

Aspectos de Serviços de Esgotos nos Estados Unidos

ENG. NELSON GANDUR DACACH

Prof. Catedrático da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

Este trabalho é a complementação do intitulado "Aspectos de Serviços de Abastecimento de Água nos Estados Unidos", (Rev. DAE, n.º 62), ambos elaborados em decorrência de nossa viagem àquele País, mercê da bolsa concedida pela USAID que nos permitiu visitar de leste para oeste as cidades de Washington, Alexandria, Akron, Cincinnati, Lebanon, Chicago, Denver, Colorado Springs, Central City e Los Angeles. Na volta estivemos em Dallas antes de regressarmos a Washintgon, onde foi dada por finda a nossa missão.

Seríamos injustos se aqui não manifestássemos o quanto representou para nós o contato com uma civilização mais avançada e com um povo que tão bem nos acolheu. Declarar o contrário é ferir a consciência, é fingir esquecer o estado de espírito que nos acompanhou a todo instante naquele maravilhoso País.

Viagens como essa, inclusive a outros países, só proporcionam benefícios desde que se ponha o coração e a mente livres de qualquer preconceito para receberem em plenitude tudo o que possa ser útil à nossa pátria.

A troca de conhecimentos e o conhecimento de hábitos habilitam-nos a melhor trabalhar em prol do desenvolvimento nacional. Em nossa condição de professor, viagens de observação a centros civilizados, sejam eles quais forem, é medida que se impõe, em benefício das novas gerações que nos bancos escolares esperam dos mestres o melhor que eles possam lhes transmitir e que constitua realmente um forte subsídio na luta para o progresso brasileiro.

Deixemos agora estas apreciações e passemos a relatar o que julgamos mais importante nas cidades visitadas quanto à técnica de remoção e tratamento de esgotos.

Washington, Distrito de Columbia

Na capital dos Estados Unidos funciona uma moderna instalação para tratamento dos esgotos, tanto do Distrito de Columbia como de áreas contíguas de Maryland e Virginia, Estados limítrofes. O tratamento é feito pelo processo dos lodos ativados para atender à população de 1 791 000 habitantes, correspondendo à vazão média de 12,7 m³/seg e máxima de 17,5 m³/seg.

O processo inclui operações de remoção da areia, pré-cloração, sedimentação, aeração do esgoto decantado e sedimentação final, complementadas pela digestão e secagem do lodo. O efluente dos tanques de sedimentação final é clorado e descarregado no Rio Potomac.

A retirada do material grosseiro do esgoto processa-se nas estações de bombeamento que precedem a estação de tratamento.

A remoção de areia e outros materiais granulares, como o silte, capazes de danificar as bombas por abrasão, interferindo por outro lado no processo de sedimentação e na operação das unidades de lodo, é feita como de praxe.

As caixas de areia originais eram constituídas de oito canais, nos quais o esgoto escoava-se com a velocidade de 0,30 m/seg. Em decorrência da flutuação da vazão do esgoto nesses canais, a quantidade e qualidade da areia removida também sofriam variação, razão pela qual em 1959 quatro canais com aeração foram construídos para substituir os primeiros. O ar injetado próximo ao fundo dos canais, que têm 3,30 m de altura útil, faz com que a matéria orgânica mais leve permaneça em suspensão, permitindo que a areia relativamente livre de matéria orgânica vá se depositar na zona quiescente, abaixo da zona de difusão do ar.

Cada tanque de sedimentação primária, em número de 16, possui forma circular, 32,31 m de diâmetro, 4,27 m de profundidade e capacidade de 3 520 m³, sendo o período de detenção aproximadamente de 1,3 horas para a vazão total de 12,7 m³/seg.

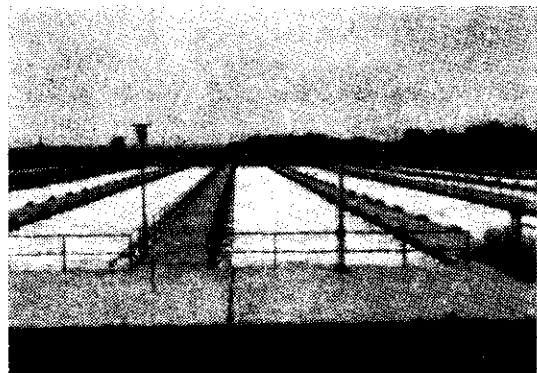


Foto 1 — Washington, Distrito de Columbia (1/6/66) — Tanques de aeração da estação de lodos ativados "Blue Plains Sewage Treatment Plant"

Os tanques de aeração, vistos na foto 1, constituem-se de quatro compartimentos, cada um com 8,84 m de largura, 140,21 m de comprimento e 3,66 m de profundidade e são providos de um sistema de difusores de ar. Este é fornecido por quatro compressores, cada um com capacidade de 1 133 m³ de ar por minuto, à pressão de pouco mais de 0,5 kg/cm².

