

Estação de Tratamento de Água Industrial da Refinaria de Capuava

ARISTÓTELES BERSOU

Divisão Técnica da
Refinaria de Capuava.

INTRODUÇÃO

A água é uma substância imprescindível em quase todas as indústrias, inclusive a de petróleo, variando o seu emprego enormemente. Recursos vários são aproveitados para reduzir o consumo deste precioso líquido, sendo o principal a sua re-circulação por Torres de esfriamento. Águas residuais são às vezes, re-aproveitadas e intercambiadores a ar e outros meios são usados para diminuir a demanda de água, quando a mesma não é abundante.

A Refinaria e Exploração de Petróleo União S. A. tem-se abastecido de água para os seus fins industriais, desde a sua inauguração, em Dezembro de 1954, do Rio Tamanduateí, que corta os seus terrenos em Capuava.

Não havendo abundância de publicações sobre tratamento de água para fins industriais como para água potável, seguindo sugestões, resolvemos descrever a Estação de Tratamento de Água desta Refinaria, mostrando algumas peculiaridades e inovações.

CAPACIDADE: 10 milhões de litros em 24 horas.

FINALIDADE: Água de refrigeração, para geração de vapor e para serviços gerais.

PROCESSO: Clássico, com decantação natural.

FONTE DE ÁGUA: Rio Tamanduateí.

PROJETO: Eng.º Químico Aristóteles Bersou.

CONSTRUÇÃO: Sociedade Paulista de Construções Cíveis Ltda.

ARQUITETURA: Eng.º Arquiteto Philipp Lohbauer.

FISCALIZAÇÃO. Eng.º Civil Hans Brack, engenheiro da Refinaria, em colaboração com o autor.

Elemento de primeira ordem para a Refinaria de Capuava, foi o abastecimento de água industrial. O rio Tamanduateí, de pequeno volume e muito poluído, não estava em condições de satisfazer as demandas em quantidade, ou qualidade.

4.700.000 litros de água circulam por hora na área de processo, devendo as perdas normais e por evaporação na Torre de resfriamento serem compensadas.

A construção de uma represa artificial com capacidade de 575.000m³ resolveu o problema da quantidade. Esta é mantida cheia com água retirada do rio Tamanduateí, preferivelmente em tempo de chuva, quando existe abundância de água com a poluição muito diluída pela precipitação atmosférica.

Entretanto, a observação mostrou que a água turva, contendo matéria orgânica, não satisfazia plenamente quando usada em intercambiadores e como água de refôrço na geração de vapor. Algas cresciam em grande quantidade na Torre de Refrigeração, escondendo as condições físicas da mesma. Contaminações da represa com óleo através de drenos e de fugas ocasionais do equipamento de refino de petróleo, aumenta-

vam o problema de uma boa água de refrigeração. As incrustações nas tubulações se agravavam.

Os poços artesianos que forneciam inicialmente toda a água para as caldeiras, estavam, após alguns anos, contribuindo com apenas 50% da água necessária.

Por estes motivos, sugeriu o autor a construção de uma Estação de Tratamento de água, contribuindo para sua concretização com o projeto, desenhos preliminares e escolha do equipamento.

Coube à Sociedade Paulista de Construções Cíveis Ltda. os cálculos da parte civil, o preparo de todos os desenhos de construção e a execução do projeto.

Em 15 de Dezembro de 1959 a Estação entrou em funcionamento.

DESCRIÇÃO DO CONJUNTO

Não vamos fazer uma descrição detalhada da instalação, pois, seria repetir assunto por demais conhecido. Porém, sob alguns aspectos, parece-nos, alguma coisa nova ou diferente foi introduzida. Chamaremos a atenção sobre estes pontos. Nosso objetivo foi **SIMPLICIDADE, MÍNIMO DE MECANIZAÇÃO, DISPOSIÇÃO COMPACTA E LÓGICA**, com grandes recursos para tratamentos diferentes da água disponível, inclusive re-tratar a água em uso na área de processo.

O conjunto compreende: um prédio com 3 pavimentos (Casa de Química); um Floculador horizontal e dois Decantadores em paralelo.

Não existem filtros de areia. A água tratada e decantada é armazenada por gravidade em um tanque de concreto semi-enterrado.

Por partes, a descrição do equipamento e do funcionamento é a seguinte:

CAPTAÇÃO: É feita diretamente da represa, que fica ao lado, por duas bombas Worthington com capacidade de 420m³/hora cada. Uma é reserva. Atualmente existem duas represas em série, sofrendo a água assim um longo processo de sedimentação e homogeneização. A primeira represa que é nova, tem uma capacidade de 1.500.000m³, e a segunda, 575.000m³.

FILTRAÇÃO PRELIMINAR: Antes da água entrar na Estação, passa por dois filtros de carvão vegetal comum com granulação aproximada de 20 a 30mm. Os filtros trabalham em paralelo, tem 1,60m de diâmetro e 80cm de camada de carvão cada. A água da represa entra de baixo para cima. Detritos diversos e óleo mineral emulsionado na água ficam parcialmente retirados nos filtros. A limpeza é feita com vapor de baixa pressão, de cima para baixo, um por vez.

CLORAÇÃO PRELIMINAR: Saindo dos filtros, a água entra em um canal que fica paralelo aos Floculadores, porém de estrutura independente. Este canal serve para a cloração preliminar e para a determinação do volume da água que passa. A água clorada vem em tubo de PVC da Casa da Química e entra no comêço do canal, isto é, na parte mais funda. O tubo de PVC termina em forma de U, com os furos em ângulo de 45.º para baixo. A cloração é regulada para dar \pm 0,5 ppm de cloro livre na saída dos Decantadores.

MEDIDOR PARSHALL: O meio do canal foi transformado em um medidor Parshall com tubo comunicante na Casa de Química.

CASA DE QUÍMICA: Antes de descrever a floculação e a decantação, é necessário descrever a Casa de Química que é o controle de tudo.

