido por gravidade. A vazão média do riacho é de 50 l/seg, decrescendo muito êste valor durante o estio.

O lençol subterrâneo é utilizado através de 5 poços perfurados, o Chapman Well com 85 l/seg e os demais com capacidade para fornecer em conjunto 800 l/seg.

Para nós brasileiros êstes dados são surpreendentes.

O poço da foto 7 durante o teste de bombeamento produziu mais de 250 l/seg, para o rebaixamento de apenas 1,5 m. Com o diâmetro de 24 polegadas (0,60 m) possui 158 m de profundidade, encontrando-se o nível estático e a bomba turbina, respectivamente, a 40 m e 73 m abaixo do nível do terreno.

O motor instalado no poço é de 200 HP, 440 volts, trifásico, 240 amperes e 1 200 r.p.m. É protegido por uma cobertura móvel de madeira que se desloca mercê de 4 rodas metálicas sôbre as quais se apoia.

Em outro poço próximo o motor fica exposto sem nenhuma proteção, não havendo inconveniente por ter sido construído com características especiais de autoproteção.

O poço da foto 7 embora durante o teste de bombeamento inicial tenha fornecido mais de 250 l/seg., esta vazão na realidade apresenta-se menor, decrescendo nos períodos em que baixa o nível do lençol. Em 1965, por exemplo, o poço acusou sua menor vazão que ficou reduzida a 202 l/seg.

Diante do que foi dito, não temos dúvida de que o lençol subterrâneo se apresenta em condições excepcionais de aproveitamento e para nossa maior surpresa soubemos da existência de um poço ainda fora de uso, cujo teste de bombeamento acusou a vazão de 380 l/seg.

Pelo exposto conclui-se também que a cidade não dispõe de estação de tratamento, sendo a potabilidade da água garantida apenas pela cloração.

DALLAS, TEXAS

Esta cidade é abastecida por diversos cursos de água que durante os períodos de forte estio apresentam pequena vazão, o que ditou a construção de vários reservatórios acumuladores. Estes são também utilizados para fins recreativos, sobressaindo-se a pesca e o esqui aquático.

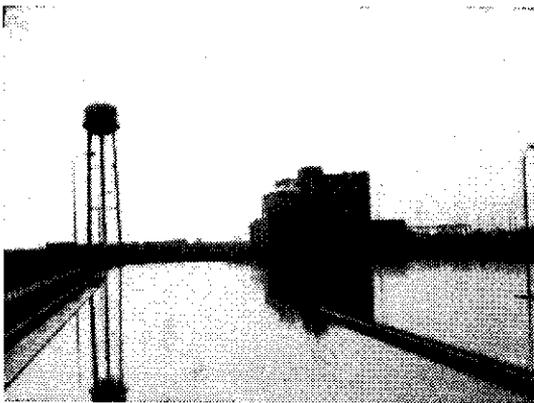


Foto 8 — Dallas, Texas (30/6/66). Vista da "East Side Water Treatment Plant".

O "Lake Dallas" construído de 1925 a 1928 tinha a capacidade inicial de 240 milhões de metros cúbicos. Tornando-se insuficiente para atender à crescente demanda de água passou a ser complementado posteriormente por dois reservatórios construídos pelo Governo Federal em Lewisville e em Grapevine, os quais em conjunto armazenam 600 milhões de metros cúbicos de água. Estes dois reservatórios atuam também no controle das inundações.

Dallas possui várias estações de tratamento de água por filtração rápida, dentre as quais a "Elm

Fork Purification Plant" e a "East Side Water Treatment Plant". Visitamos esta que é vista na foto 8.

Merecem destaque alguns tópicos relacionados ao sistema de distribuição.

Para isolamento de qualquer trecho da rede lança-se mão quer dos registros de parada quer do congelamento da água no interior da canalização. A vantagem dêste último recurso está em poder interromper o escoamento em qualquer ponto da rede, o que é impraticável com os registros, que guardam entre si distâncias relativamente grandes. Através dos registros o isolamento de qualquer trecho priva de água muitos prédios o que não ocorre com o congelamento, por sinal feito com gelo seco colocado no exterior do conduto. O processo é acelerado com o emprêgo de gasolina, devido à sua rápida evaporação. Todavia, cuidados são tomados para prevenir a explosão com os vapores dêste líquido.

Em se tratando de tubulação de cobre pode-se interromper o escoamento por amassamento, para o que se lança mão de uma máquina para tal fim destinada e que é capaz também de processar o subseqüente desamassamento.

As ligações domiciliárias podem ser feitas sem a abertura das respectivas valas, o que é vantajoso sobretudo para as ruas pavimentadas.

Através de máquina especial, uma haste metálica provida de broca de maior diâmetro que o do ramal domiciliar vai penetrando horizontalmente no terreno por movimento rotativo, a partir da escavação feita no ponto de derivação da rede. A haste é constituída de barras que se podem enroscar umas às outras para dar o comprimento desejado durante a perfuração que vai atingir a outra escavação feita no passeio ou dentro da propriedade. Finalmente, prende-se à extremidade livre da haste a tubulação de cobre que é tracionada até atingir o distribuidor da rede, podendo-se então ultimar os trabalhos de ligação.

O fechamento manual dos registros como se sabe processa-se lentamente e em período de tempo diretamente proporcional ao diâmetro. Por exemplo, para fechar-se um registro de 1,5 m de diâmetro mais de 700 voltas fazem-se necessárias o que requer muito tempo na operação. Para contornar êste inconveniente existem viaturas do serviço de água providas de aparelhagem especial para fechar os registros, rapidamente. A energia é fornecida pelo motor do veículo que simplesmente estaciona no local preciso da operação, que é iniciada depois de registrado o número de voltas para o fechamento da peça e que é função de seu diâmetro.

Em Dallas também se lança mão de um aparelho que injeta sob pressão na rede uma solução de hexametáfosfato de sódio, destinada a prevenir a corrosão no interior das canalizações.

Para a prevenção da corrosão externa dos tubos, êstes são envolvidos com uma capa protetora de polítileno por ocasião do assentamento nas valas.