O período de detenção nos tanques de aeração é de 2 horas para a vazão de 13,4 m³/seg (12,7 m³/seg mais 5% do lodo de retorno).

A sedimentação final processa-se em doze tanques, cada um possuindo 24,4 m de largura, 76,2 m de comprimento e 3,66 m de profundidade, sendo de aproximadamente 2 horas o período de detenção.

Parte do lodo removido retorna ao tanque de aeração, como acima foi dito.

A cloração do efluente final é feita com a dosagem de 12 ppm para a vazão de projeto de 12,7 m³/seg.

As operações de secagem, remoção e destino do lodo processam-se dentro da técnica moderna, atendendo às conveniências locais.

Cincinnati, Ohio

A cidade de Cincinnati possui três estações de tratamento de esgotos.

A "Little Miami Treatment Plant" tem capacidade para tratar, diariamente, 109 765 m³ de esgoto. A "Muddy Creek Treatment Plant", 26 495 m³, e a "Mill Creek Treatment Plant", por nós visitada por ser a maior, 454 200 m³.

Na "Mill Creek Treatment Plant", que começou a funcionar em 1959, encontram-se dois reservatórios esféricos para armazenamento do gás de esgoto, cada um com 12,2 m de diâmetro, ficando o gás sob a pressão de 2,1 kg/cm² (foto 2). O atual tratamento primário será substituído pelo processo dos lodos ativados, razão pela qual na própria estação experiências estão sendo feitas com uma estação em miniatura para o futuro tratamento. A estação modelo é feita em vidro, o que fa-

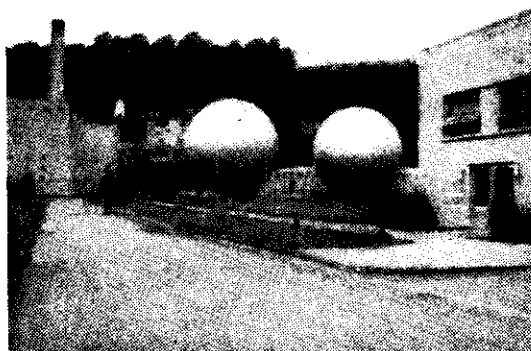


Foto 2 — Cincinnati, Ohio (17/6/66) — Reservatórios de gás de esgoto da "Mill Creek Treatment Plant"

cilita os estudos experimentais que visam o tratamento de 1 362 600 m³ diários de esgoto (foto 3).

No Centro Taft ("Robert A. Taft Sanitary Engineering Center") estudos estão sendo feitos sobre a poluição dos cursos de água pelas descargas pluviais das áreas urbanas.



Foto 3 — Cincinnati, Ohio (17/6/66) — Experiências com lodos ativados na estação de tratamento primário de esgotos

Nos Estados Unidos a altura média anual de chuva é de 760 mm. Apesar de ser o País bem aquinhoado, a verdade é que a distribuição das chuvas é desigual, havendo regiões altamente beneficiadas como o noroeste (3 810 mm) e outras bem sacrificadas como o sudoeste, com menos de 50 mm.

Devido à escassez de água em algumas áreas a mesma está sendo reusada, o que impõe a apli-

cação dos mais eficientes processos de tratamento antes e depois da utilização do líquido.

As pesquisas que estão sendo feitas sobre o escoamento superficial da água de chuva nas áreas urbanas visam sobretudo determinar o grau de poluição a que estão sujeitos os corpos receptores dessas mesmas águas.

Dentre cerca de 11 400 comunidades dos Estados Unidos, quase 75% contém menos de 5 000 habitantes cada uma. Por outro lado, mais de 80% das pequenas comunidades têm sistemas independentes para a remoção dos esgotos sanitários e pluviais. O mesmo ocorre de respeito à metade dos grandes centros urbanos. A densidade populacional de cada cidade varia de menos de 2 a cerca de 96 habitantes por hectare.

