

Pequenas e Simplificadas Estações de Tratamento de Água

Eng.º NASSIN NADRUZ
ex-Diretor Geral do DAE

Introdução

No convite feito por uma Indústria de Papel, para ser projetada e construída uma Estação de Tratamento de Águas, foram impostas as condições de que a estação deveria ter, o seu equipamento limitado ao mínimo imprescindível, a sua parte estrutural a mais econômica, possibilidade de uma futura duplicação, e um bom tipo de tratamento. A água a ser tratada, de más condições físicas e bacteriológicas, deveria ser retirada de um correço, que a montante da captação, recebe despejos industriais. O volume a ser tratado, inicialmente de 120 m.c. por hora e posteriormente aumentada para 240 m.c., seria apenas destinado ao uso industrial.

Sendo no processamento do papel o sulfato de alumínio usado como mordente, a água poderia ser tratada, sem a posterior correção alcalina tendo o pH 5.2 que era a melhor condição fluculação.

Disposição da estação

A fim de satisfazer o aspecto econômico da parte estrutural, a Estação de Tratamento de Água foi projetada e construída de uma maneira a mais compactada possível. Ela apresenta um decantador com uma só bacia, um prédio de química com três pisos e encimado pelo reservatório de lavagem e um filtro, dividido em duas bacias.

O desenho apresentado dá a disposição da Estação. As três unidades, decantador, filtro e casa de química, são constituídas por estruturas independentes. O piso do primeiro andar da Casa de Química, os passadiços do decantador e dos filtros estão na mesma cota. As peças foram projetadas de modo a permitir a duplicação futura do tratamento com a construção de um novo decantador, novos filtros e aproveitamento da Casa de Química que tem capacidade suficiente para a duplicação requerida.

Decantador

O decantador com um período de 4 horas de decantação, tem a altura de 3,00 m, trabalhando

as suas paredes como placas planas engastadas no radier e apoiadas na parte superior. O apoio se faz nos passadiços de serviço, que trabalham como vigas contínuas horizontais, com apoio cada 3,00 m.

Os apoios são conseguidos, por meio de tirantes transversais ligando os passadiços paralelos. Com este tipo de estrutura se consegue grande redução na seção de concreto. A distribuição da água coagulada nos decantadores, se faz por meio de tubos verticais perfurados, colocados equidistantemente dentro da calha distribuidora de água coagulada. Os furos dos tubos verticais, são dimensionados de modo a proceder uma distribuição de vazão constante ao longo de sua linha. Cada tubo vertical recebe a mesma vazão. Isto se consegue, elevando ou abaixando a altura da entrada de água nos tubos. Com este sistema consegue-se a quase perfeita distribuição dos filetes de água dentro do decantador, evitando-se as zonas mortas e portanto obtendo-se o seu maior aproveitamento.

O radier do decantador está no nível do terreno. Com esta modalidade foi evitada a escavação. Ele assenta sobre brocas de concreto moldados no local.

Pendurada e ao longo de uma das paredes longitudinais do decantador corre a canaleta de entrada de água bruta. Depois de receber os coagulantes essa água vai ter à câmara de coagulação sito à montante do decantador e dêle estruturalmente fazendo parte. Septos transversais, colocadas na câmara de decantação obrigam a água a movimento descendente e ascendente de modo a alongar o período de fluculação. Foi dispensada a fluculação mecânica.

Filtros

Os filtros são constituídos por duas bacias, sendo cada uma delas composta pelo leito filtrante e canal de manobra. É por este canal que a água decantada chega ao filtro, ou por êle sai a água de lavagem. O canal de manobra está colocado sô-

bre o duto geral dos drenos. A êsse duto são ligados todos os drenos do fundo dos filtros. A êle também estão ligados, a saída de água filtrada, por intermédio de regulador de vazão, e a entrada de água de lavagem. A entrada de água decantada no canal de manobra do filtro bem como a saída de água de lavagem se faz por meio de adufas de fundo. Fazendo-se a entrada de água decantada nos filtros, e a saída de água de lavagem pelo canal de manobra, consegue-se o aproveitamento total da altura do filtro que é de 3,00 m.

A largura de 2,00 m. atribuída à bacia de filtração faz com que o carreamento d'água de lavagem para o canal de manobra seja uniforme, evitando-se zonas mortas na superfície do filtro. Com esta disposição se prescinde do uso das calhas coletoras que tantos aborrecimentos trazem tôdas as vezes que haja necessidade de se manusear o material filtrante. O leito filtrante consiste em duas camadas de areia de granulometrias diferentes tendo na superfície inferior o sistema de drenos de captação. Consiste êste sistema num conjunto de tubos de duas polegadas dispostos paralelamente e equidistantes de vinte centímetros. Êles correm a uma altura de dez centímetros acima do radier da bacia e são ligados perpendicularmente ao duto geral dos drenos. Por êste duto entra a água de lavagem ou sai a água filtrada.