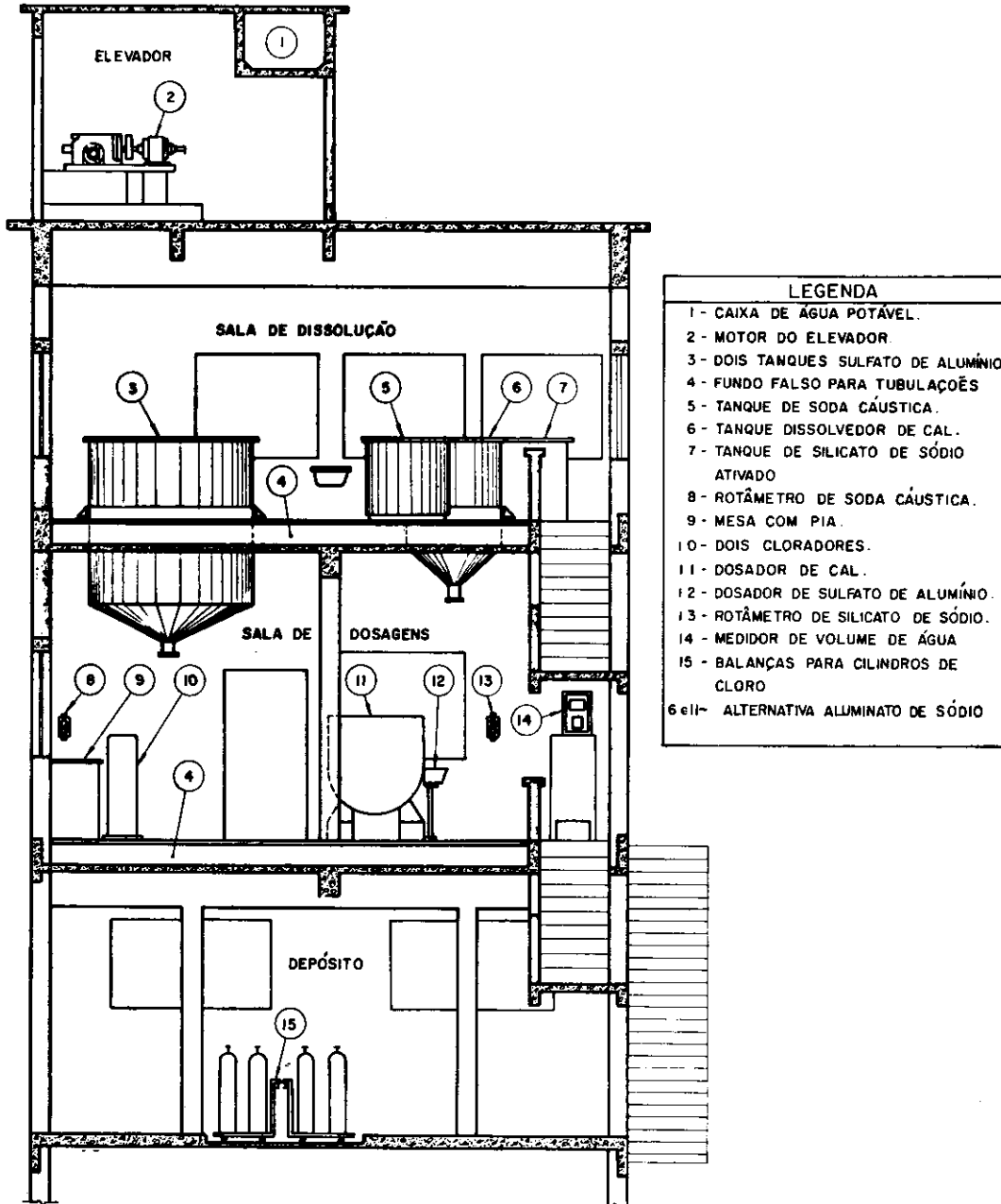
Trata-se, como já dissemos, de um prédio com 3 pavimentos, fazendo face, de um lado com o comêço dos Floculadores e de outro com o fim dos Decantadores. A estrutura é independente.

O piso do 2.º e do 3.º pavimento é ôco, havendo 40cm de espessura de enchimento com material leve. Nestes vãos passam os encanamentos de aço-carbono, PVC e de ferro fundido. Estes, não são em geral visíveis na instalação, porém, são facilmente acessíveis, levantando-se placas de ferro xadrez. O piso ôco encobre também parte dos tanques que o atravessam, dando a impressão de ocuparem menos espaço.

O andar térreo com 7 x 10,50 metros serve como depósito para os produtos químicos e abriga a instalação dos cilindros de cloro. No depósito, estão armazenados o sulfato de alumínio, soda

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL
REFINARIA DE CAPUAVA

ESCALA 1:50



caústica em escamas, silicato de sódio, ácido sulfúrico, aluminato de sódio, cilindros cheios e vazios de cloro, polifosfato de sódio, etc. No começo, usou-se cal hidratada, mais tarde substituída pela soda cáustica a fim de diminuir a dureza da água.

O piso para os produtos químicos é de concreto endurecido. A parte de cloro é de lajotas anti-ácidas "Gressite".

Um elevador com capacidade para 500 kg, para carga e pessoas, serve todos os andares.

No fundo do depósito, acham-se as duas instalações de fornecimento de cloro gasoso a partir dos cilindros de 68 kg. Em vista da alta periculosidade do cloro líquido ou gasoso, esta parte foi bem cuidada nos seus mínimos detalhes, tanto operacionais como de segurança.

Duas balanças decimais, cada uma para 2 cilindros de 68 kg de cloro, servem, uma para a pré-cloração e a outra para a cloração da água de refrigeração em circulação contínua na área de processo.

O piso acha-se rebaixado no lugar das balanças até a altura das respectivas plataformas a fim de facilitar o manuseio dos cilindros. Anéis de tubo de cobre com furos irrigam os cilindros com água, evitando o congelamento dos mesmos e, portanto, a diminuição do fluxo. A água sai por um dreno existente entre as balanças. Toda a instalação é bem servida de drenos.