Dos estudos levados a efeito no Centro Taft, conclui-se que:

1 — O aumento populacional, a urbanização e a necessidade de água requerem esforços crescentes para a conservação, purificação e reaproveitamento da água disponível. Especial atenção deve ser dada à poluição provocada pelo escoamento superficial e pelas precipitações atmosféricas.

2 — Os estudos indicaram que o nitrogênio inorgânico e o fosfato hidrolizável se apresentam na água de chuva, em média com 0,69 ppm e 0,24 ppm. O teor de cloro orgânico é, em média, de 0,28 ppb. Em Cincinnati, o DDT, DDE e BHC foram identificados na água de chuva.

3 — No estudo do escoamento superficial resultante das chuvas caídas numa área residencial-comercial de 11 hectares, encontraram-se na água os teores médios de 227 ppm de sólidos suspensos, 57 ppm de sólidos voláteis, 111 ppm de COD, 17 ppm de BOD, 1 ppm de nitrogênio inorgânico, 1,1 ppm de fosfatos hidrolizáveis e 1,7 ppb de cloro orgânico.

4 — Os teores médios anuais encontrados na água de chuva, como acima foi visto, se comparados com os existentes nos esgotos sanitários de uma área com densidade populacional de 22 pessoas por hectare, indicam que o peso de sólidos suspensos descarregados anualmente pelo escoamento superficial iguala 160% dos que são lançados pelos esgotos sanitários da área considerada. Quanto aos demais teores, obteve-se COD (33%), BOD (7%), fosfatos hidrolizáveis (5%) e nitrogênio (14%). Durante os aguaceiros, os teores presentes na água do escoamento superficial se expressos em porcentagem dos valores médios do esgoto bruto produzido na área supra mencionada, correspondem a 2 400% para os sólidos suspensos, 520% para a COD, 110% para a BOD, 70% para os fosfatos hidrolizáveis e 200% para o nitrogênio.

5 — Em amostras de água do escoamento superficial de áreas urbanas a densidade de colifor-

mes foi maior que 2 900/100 ml em 90% das amostras, ultrapassando pois 1 000/100 ml que é o limite observado em muitos lugares dos Estados Unidos para as águas em que se possa praticar a natação.

Lebanon, Ohio

Na estação de tratamento de esgotos pelo processo dos lodos ativados estão sendo realizadas importantes experiências relacionadas ao tratamento avançado pela electrodiálise.

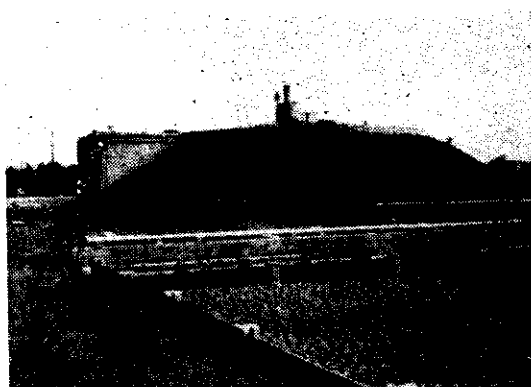


Foto 4 — Lebanon, Ohio (14/6/66) — Digestor e leito de secagem da estação de tratamento dos esgotos pelo processo de lodos ativados

Na foto 4 vêem-se um digestor e parte dos leitos de secagem.

Depois de sofrer a sedimentação final na estação, o esgoto passa sucessivamente pelo "micro strainer", filtro de diatomácea, leito de carvão ativado e finalmente pela unidade onde se processa a electrodiálise. Obtém-se desse modo uma água cristalina (com BOD reduzida a zero) capaz de tornar-se potável pela desinfecção.

Na micro-peneira ficam retidas tôdas as partículas em suspensão com diâmetro igual ou superior a 25 micra e no filtro de diatomáceas, as de menor tamanho inclusive a matéria orgânica em estado coloidal.

O carvão ativado destina-se a remover a matéria orgânica em dissolução. Depois de um certo tempo, o carvão tem que ser posto fora de uso e substituído. Todavia, poderá ser recuperado desde que seja levado novamente ao forno para ser submetido a uma temperatura apenas suficiente para queimar a matéria orgânica adsorvida.