Casa de química

A Casa de Química é uma estrutura de concreto com três pisos encimado pelo reservatório de lavagem. No segundo andar está situada a sala dos coagulantes. Nela foram colocados os tanques de sulfato de alumínio e os dosadores de cal. A alimentação dos tanques se faz por gravidade, sendo os coagulantes elevados por meio de um pequeno monta carga colocado na parte exterior do prédio.

No primeiro andar, sala de manobras, estão colocados os dosadores de sulfato, o laboratório de contrôle, o quadro de força e luz, e os dispositivos de manobra da estação.

O piso do andar térreo é dividido em duas partes de alturas diferentes. No piso mais alto acham-se colocadas as bombas de recalque e os respectivos quadros elétricos. No inferior acham-se colocados os reguladores de vazão, os registros e a tubulação de água de lavagem dos filtros.

Abaixo desses aparelhos encontra-se o reservatório de água filtrada. Êste reservatório é de pequena capacidade, servindo apenas como tomada de água das bombas. O piso inferior está a 1,000 m. abaixo do nível do terreno. Esta disposição foi criada para se dar aos filtros um maior aproveitamento na sua altura de filtração.

Cloração

No caso em tela não foi necessária a cloração da água.

Caso no futuro seja ela exigida, os aparelhos de cloração serão colocados no compartimento assinalado na planta, colocado na rez do chão e fora da Casa de Química.

Captação

A captação é feita dentro do terreno da fábrica. Ela consiste em duas bombas de altura total de elevação de 6,00 m.

As águas captadas são recalçadas para o interior da canaleta de água bruta. A sua entrada se faz junto a Casa de Química a fim de facilitar a adição dos coagulantes.

Equipamento empregado

Na estação foi empregado o seguinte equipamento:

Decantador

Um registro de descarga de 8" em ferro fundido.

Secção coagulantes

Dois tanques de madeira (dornas).

Dois dosadores de sulfato alumínio tipo nível constante, sendo a caixa de madeira e os dutos e boia de plásticos.

Dois dosadores de cal tipo canecas rotativas e caixas de chapas de ferro.

Filtros

Duas adufas de fundo, pressão equilibrada, para entrada de água decantada.

Duas adufas de fundo, pressão equilibrada, para descarga de água de lavagem dos filtros.

Dois registros de água de lavagem.

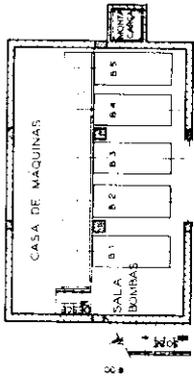
Dois reguladores de vazão. Um sistema especial de drenos de fundo.

Sala de bombas

Três grupos eletro bombas, sendo uma de reserva, para capacidade de 120 m.c. hora, recalçado para o reservatório superior.

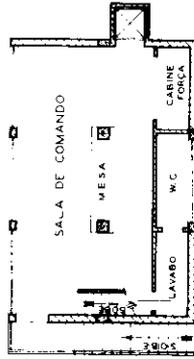
Captação

Três grupos eletro bombas análogo aos anteriores.