Junto aos cilindros, na parede, estão os dois "manifold" de 3/4", aço carbono, schedule 80, com as quatro ligações de tubo de cobre de 3/8" vindas dos cilindros. Plugs apropriados facilitam a limpeza do "manifold". Manômetros na parede mostram a pressão nas duas linhas de cloro. Válvulas situadas depois do "manifold" podem abrir ou bloquear a tubulação de aço-carbono que leva o cloro gasoso para o andar superior. As válvulas usadas são de 3/4", especiais para cloro, "Grane" N.º 1654-TF, tipo Globo, com flange, eixo de Monel, com sede e contra-sede de Hastelloy C e gacheta de Teflon. Entre as balanças, existe na parede uma boca de sucção, devidamente protegida com placa perfurada, de um ventilador de grande volume. Este só é usado em caso de anomalias. Estas são raras com a técnica usada e com as normas de segurança adotadas. Toda a parte de clo-

ro é perfeita e não oferece problemas. Armários com máscara para cloro, existem em todos os andares.

Um espaço vazio entre o Prédio de Química e os Floculadores e Decantadores serve para entrada de luz, ar e passagem de tubulações e do duto exaustor de ar.

O 3.º pavimento tem apenas 7x7 m e é servido por escada e elevador. Este é chamado de Sala de Dissolução. Possui janelas nas quatro faces e barras coloridas de "Gressite" como os outros andares, sendo cada andar de uma côr. Os tanques de dissolução dos produtos químicos formam um semi-círculo a partir da porta do elevador. O caminho é, portanto, o mais curto possível, não sofrendo os reagentes baldeações. Todos os tanques tem a mesma altura do solo, 1m, facilitando-se desta maneira a descarga de sacos ou líquidos. Não existem degraus, escadinhas ou vigas baixas em toda a instalação.

Os tanques para a dissolução do sulfato de alumínio são dois, trabalhando, como de costume, alternadamente. Sua capacidade é de 5.600 litros cada. São de ferro revestido com chumbo lençol, cilíndricos, com fundo cônico. Os tanques acham-se apoiados por meio de orelhas sobre o piso, ficando parte no piso e a parte cônica suspensa no fôro da sala de baixo. A caixa, ou divisão interna para receber o sulfato de alumínio do tipo comum e britado, é de chapa de alumínio bem perfurada. Pela agitação, o líquido penetra facilmente na caixa, conseguindo-se com isso a dissolução da carga em apenas 3 horas. A bôrra vai para o fundo cônico de onde é retirada cada 8 a 12 dias pela válvula do fundo, tipo macho e de bronze. Para a descarga, usa-se um tubo de ferro que se adapta à válvula por um sistema baioneta e que descarrega o residuo no ralo existente no piso ôco do andar inferior. Na direção de cada fundo cônico, existe um ralo. O tubo removível só é usado no momento da descarga e serve para todos os tanques. Desta maneira, a limpeza é muito simples e rápida e sem necessidade de esforço humano. O líquido decantado sai por meio de sifão, escorvado automaticamente pelo enchimento do tanque. O sifonamento evita o arraste de partículas mais pesadas, proporcionando uma tubulação limpa. A válvula ge-

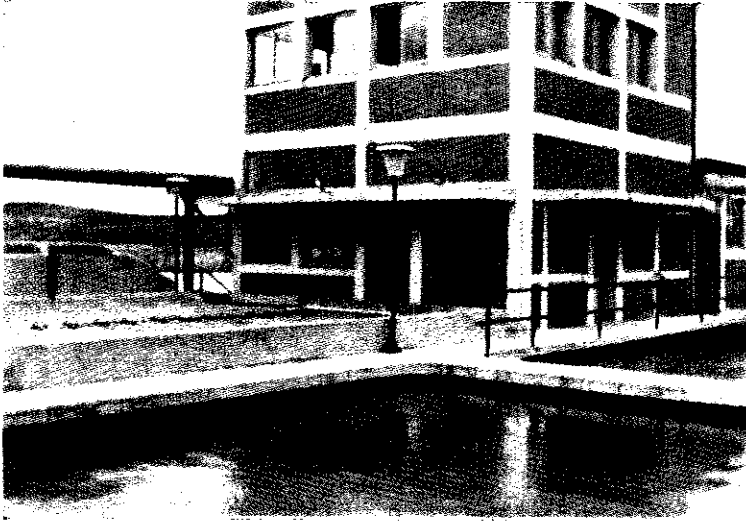


Fig. 1 — Comêco do Floculador, notando-se os lemes.



Fig. 2 — Fundo dos tanques de sulfato de alumínio.

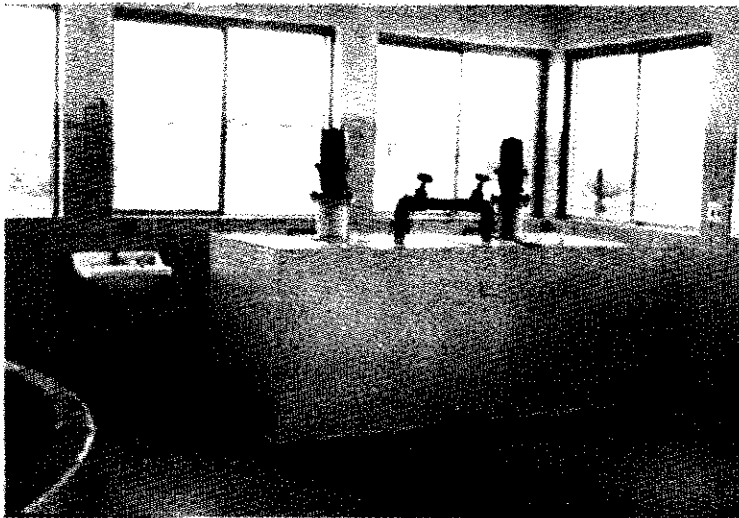


Fig. 3 — Preparação da sílica ativada.

ral junto ao tanque é CIVA, com diafragma de Neopren, e a tubulação é de PVC.