A electrodiálise tem por finalidade reduzir o teor de sais, como o cloreto de sódio, presentes na água de esgoto, após este sofrer os diversos tratamentos atrás abordados.

O processo baseia-se no emprêgo de energia elétrica e de membranas especiais de pergaminho ou matéria plástica.

Desde que o líquido passe num recipiente contendo dois electrodos situados em posições opostas, as moléculas do cloreto de sódio dissociam-se. Devido à influência do campo eléctrico, os íons de sódio dirigem-se para o polo negativo e os de cloro para o polo positivo. Até aqui nenhuma novidade apresenta o processo, conhecido e empregado há muito tempo sob o nome de electrólise.

A novidade está no fato de que, devido à presença de membranas no interior do recipiente, as moléculas dissociadas não mais voltam à massa líquida, que dêsse modo vai se libertando dos sais. Para tanto são utilizados dois tipos de membrana. O tipo A que só se deixa atravessar pelos íons positivos, constituindo uma barreira para os negativos e o tipo B, justamente o contrário. Então, no interior do recipiente são colocadas em grande número, alternadamente, membranas dos dois tipos, em direção normal ao deslocamento dos íons e paralela à do escoamento da água.

Em decorrência, o recipiente fica sub-dividido em compartimentos que alternadamente apresentam água com teor de sal menor e maior que o da água original. Apenas sofrem excessão os compartimentos extremos, nos quais se encontram os electrodos. No compartimento do electrodo negativo desprende-se hidrogênio e no positivo, cloro e oxigênio.

Depois da operação um conduto coleta a água dos compartimentos que produzem água dessalinizada. Outro conduto faz o mesmo de respeito à água com elevado teor de sal.

O afastamento ótimo entre as membranas parece ser de 1 mm, sendo o consumo de electricidade proporcional ao teor de sal removido.

Colorado Springs, Colorado

O tratamento dos esgotos é feito com o emprego dos filtros biológicos.

Na estação os volumes diários mínimo, médio e máximo de esgoto bruto são de 18 925 m³, 52 990 m³ e 102 195 m³, respectivamente.

O esgoto inicialmente atravessa um par de "detritors", onde as partículas de areia se depositam e em seguida um par de "comminutors" de 36", antes de atingir o medidor Parshall.

Depois do Parshall o esgoto tem acesso aos tanques de decantação primária, em número de três, cada um com 35 m de diâmetro, sendo o período de detenção, com recirculação, de aproximadamente 1,78 horas, para a vazão máxima, e de 2,56 horas para a mínima.

Os filtros biológicos (foto 5) possuem 51,8 m de diâmetro. Seu leito de pedra tem 1,68 m de altura. São em número de três.

Após a filtração o esgoto alcança os 3 decantadores secundários, possuindo cada um 36,6 m de diâmetro e 2,90 m de profundidade ao longo das

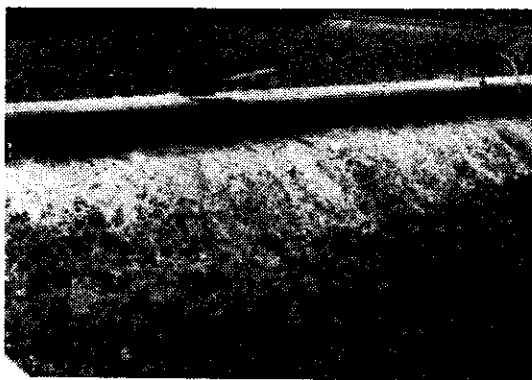


Foto 5 — Colorado Springs, Colorado (20/6/66) — Filtro biológico da estação de tratamento de esgotos

paredes. O material sedimentado nestas unidades retorna continuamente ao efluente dos tanques de decantação primária, por bombeamento.

Após sair dos decantadores secundários o líquido passa por um medidor Parshall atingindo finalmente as câmaras de desinfecção, onde o cloro atua durante 30 minutos, findos os quais o esgoto se apresenta como água destinada à irrigação.

Em 1962, com um movimento pioneiro a cidade começou a utilizar um sistema de abastecimento de água não-potável, o qual opera do seguinte modo:

Cerca de 9 463 m³ de esgoto tratado são recalcados diariamente para a estação de água não-potável onde sofrem um tratamento complementar em dois filtros de pressão com leito de areia. Este tratamento remove parte do "humus" que permanece no esgoto depois dos decantadores secundários, além de produzir uma água clara, limpa e estável, com elevado teor de oxigênio dissolvido.