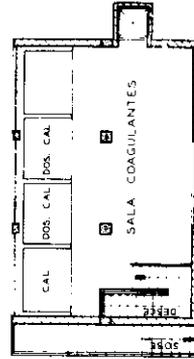


CASA DE MÁQUINAS

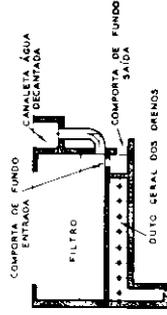
PAV. TÉRREO
ESCALA 1:500



1ª PAVIMENTO



2ª PAVIMENTO

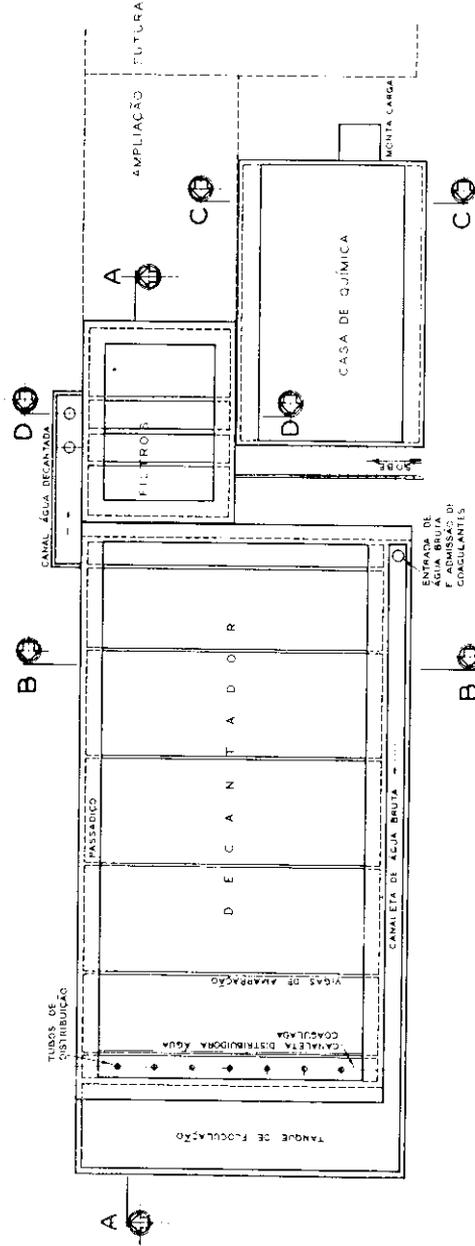


CORTE D-D

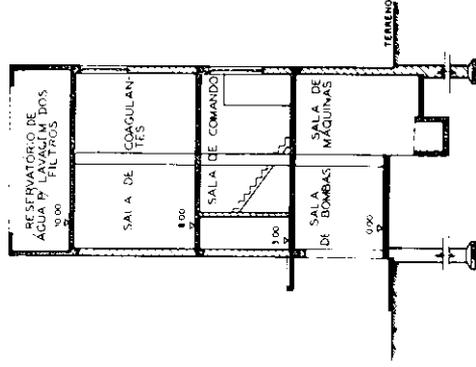


CORTE A-A

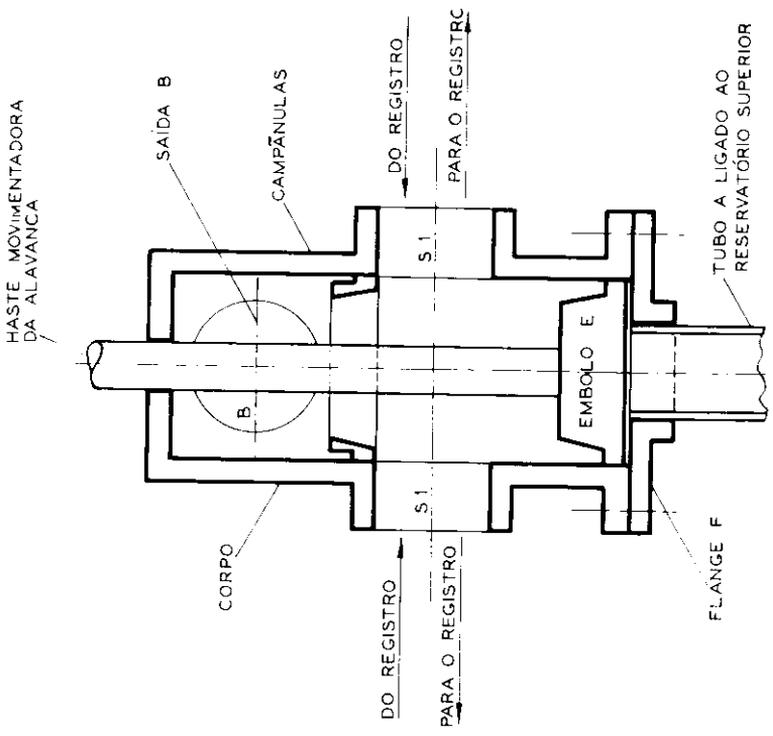
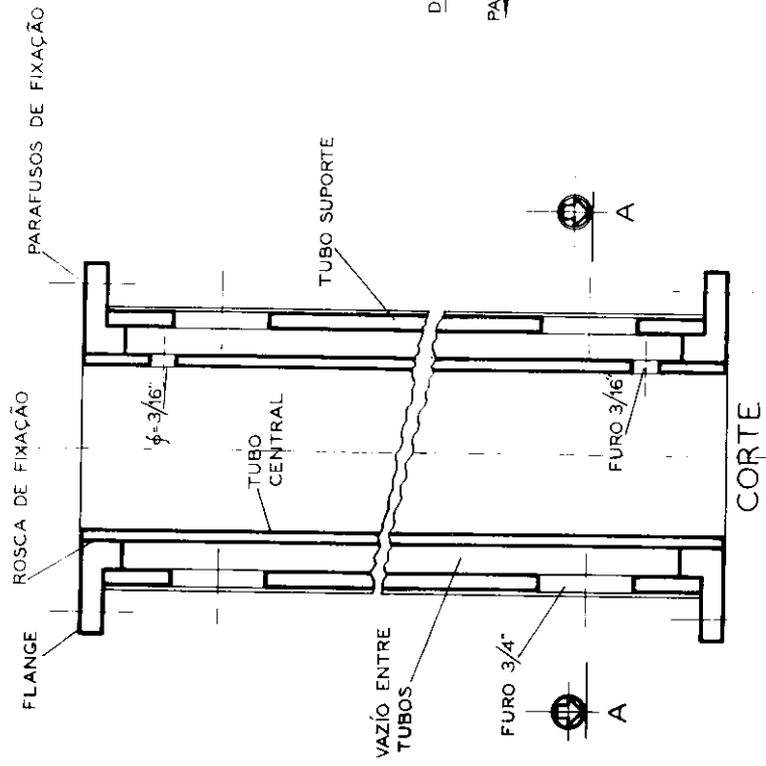
CORTE B-B