Os melhoramentos, tais como o fundo cônico, a caixa de alumínio perfurado e o sifonamento permitiram o uso com êxito de tanques muito pequenos, de dissolução rápida e com um serviço de limpeza que não se percebe.

Preferimos o uso do sulfato na forma líquida, porque o equipamento é mais simples, nacional, não sofre desarranjo e usa qualquer tipo de sulfato. Separa ainda as partes insolúveis mais grosseiras do sulfato e fornece o reagente em forma líquida, portanto, com ação imediata. Outrossim, havendo necessidade de se acidificar a água "in natura" com ácido sulfúrico, êste poderá ser introduzido pelos tanques de sulfato de alumínio sem necessidade de outro equipamento.

O tanque de dissolução de cal é completamente diferente dos tanques convencionais de extinção ou dissolução de cal. É cilíndrico, com fundo cônico, com agitador de nosso desenho, que agita, limpa as paredes e mantém livre o tubo de descarga da bôrra. Esta sai por uma válvula macho, de ferro, usando o mesmo tubo removível que serve para a descarga de tôdas as bôrras. A capacidade do tanque de dissolver cal, é de 1200 litros e é a mesma do dosador situado no andar inferior. A igualdade das capacidades evita transbordamento. É também um tanque depósito. Possui válvula de diafragma de Neopren e chaminé de PVC para saída de poeiras ou vapores. No momento, está sendo usada para a dissolução do aluminato de sódio que está substituindo a cal. Poderá também ser usado para outros reagentes de natureza não ácida.

O tanque de dissolução de soda cáustica em escamas possui agitador e chaminé. A solução é a 10% e a capacidade de 600 litros. Válvula de saída CIVA com diafragma de Neopren. Chaminé de PVC, de 4".

O tanque de sílica ativada é retangular de 2,50 x 1 x 1m e está dividido em duas partes que trabalham alternadamente. Cada lado possui seu agitador. Sobre o tanque, acha-se uma pequena caixa dosadora de chumbo, também dividida em duas partes, e que serve para a adição do ácido sulfúrico a 93%,

ora para um lado ora para o outro, operação esta que se consegue levantando-se os batoques do fundo da citada caixa dosadora. Em proporções certas, água, silicato de sódio de 40° Bé e ácido sulfúrico, são agitados durante alguns minutos e mantidos em descanso durante 2 horas. Os dois lados trabalham alternadamente, armazenando cada um 1000 litros de solução de sílica ativada. Válvula de saída CIVA com diafragma de Neopren.

Todos os tanques, de nosso desenho, foram executados pela firma "Indústrias Mecânicas Steiner Ltda".

O 2.º pavimento ou pavimento do meio, chamado Sala de Dosagens, fica no mesmo nível do Floculador e dos Decantadores. Possui janelas em três faces, estando ligado ao Laboratório pela quarta face. Neste pavimento, com apenas 7 x 7m, acham-se dispostos com largueza de espaço e lógica os seguintes aparelhos:

- Dois Cloradores Fischer & Porter facilmente interligáveis entre si.
- Um Dosador de solução de sulfato de Alumínio a 5%, tipo caçamba rotativa, marca "Rein", modelo M-4326.
- Um Dosador de leite de cal, de ferro, marca "Rein" com 1200 litros de capacidade e atualmente usado para dosar solução de aluminato de sódio. Êste tanque é de ferro e não de concreto, por ser assim menor e mais leve. Pode ser facilmente removido de um lugar para outro, ou substituído por outro modelo. Todos os tanques e equipamentos obedecem a êsse ponto de vista.
- Um Rotâmetro Fischer & Porter para solução de silicato de sódio ativado.
- Um Rotâmetro Fischer & Porter para solução de soda cáustica.
- Um aparelho "Bopp & Reuter" indicador, registrador e integrador do volume de água que passa pelo canal Parshall.
- Um Exaustor embutido na parede, entre os cloradores. O exaustor é preventivo, pois não há nem deve haver vazamento de cloro.
- Visores para a solução de soda cáustica.

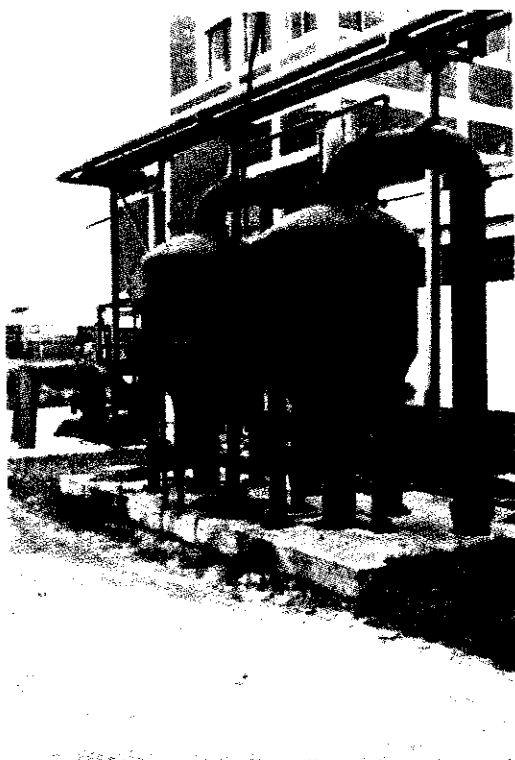


Fig. 4 — Filtros de Carvão vegetal.