O líquido duplamente tratado é então armazenado em dois reservatórios, um com 2 840 m³ de capacidade e outro com 7 570 m³.

Para atender aos padrões de saúde e impedir que as pessoas bebam a água oriunda do esgoto, em todos os pontos de consumo encontra-se escrito o sinal de advertência **ÁGUA NÃO-POTÁVEL**. Todavia, se a água fôr usada acidentalmente para bebida o teor de 1 ppm de cloro protegerá o usuário contra qualquer dano à sua saúde.

O uso dessa água, no presente, é útil para grande número de usuários e custa cerca de um terço do preço da água potável. Além de permitir que se faça uso de grande volume de água para irrigação a baixo custo, dá margem a que a água

potável seja utilizada em maior quantidade pela população.

Los Angeles, California

O Distrito Sanitário do Condado de Los Angeles mantém um sistema de esgoto que inclui 40 estações elevatórias e 9 estações de tratamento. São contribuintes 68 cidades incorporadas com população da ordem de 3 500 000 habitantes.

O sistema que possui tubulações com diâmetros variáveis de 0,20 m (8") a 3,60 m (144") lança o esgoto na estação de tratamento primário conhecida por "Joint Water Pollution Control Plant", cuja capacidade é de 1 137 000 m³/dia.

O esgoto depois de sofrer o tratamento primário é lançado no Oceano Pacífico através de 4 lançadores submarinos (out falls), que tem a finalidade de facilitar a diluição do mesmo esgoto na água do mar, em pontos distantes da praia, conforme os seguintes dados:

Diâmetro do lançador	Extensão a partir da praia	Profundidade do lançamento
1,50 m (60")	1 524 m	33,5 m
1,80 m (72")	1 981 m	50,3 m
2,25 m (90")	2 591 m	65,5 m
2,70 m (120")	3 627 m	59,4 m



Foto 6 — Los Angeles, Califórnia (23/6/66) — Maqueta de um terminal oceânico de esgotos (out fall) com 72" (1,80 m) de diâmetro

Os lançadores (o de 72" é visto em maquete na foto 6) foram projetados e construídos visando tirar vantagens quer das correntes submarinas, quer das temperaturas diferenciais da água entre a superfície e o fundo do mar.

Enquanto a "Joint Water Pollution Control Plant" processa o tratamento primário dos esgotos as demais, por sinal pequenas, são de tratamento secundário: duas lagoas de oxidação, 2 estações com filtração biológica e 4 estações com lodos ativados.

As lagoas de oxidação que servem à comunidade de Lancaster tratam 11 370 m³ de esgoto por dia. Possuem uma área total de 931 mil m², área essa suficiente para permitir a evaporação do líquido tratado. A recuperação da água do esgoto por infiltração no terreno e subsequente alimentação do lençol subterrâneo não é praticada por ser o terreno impermeável.

A outra lagoa de oxidação trata diariamente 3 790 m³ de esgotos da comunidade de Palmdale. O efluente é vendido para irrigar plantações de alfafa.

Tanto a estação de filtros biológicos que trata por dia 2 274 m³ de esgotos domésticos da cidade de Azusa, como a que pelo mesmo processo trata os despejos de uma cervejaria (1 895 m³/dia), lançam o efluente no terreno para alimentar o lençol subterrâneo. O efluente que por sinal não recebe cloro é recuperado graças a filtração natural no solo.

Na estação de lodo ativado de Pomona com capacidade de 11 370 m³/dia também ocorre a recuperação da água de esgoto já que o efluente depois de clorado é parcialmente vendido para irrigação de terrenos de pastagem e de plantas cítricas, sendo o restante lançado no terreno para recarregar o aquífero.

Na estação de lodo ativado que trata os esgotos da área de Saugus, o efluente é lançado no Canal do Rio Santa Clara para depois sofrer infiltração no terreno alimentando o aquífero.

Outra estação de lodos ativados fica próxima de "La Canada" para tratar o esgoto do "Angeles Crest Country Club" e de áreas circunvizinhas. O efluente da estação constitui grande parcela da água utilizada para a irrigação do campo de "golf".