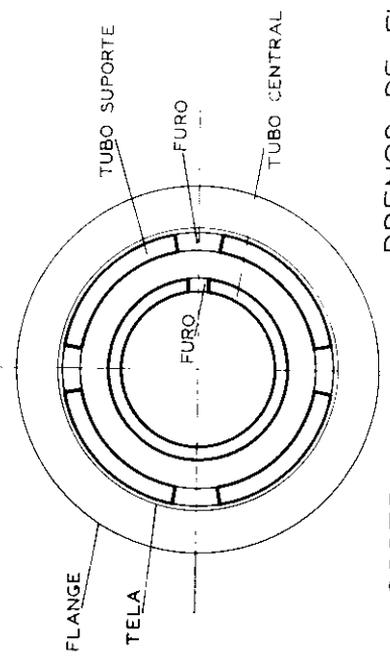
PLANTA



CORTE C-C



DISPOSITIVO DE MANOBRA DO REGISTRO



CORTE A / A DRENOS DE FUNDO

Tubulação

Uma linha de recalque da captação à entrada do decantador.

Uma linha de saída do reservatório para a fábrica.

Uma tubulação de 8" para água de lavagem dos filtros.

Parte Elétrica

A parte elétrica consiste na linha de força de 220/110 volts, no quadro geral de distribuição sito no primeiro andar e nos dispositivos de segurança da linha das bombas e motores e à rede de iluminação para o prédio.

Tipo de equipamento

O equipamento enumerado é do tipo convencional, encontrado em qualquer estação de tratamento de água. Exceções porém, foram feitas nos tipos de drenos dos filtros, nos registros de água de lavagem, nos reguladores de vazão e nas comportas. A fácil maneabilidade dos registros, reguladores e comportas empregados na Estação dispensou o uso das mesas de comando acionadas com a pressão criadas por caldeiras especiais. O tipo desse aparelhamento permite o seu acionamento com a pressão existente no duto de água de lavagem. Esses tipos de aparelhos serão posteriormente descritos.

Equipamento simplificado

Por uma série de considerações, justifica-se nas pequenas estações de tratamento de água, a simplificação do seu equipamento. Por simplificação de equipamentos queremos definir não só o emprêgo do mínimo indispensável dos aparelhos necessários ao bom funcionamento da estação de tratamento de água, bem como a maior simplificação no tipo de funcionamento desses aparelhos.

De nada serviria, e seria mesmo contraproducente, o emprêgo de uma aparelhagem de grande precisão, caso fôsse ela entregue a pessoal de operação e manutenção não habilitados. Quanto mais preciso é o aparelho, mais delicado e complicado é o seu funcionamento.

Há uma série de estação de tratamento de água, mesmo estações grandes, em que a maioria dos seus aparelhos indicadores e reguladores não funcionam a contento ou não funcionam mesmo.

O mais das vezes, depois de instalados, esses dispositivos não são testados para se verificar a veracidade de suas indicações.