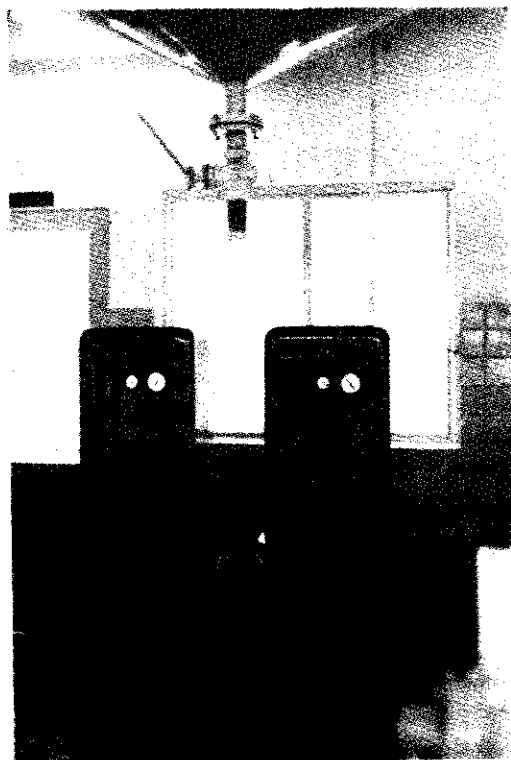


Fig. 5 — Cloradores no 2.º pavimento.

As soluções circulam do 3.º pavimento para os vários pontos por gravidade. Todas as linhas são inclinadas a fim de se evitar entupimentos pelo repouso. Plugs, cruzetas, tês, facilitam abertura, limpeza, substituições. Todos os encaunamentos são pintados com código de cores em vigor na Refinaria.

Ao lado da Sala de Dosagens acha-se o Laboratório com 7 x 3,50m equipado para as análises usuais de controle da água tratada e da água em circulação fechada na área de processo.

FLOCULADOR: É do tipo horizontal, com chicanas, sem agitação mecânica. Tempo de residência, 15 minutos. Dimensões 15m x 7m. Com 28 chicanas, sendo as do começo mais altas. As principais inovações do floculador, são as seguintes:

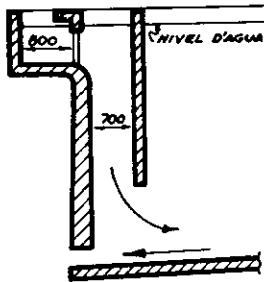
- A) Possui um fundo falso cheio de tijolo quebrado, fracamente cimentado e que pode ser removido. Desta forma pode-se aumentar a sua capacidade de 50% se houver uma ampliação futura da instalação. Portanto, é possível um aumento rápido e econômico sem os habituais acréscimos adicionais no comprimento ou na largura do floculador.
- B) No final do Floculador, foi prevista uma ligação para, por meio de uma bomba, retornar 5-10% da água floculada à 1.ª chicana a fim de acelerar a floculação em casos difíceis. Esta nossa idéia data de 1953. Ela foi independentemente imaginada nos Estados Unidos e patenteada em 1957 por Tomas M. Riddick, engenheiro sanitário de New York. Como a floculação com a sílica ativada é extraordinária, com flocos grandes e pesados e com o aluminato de sódio é ótima, não houve necessidade até o momento de se lançar mão da recirculação dos flocos.
- C) Nas 11 primeiras chicanas existe um leme em cada, ora superficial ora profundo, reguláveis em semi-círculo e que servem para dirigir a água uma vez para cima e outra vez para o fundo da chicana, imprimindo, ao mesmo tempo, um movimento rotativo na água quanto esta incide contra a face, em ângulo, do leme. Este recurso comunica à água, além do movimento horizontal, ou-

tro vertical e rotativo sem uso de equipamento motorizado.

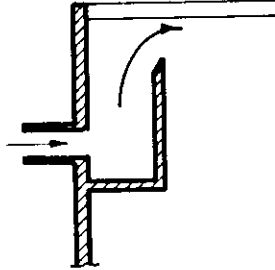
- D) A entrada do aluminato de sódio e do sulfato de alumínio é feita por meio de dispositivos, de nosso desenho, que permite a introdução na 1.ª chicana das soluções químicas em duas alturas diferentes, podendo-se ainda aumentar ou diminuir a vazão do tubo perfurado perto da superfície ou próximo do fundo sem o uso de válvulas ou de morçetas.
- E) A última chicana é em forma de rampa, o que produz um aumento gradual da velocidade, sem quebra dos flocos, e arraste de todos, mesmo os do fundo do floculador. O Floculador apesar de ter em pontos mais baixos 3 descargas laterais para limpeza periódica, sem parâlo, não retém bôrra ou sedimento, embora trabalhe com velocidade dentro dos padrões.
- F) A entrada da água "in natura" no começo do canal de pré-cloração foi projetada na altura da saída do floculador. Desta forma, em caso de força maior, com uma simples calha de ferro, a água "in natura" poderá ser desviada do floculador e lançada diretamente nos Decantadores sofrendo apenas cloração e decantação.

DECANTADORES: São dois, em paralelo com 20m x 9m cada. Com 4,50m de profundidade na entrada e 3,50m de profundidade na saída. Tempo de residência 4 horas. Este tipo de Decantador poderá funcionar com apenas 2 1/2 hora de período de decantação se trabalhar com filtros. Um canal externo único, vindo do Floculador, distribui por meio de 4 comportas de ferro, "Barbará", a água no canal interno de cada Decantador. No fim do canal externo, existe um ladrão que evita, por qualquer circunstância, entrada excessiva de água nos Decantadores. Este segundo canal, suspenso no lado interno da parede do Decantador, foi estudado com muita atenção nos seus mínimos detalhes. O canal interno, com 80cm de largura e 1,60m de altura é que distribui a água no Decantador. No fundo deste canal ou caixa, existem janelas ou aberturas laterais em ângulo de 60º, de um e de outro lado. Por estas jane-

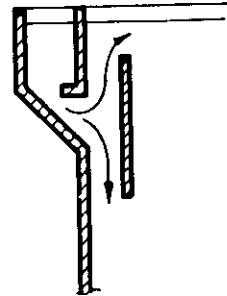
EXEMPLOS DE ENTRADAS DE ÁGUA EM DECANTADORES RETANGulares



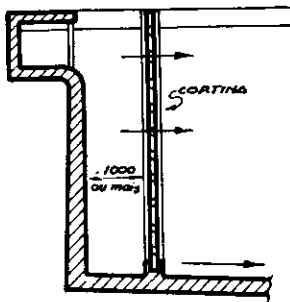
1- INFILCO (1937)