Finalmente temos a destacar a "Whittier Narrows Plant", também de lodos ativados, pelo fato de ter sido especialmente projetada tendo em vista a posterior recuperação do efluente. Este na verdade desde 1962, ano em que a estação foi construída, é lançado no terreno para alimentação do aquífero, em mistura com parte da água oriunda do Rio Colorado, situado a mais de 400 km de distância. A capacidade da estação é de 37 900 m³/dia. Na foto vê-se uma comporta no canal que dá passagem à água do Rio Colorado, misturada com o efluente da estação, para as áreas de infiltração no terreno.

Dallas, Texas

A cidade de Dallas começou a tratar seus esgotos justamente há 60 anos.

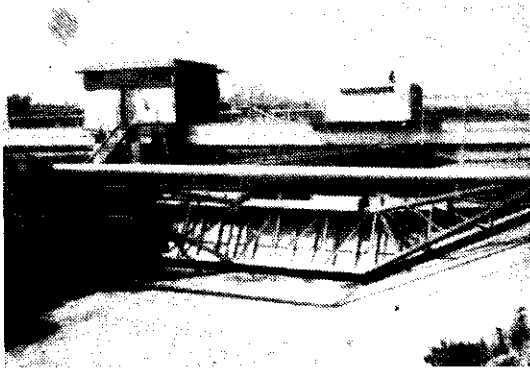


Foto 7 — Los Angeles, Califórnia (23/6/66) Água represada destinada a alimentar o lençol subterrâneo após infiltrar-se no terreno

Em 1906 entrou a funcionar a primeira estação de tratamento constituída de 12 tanques de sedimentação. Em 1917, foram adicionados mais 12 tanques. Em 1937, inaugurou-se a primeira instalação com tratamento primário e secundário, este por meio de filtração biológica. Em 1953 foi construída outra estação por filtração biológica denominada "White Rock Treatment Plant", próxima à existente.

A estação antiga por filtração biológica tem a capacidade de 136 260 m³/dia e a nova, 68 130 m³. Esta será ampliada para tratar 204 390 m³/dia e então ambas estarão aptas a receber 340 650 m³ de esgoto por dia (na foto 8 vê-se um dos filtros).

Merece destaque o serviço de manutenção da rede de esgoto que possui mais de 3 500 km de coletores.

A televisão é utilizada para a inspeção dos condutos não visitáveis. Dêsse modo consegue-se descobrir pontos de vazamento, juntas mal feitas, raízes de árvores, etc.

A câmara de imagens, acompanhada de uma câmara fotográfica "polaroide" que tira fotografias coloridas, é adaptada a dispositivos que permitam o fácil deslocamento do conjunto no interior da tubulação. A energia é fornecida ao aparelho por uma bateria de automóvel de 12 volts.

Na operação, por sinal bastante cara, faz-se necessário um grupo de 6 pessoas habilitadas, inclusive um Engenheiro Eletrônico.

Primeiramente, o coletor a ser inspecionado sofre a devida limpeza mecânica, sem ser posto fo-

ra de serviço, já que o aparelho em seu interior pode se deslocar mesmo com o esgoto à meia secção.

O aparelho desloca-se do poço de visita de montante para o de jusante mercê de um cabo, adaptado a um registrador de distância. Caso o aparelho seja deslocado em sentido contrário a lente de sua objetiva ficará sujeita ao borrifamento por parte do esgoto.

À medida em que o conjunto vai se deslocando vagarosamente no interior do conduto, devidamente iluminado por lâmpadas de baixa voltagem, as imagens vão se sucedendo no visor do aparelho receptor, o qual fica na rua ou mesmo no interior do veículo.

Logo surja uma irregularidade no interior do conduto, para-se a câmara na melhor posição a fim de que, inclusive, seja batida uma foto e registrada a distância ao poço de visita.



Foto 8 — Dallas, Texas (30/6/66) — Filtro biológico da estação de tratamento de esgotos

Outro dispositivo é utilizado para o reparo de qualquer vazamento caso seja este a irregularidade encontrada. Para tanto injeta-se na fenda um determinado material gelatinoso pelo interior da tubulação, requerendo a operação bastante habilidade. A própria televisão poderá comprovar posteriormente o sucesso do reparo feito.

Outros progressos ligados à remoção e tratamento de esgotos nos Estados Unidos sem dúvida escapam ao presente trabalho. Todavia o exposto é suficiente para que se tenha idéia do estágio a que atingiu aquele País no campo da Engenharia Sanitária.