Nem sempre há condições para essa aferição. Montados na estação, sem cumprir a sua finalidade, esses aparelhos tornam-se desnecessários, além de onerosos, e passam a exercer apenas o ato de presença, "Pour Epater le Bourgeois", como diriam os franceses.

Daí acharmos que, para as pequenas estações de tratamento de água, onde a razão econômica impede a presença de pessoal de nível mais elevado e de oficinas de reparação de maiores recursos, o emprêgo de um equipamento robusto e simplificado seria o desejável.

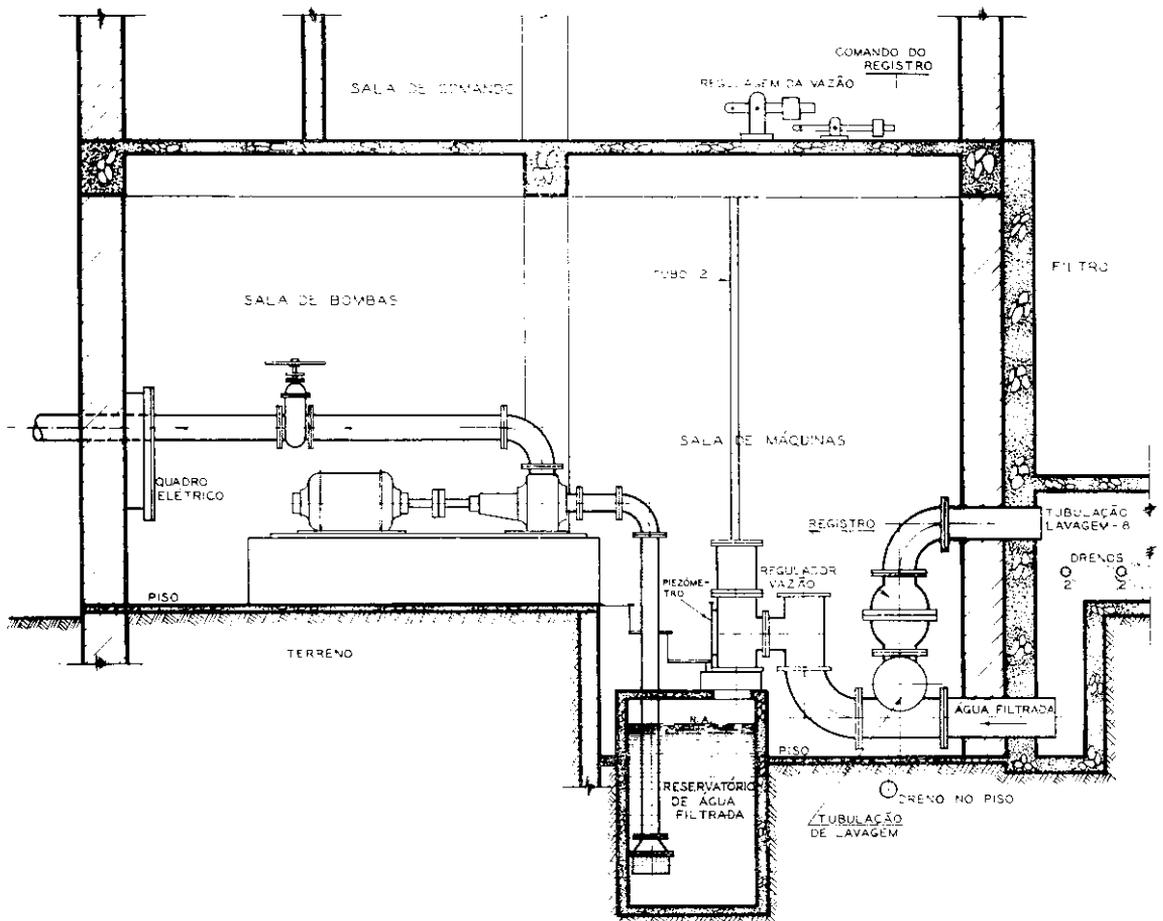
Dimensionamento das unidades de tratamento

Como é óbvio, ao lado desse equipamento simplificado, a estação deveria ser adotada, isto é fundamental, de decantadores e filtros tecnicamente projetados.

No projeto da presente estação foi observado o critério de que uma boa decantação é meio caminho andado na direção de um bom tratamento. Um período de decantação inferior a quatro horas, apesar de adotado por muitos projetistas, nos parece ouzado. A argumentação usada contra um dimensionamento folgado de um decantador é o do seu custo inicial. É preciso se levar em consideração que, apesar desse maior custo inicial, existem algumas razões capazes de justificar este gasto. A economia de coagulantes feita durante a vida da estação é uma razão a ser ponderada na apreciação do projeto. Outra razão é que a folga no dimensionamento das bacias, quer de decantação, quer de filtração, traz condições de tranquilidade ao pessoal da estação, que não fica assim, atado a rígidos limites de operação, e a exigência de uma constante vigília. O mais das vezes essas condições redundariam num emprêgo de um pessoal de maior remuneração.