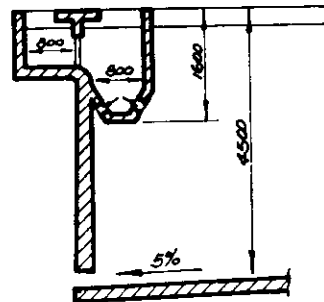
2- E.W. STEEL (1947)



3- HARDING (1955)



4- BYINGTON (1957)



5- SISTEMA DO AUTOR (1957)

OBSERVAÇÕES SÔBRE OS VÁRIOS SISTEMAS

- 1- REVOLVE A BORRA DO FUNDO.
- 2- IMPELE OS FLOCOS PARA A SUPERFÍCIE PROLONGANDO O TEMPO DE SEDIMENTAÇÃO.
- 3- IMPELE PARTE DOS FLOCOS PARA A SUPERFÍCIE.
- 4- PROPORCIONA UMA DISTRIBUIÇÃO NA SUPERFÍCIE. ENCHENDO O FUNDO, A CORTINA INFERIOR NÃO FUNCIONA. NOS TIPOS 1, 2 e 4 PERDE-SE PARTE DO DECANTADOR COMO ELEMENTO DE REPOUSO.
- 5- NÃO EXISTE CONTATO INICIAL COM A SUPERFÍCIE E NÃO OCORRE IMPACTO CONTRA O LODO DO FUNDO. NÃO HÁ PERDA NO COMPRIMENTO DO DECANTADOR.

las retangulares, de tamanho variável, menores nas proximidades das válvulas e maiores longe delas e junto às paredes, faz-se a distribuição da água contendo os flocos em suspensão. Desta forma, todo o Decantador é utilizado em seu comprimento total, não havendo câmaras intermediárias, espaço perdido, ou cortinas de distribuição. Não há revolução do lodo do fundo nem facilidade para o floco demandar a superfície. O assentamento do floco é muito rápido, começando no início do Decantador, formando uma figura de um semi-senóide. **Todo o fundo do Decantador é visível do começo ao fim**, o que não é comum. Todas as paredes laterais são visíveis até o fundo. A velocidade de projeto da água é de 11cm/minuto.

A maneira de se introduzir a água floculada no Decantador é fator importantíssimo. Naturalmente, as relações comprimento, largura, profundidade, inclinação do fundo têm grande influência, bem como outros detalhes de desenho do Decantador. Obviamente, de acordo com os produtos químicos usados na floculação e a adição de substâncias ativadoras, aglutinantes ou aceleradoras, teremos uma mais rápida decantação.

Outros fatores são os já conhecidos:

- A velocidade do líquido.
- Pêso específico da partícula.
- Pêso específico do líquido (que varia com os sais dissolvidos e com a temperatura).
- Tamanho da partícula.
- Forma da partícula (esféricas, achatadas, compridas).
- Altura do fundo (distância até encontrar a bôrra sedimentada).
- Temperatura do líquido (variação noite e dia, verão e inverno).
- Viscosidade do líquido (modificada pela temperatura).
- Concentração das partículas suspensas.
- Cargas elétricas das substâncias em suspensão e dos flocos.
- Correntes de ar na superfície, formando uma contra-corrente abaixo da superfície, subindo de um lado e descendo do outro.

- Diferença de temperatura nas camadas de água.
- Presença de coloides, óleo ou detergentes que prejudicam a aglomeração.
- Putrefação por fermentação da bôrra do fundo com desprendimento de gases.
- Peso molecular dos cations coagulantes.

Coordenando o desenho com um tratamento apropriado para cada tipo de água industrial teremos certamente um bom resultado.

No meio dos Decantadores passa uma viga transversal que mergulha 30cm na água. Esta inovação tem as seguintes finalidades:

- A) Retensão de substâncias que fluem como detritos, espuma, óleo, flóculos leves e flocos suspensos em bolhas de ar. Os flóculos muitos leves se agrupam, ficam mais pesados e vão ao fundo.
- B) Amarração das paredes laterais.
- C) Passeio para acompanhar o processo de decantação no meio do Decantador.

O final do Decantador termina pela convencional canaleta em forma de U para a captação da água decantada. Melhoramos este sistema fazendo nos braços laterais do U um sulco no concreto onde foi colocada uma lâmina de Neopren. Nivelando-se a altura da barra de Neopren pode-se obter um nível perfeito da lâmina de água. Levantando-se a lâmina, a partir das extremidades, pode-se acertar a chegada da água no fim do Decantador, corrigindo velocidades de superfície. Outrossim, pode-se conduzir a direção da água mais para um lado ou para o outro, ou só para a frente.

Uma canaleta mais baixa e externa recolhe a água dos dois Decantadores. Nesse ponto, faz-se a correção de pH com solução de soda cáustica, seguindo a água decantada, por meio de uma tubulação, sempre por gravidade, para o depósito de água tratada. Do lado da saída possuem os Decantadores uma descarga de água, no meio de sua altura, e que serve para se aproveitar aproximadamente a metade da água do

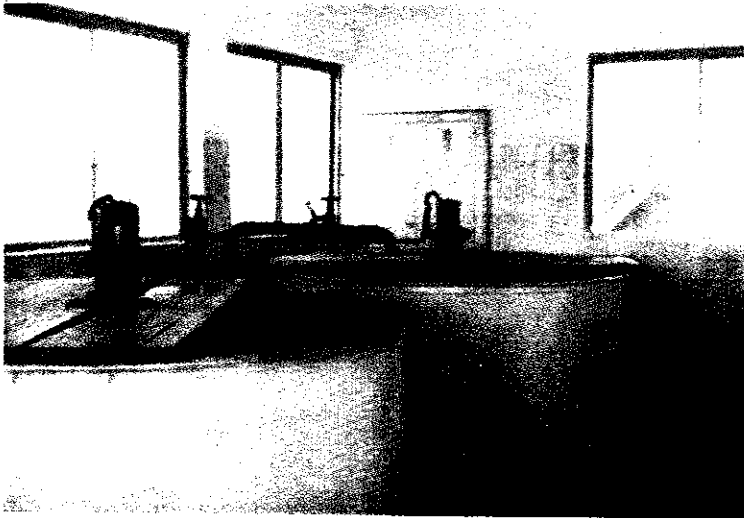


Fig. 6 — Tonques de dissolução do sulfato de alumínio.