Como dizia o saudoso Sebastião Pereira, tratador emérito: uma boa decantação aguenta qualquer cochilo do tratador. Acresce dizer que maior folga no dimensionamento do decantador se impõe tôdas as vezes que a água do tratamento é retirada de mananciais não armazenados, isto porque não sofre ela a decantação natural do armazenamento. Sendo o nosso regime pluviométrico sujeito a variações violentas na sua precipitação, as condições da qualidade da água a ser tratada, poderão sofrer grande e brusca variação. Isso equivale a dizer modificação da dosagem dos coagulantes a ser feita em poucos minutos.

Tivemos ocasião de presenciar, numa determinada estação de tratamento de água, logo após o início de uma chuva, a variação da dosagem de sulfato de alumínio, em questões de minutos, de 14 para 80 gramas por metro cúbico.



ESCALA" 1:20

CORTE

Marcha do tratamento

Determinada a condição do ótimo pH de flocculação, a qualidade do tratamento vai depender da correta decantação e adequada filtração. A boa decantação, uma vez corretamente coagulada a água, exige um exato dimensionamento da bacia. PERÍODO DE DECANTAÇÃO, é perfeita distribuição dos filetes de água, quer na entrada, quer na saída dos decantadores.

Deverão ser evitadas as zonas mortas e os curto circuitos dos filetes. A altura da lâmina de água dos vertedouros de saída, deverá ser a mínima possível, de modo a se evitar a fuga dos coágulos.

Evidentemente, sendo o decantador uma unidade estática, no conjunto da estação, uma vez ée corretamente construído, a boa decantação dependerá da correta aplicação dos coagulantes. A boa filtração é obtida desde que os filtros sejam tecnicamente construídos, e a sua conservação seja mantida.

A boa conservação de um filtro, em essência se resume na conservação de sua areia de filtração. Daí a necessidade, como mais tarde veremos, de se

dispor de meios capazes a facilitar o manuseio dessa areia.

Preenchidas as condições do correto dimensionamento da estação de tratamento de água, auxiliadas por um aparelhamento simplificado, qualquer pessoa normal, dotada de limitados conhecimentos, poderá operar, com relativo sucesso, uma pequena estação de tratamento de água.

Os conhecimentos essenciais ao tratamento poderão ser adquiridos ou numa estação de tratamento de água, no convívio com um tratador, ou, quando maiores conhecimentos forem exigidos, frequentando um curso especializado sobre o assunto.

A Faculdade de Higiene e o D. A. E. de São Paulo mantém excelentes cursos para operadores de tratamnto de água.

Algumas considerações sobre a filtração de água

A água a ser filtrada, depois de receber a conveniente coagulação, e sofrer a necessária decantação, atinge os filtros onde deverá deixar depositado no seio da areia o remanecente do material não de-

cantado. Flócos de hidrato de alumínio, partícula de argila, matéria orgânica, algas, etc., ficam retidas na camada de gel que se forma na superfície superior da areia filtrante. Algumas partículas atravessam essa região e ficam retidas no seio da areia, devido ao atrito existente entre os grãos. É óbvio que quanto menor for a granulometria da areia filtrante, menor será a velocidade de filtração e consequente melhor eficiência na retenção do material em suspensão na água. É condição essencial ao bom funcionamento do filtro que a água que atravessa o leito de filtração tenha a mesma velocidade em qualquer região do leito. Usando a linguagem matemática, diremos que um leito de filtração é um campo de velocidade constante.

Essa velocidade deverá ser igual a velocidade prevista para a taxa de filtração. Assim se esta taxa for de 5,4 m.c. por hora, por m. quadrado, a velocidade dos filetes em qualquer ponto da região da bacia, deverá ser de 1,5 milímetros por segundo. A não existência dessa condição, significará que em certos trechos os filetes atravessarão lentamente a camada filtrante ou deixarão mesmo de atravessá-la em detrimento de outros pontos em que a velocidade atingirá valores superiores ao da taxa de filtração. (Equação do movimento permanente). Na fase da lavagem, os filetes nos trechos de menor velocidade ou velocidade nula, não atingindo o valor da velocidade de arraste, não promoverão a limpeza exigida. Este estado de coisas, como é óbvio, se agravará com o tempo, mesmo com o uso de lavagem seguidas e taxa de lavagem adequada, reduzindo a área de filtração a uma fração da área inicial.

Veremos mais tarde, outras causas, capazes de destruir totalmente o leito de filtração. Um bom leito de filtração deverá satisfazer pois as seguintes condições:

Espessura e granulometria da areia, capazes de reter o material em suspensão na água a ser filtrada.

Dispositivo de drenagem colocado na superfície inferior da camada de areia, capaz de garantir uma perfeita igualdade nas velocidades dos filetes.

Velocidade de filtração e taxa de lavagem compatíveis com as normas obtidas pela experiência.

Drenos de fundo de filtros

A fim de se processar a uniformidade da distribuição dos filetes de água, na prática, são usados dispositivos chamados drenos. Os tipos de drenos mais comumente usados são os de dutos (tubos) e os de difusores de fundo (BOCAES).

Em ambos os sistemas eles são colocados no fundo da bacia.

No tipo tubular, eles são colocados paralelamente uns aos outros, a uma distância, ditada pela prática, que geralmente não ultrapassa de 60 c.

Cada dreno é provido de furos equidistantes ao longo de uma, ou mais geratriz do cilindro. O número de furos, e o seu diâmetro, devem ser de ordem tal que permitam uma vazão igual para cada furo.

Os drenos de cada bacia são ligados a um duto geral "MAIN FOLD", que é por sua vez ligado ao reservatório inferior de água filtrada. A lavagem dos filtros se faz com a inversão de corrente de água limpa sob pressão, neste duto geral.

Entre os drenos, e apoiados no radier da bacia, colocam-se blocos difusores. Esses difusores são de vários tipos e diferentes materiais (concreto, louça, etc.). Em cima dos blocos difusores, colocam-se camadas de pedregulho de alturas e granulometria diferentes. O material de menor diâmetro sobrepõe o de maior.

Em cima da camada de pedregulho é colocada areia, obedecendo a mesma modalidade do pedregulho. A esta disposição de blocos, camadas de pedregulho e de areia, se chama leito filtrante. A altura do leito é às vezes superior a 1 metro. O tipo de drenos de bocas de fundo, consiste em uma laje perfurada colocada a uma determinada altura sobre o fundo da bacia. Nesta laje, são engastados os bocas de fundo. O número de bocas por unidade de área é variável de acordo com o tipo. A variação vai de 25 a 81 peças por m².

Sobre estes bocas de fundo se repete a disposição, de pedregulho e areia já descrita. O perigo do emprêgo da laje perfurada existe, no caso da perda de carga dos bocas ultrapassar a um determinado limite, criando uma sub-pressão capaz de deslocar ou mesmo romper a laje. Esta circunstância pode se dar, ou pela parcial obstrução dos bocas, ou pelo excesso de vazão da água de lavagem.

Uma laje dimensionada para suportar o esforço total dessa sub-pressão seria anti econômica.

Leito filtrante simplificado

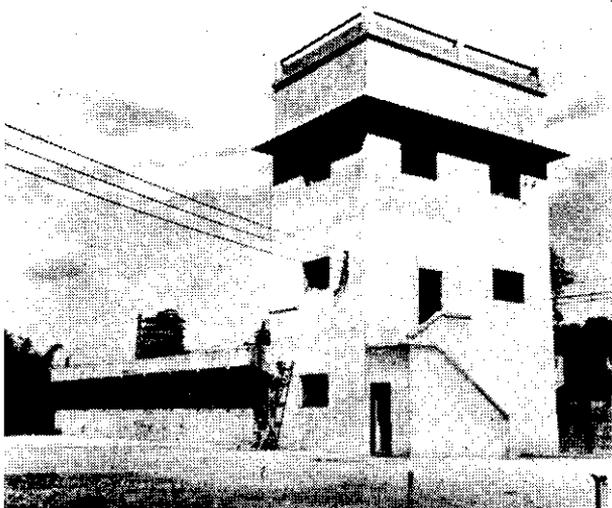
Mesmo ao leitor menos atento, não passou despercebido que do leito filtrante, apenas a camada superior da areia cabe a tarefa da filtração. A altura restante do leito serve de camada suporte e distribuidora dos filetes.

Já que à camada superior da areia cabe a responsabilidade da filtração, não seria possível a criação de um novo tipo de leito capaz de satisfazer esta condição

É claro.