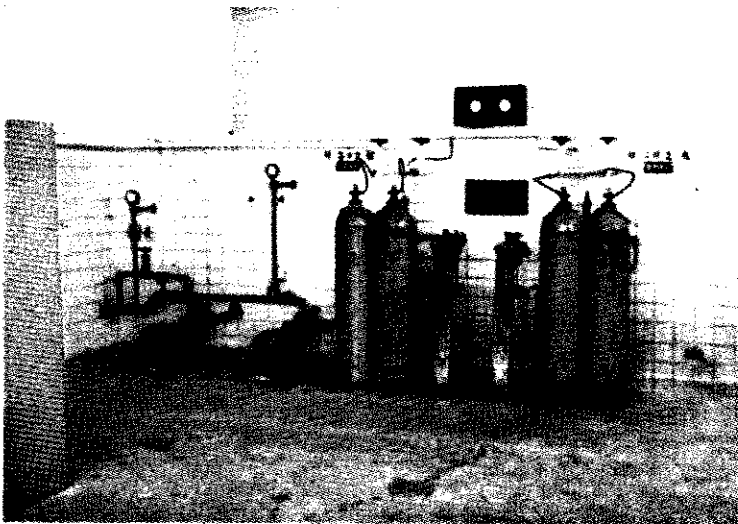


Fig. 7 — Vaporização do cloro. Bombas dos Cloradores.

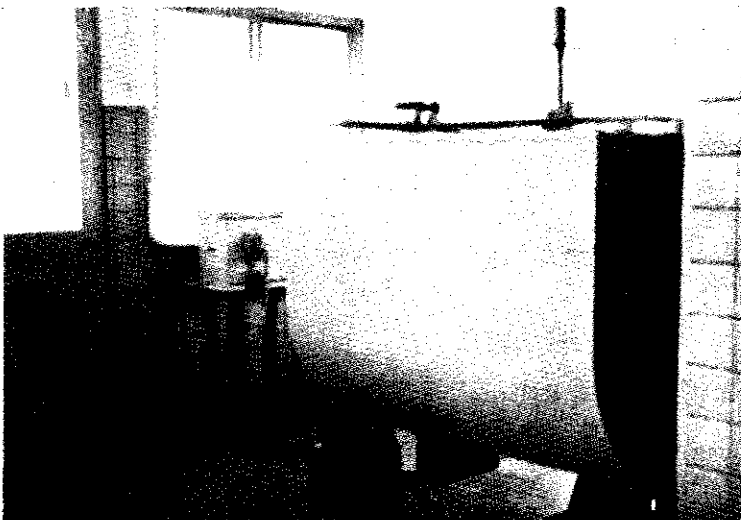


Fig. 8 — Dosadores de cal e de sulfato de alumínio.

Decantador quando o mesmo é esvaziado para limpeza do fundo. Esta limpeza é feita cada 2 meses, ficando o Decantador fora do serviço aproximadamente 16 horas. A perda de água é muito menor do que nos modelos convencionais em virtude da introdução da válvula "salva-água."

Considerando-se a segurança, um corrimão circunda a parte externa dos Decantadores e em outros pontos que julgamos oferecer perigo.

Quanto aos resultados obtidos, os Decantadores fornecem uma água industrial com uma turbidez ao redor 4, ou seja, dentro dos limites oficiais da água potável. Cada Decantador foi projetado para decantar 5 milhões de litros de água em 24 horas, porém tem suportado até 7 1/2 milhões de litros. Isto indica que em 2 horas e 30 minutos a decantação está praticamente completa.

Em virtude dos bons resultados obtidos com a sílica ativada e depois com o aluminato de sódio, não foram montados filtros de areia para os quais existiam planos e fôra reservado lugar.

DEPÓSITO DE ÁGUA TRATADA: De concreto, semi-enterrado e com capacidade de 100 mil litros de água tratada. Dêste depósito saem os dois fornecimentos gerais de água. Um, por meio de bombas, para a Casa de Fôrça, para a geração de vapor, sofrendo porém antes de entrar nas caldeiras um processo pa-

ra remoção da sílica e da dureza. A outra parte, a maior, transborda por gravidade para o tanque que armazena água de refrigeração com capacidade de 300 mil litros. Esta água que circula pela área de processo e é esfriada em circuito fechado em uma Torre de refrigeração, é mantida em nível constante pela adição (make-up) da água tratada. A Estação de Tratamento adiciona à água de refrigeração tripolifosfato de sódio ou Hexametáfosfato de sódio. Acerta-se o pH com solução a 10% de soda cáustica. Semanalmente, faz-se uma cloração forte. Foi também usado com muito sucesso o Pentaclorofenato de sódio para a limpeza das algas da Torre de madeira da água de refrigeração.

Na água de circulação em circuito fechado, geralmente com três vêzes mais sólidos, é mantida uma quantidade mínima de 5 ppm de PO_4 . Controla-se ainda, periódicamente, o índice de Langlier.

A capa exhibe uma fotografia de conjunto da Estação. As tubulações que a circundam não pertencem à unidade. Onze fotografias intercaladas no texto mostram alguns detalhes que dispensam explicações.

Apresentamos ainda um corte do prédio da Casa de Química e um esquema de vários tipos de entradas de água em Decantadores retangulares.

Análise típica de água do rio Tamanduateí depois de tratada:

pH	=	7,4
Turbidez como SiO_2	=	4 ppm
Matéria Orgânica em O_2 consumido	=	2,6 mg/litro
Dureza como $CaCO_3$	=	20 ppm
Alcalinidade total como $CaCO_3$	=	18 ppm
Resíduo total a $105^\circ C$	=	0,155 g/litro
CO_2 livre	=	1 ppm
Bicarbonato como $NaHCO_3$	=	30,2 ppm
Resíduo total a $105^\circ C$	=	0,155 g/litro
Resíduo fixo	=	0,144 g/litro
Sílica como SiO_2	=	9,2 mg/litro
Sulfatos como SO_4	=	19,8 mg/litro
Cloretos como Cl	=	16,1 mg/litro
Alumínio como Al	=	1,3 mg/litro
Ferro como Fe	=	0,4 mg/litro
Cálcio como Ca	=	7 mg/litro
Magnésio como Mg	=	3,5 mg/litro
Cloro residual	=	0,45 mg/litro
Óleo	=	1,6 mg/litro
Oxigênio dissolvido O_2	=	4,9 ppm

Nota — Na água tratada o pH adotada é $\pm 7,5$.

Na água de circulação, contendo fosfato, o pH é $\pm 6,5$.

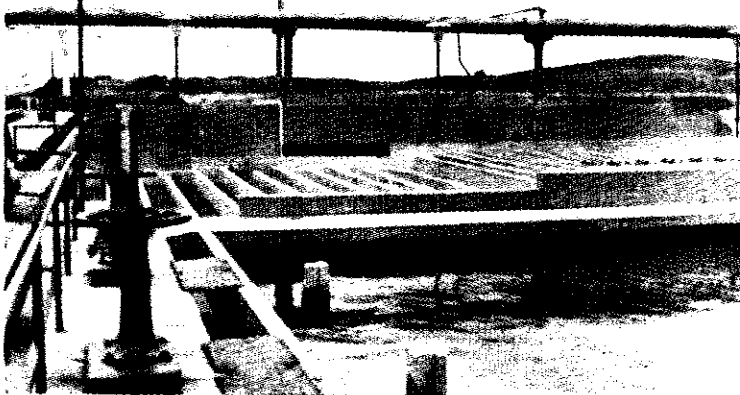


Fig. 9 — Fim do Floculador e canal interno do Decantador.

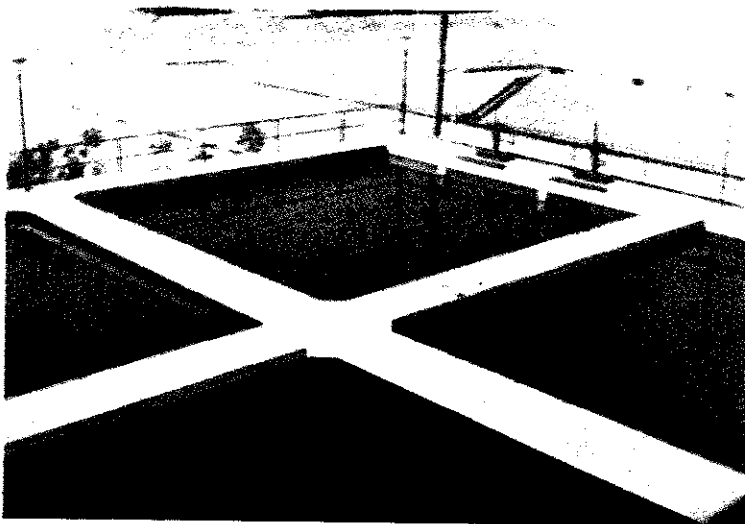


Fig. 10 — Decantadores mostrando a lamina transversal.

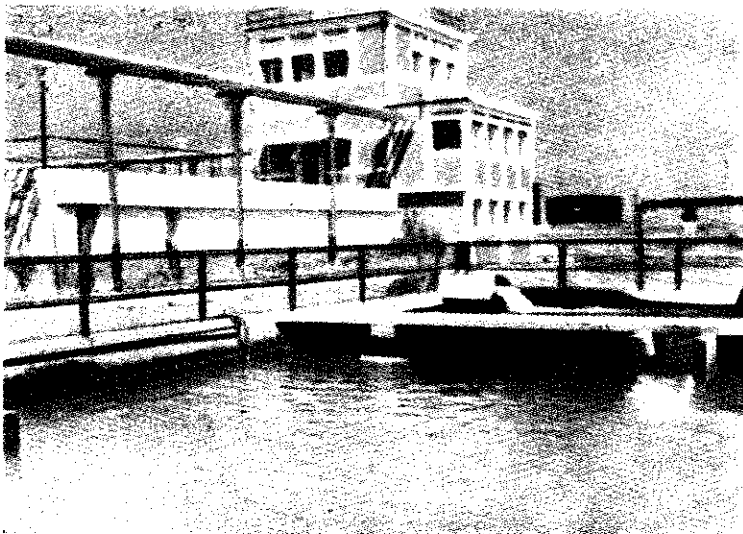


Fig. 11 — Depósito de água tratada transbordando para o depósito de água em circulação.

CONCLUSÃO

A Estação de Tratamento de Água da Refinaria de Capuava é uma instalação compacta, sem mecanização, sem filtros e com muitos recursos para modificar o tratamento ou para by-passar qualquer parte. Foi aproveitado no máximo o fluxo por gravidade, bem como se tirou partido da ventilação natural e forçada, da iluminação natural e artificial. Forros falsos e espaço livre entre paredes proporcionam um fácil acesso aos encanamentos, dutos e esgotos. Fundos cônicos dos tanques de reagentes e determinadas inclinações do fundo do Floculador resolveram elegantemente o problema das bôrras e dos sedimentos.

Diversas idéias e detalhes foram introduzidos que muito contribuíram para um tratamento simples e eficiente.

SUMMARY

Capuava Refinery's Water Treatment Plant is a compact installation, without mechanization, without filters but with considerable resources to modify the treatment system or to by-pass any of its sections.

The maximum utilization was attained by gravity flow. Natural and forced ventilation, natural and artificial illumination were conveniently used as well. False ceilings and free space between walls provide easy access to pipes, ducts and drainages.

Sluges and bottom settlings problems were satisfactorily solved by installing reagent tanks with conic bases and floculator's bottom with special inclinations.

So many ideas and accurated details were properly introduced, what no doubt brought simplicity and efficiency to the whole system.