Bastaria apenas que os drenos inferiores promovessem uma distribuição de ordem tal que tornassem dispensáveis o uso das camadas distribuidoras de pedregulho.

Na presente estação, foi empregado um tipo de dreno, que dadas as suas características, o leito filtrante pode ser reduzido apenas a duas camadas de areia de granulometria diferentes. A êste tipo de leito de filtração pode-se chamar leito **simplificado**. É óbvio que outros tipos de dreno poderão ser empregados na obtenção do leito simplificado, desde que preencham certos requisitos. O uso do leito simplificado, além do aspecto econômico, tais como dispensa da camada de pedregulho, menor altura das bacias de filtração, traz reais vantagens, como passaremos a ver, quando se lida com água em que haja expressiva presença de algas.



Destrução dos leitos filtrantes

Ao se observar um leito de filtração é comum notar a existência de fendas na areia, junto das bordas das paredes. Atraves dessas fendas há passagem de parte de água, sem sofrer a filtração desejada, para o reservatório da água filtrada. A causa dessas fendas, é não só devido ao efeito de cunha que a velocidade da água exerce entre as duas superfícies verticais de contacto, parede-areia, bem como pela retração da areia, causada pela ação plastificante da matéria orgânica e outras substâncias retidas no seu seio. O caboclo conhece a ação plastificante de certas substâncias, ao empregá-las na mistura da argila que vai revestir a parede de seu rancho. Nos mananciais em que é comum a existência de certos tipos de algas, os filtros são de pouca duração, devdio a esta ação.

O fenômeno da plastificação do leito filtrante revela-se com o aparecimento das primeiras bolas

de lama MUD BAL. Este elemento destruidor dos filtros se apresenta em forma de corpos mais ou menos esféricos, de diâmetros variáveis. No princípio corpos com alguns milímetros de diâmetro, êles vão crescendo até atingir diâmetros de enormes proporções. A medida que o seu diâmetro aumenta, êles vão se afundando na areia. Formados pelo efeito de rotação da água de lavagem sôbre um núcleo inicial de matéria orgânica, o seu crescimento vai se processando a custa da ação aglutinante da matéria orgânica sôbre os grãos de areia.

Atingido certo período o filtro está completamente destruído e o material filtrante deverá ser removido para o exterior a fim de que a matéria orgânica nêle contida seja destruída a fogo ou com lixívia. A destruição das algas com adição de sulfato de cobre em conjunto com os coagulantes o mais das vêzes não evita o problema, porque carregadas para os filtros, mesmo mortas continuam dando o ensejo ao distúrbio. Disseminado pelo interior do corpo da areia êsse conjunto de matéria orgânica vai criando um tipo de entrelaçamento, com liames de resistências diferentes. A areia do filtro até então em conjunto livre, com um número infinito de superfície de contacto entre os seus grãos, passa a ser um corpo semi-sólido, opondo esforços à sua desagregação. Alcançado um determinado grau de plastificação da camada filtrante, a resistência oferecida em certos trechos é de ordem tal que aí as secções ficam completamente obstruídas. Ao se proceder a lavagem dos filtros, a água, presa nos trechos de maior resistência vai destruir os de menor, com o aparecimento das fendas verticais. (Vulções no dizer dos tratadores).

Remoção do material filtrante

Do que nos foi dado vêr durante o longo trato de tempo que trabalhamos nos serviços de estações de tratamento de água, chegamos à conclusão de que por melhor que seja o tipo e eficiência da lavagem empregada, é necessário, após um determinado período, a remoção pura e simples do material filtrante para o exterior da bacia a fim de que sofra uma lavagem enérgica, com adição de lixívia ou se proceda a sua substituição por nôvo material. Só com essa prática se poderá manter o padrão de qualidade exigido.

A remoção do material filtrante geralmente é feita, ou manualmente com emprêgo de pá e caçamba, ou por meios mecânicos.

Numa estação de tratamento de água em que seja empregado o uso de leito simplificado, a remoção da areia filtrante se poderá fazer hidráulicamente, por meio de uso de ejetores (trompas). Sendo o carregamento da areia feito pela água é óbvio que a medida que ela vai sendo transportada vai sendo

lavada. Em outras palavras, com duas movimentação de areia, uma de dentro para fora da bacia, e a outra de fora para dentro, estará feita a operação lavagem, sem necessidade de grande espaço exterior de armazenamento.

Tipo do equipamento usado na estação

a) Drenos

Os drenos empregados na estação foram do tipo tubular dispostos paralelamente uns aos outros e apoiados no radier das bacias de filtração. São equidistantes uns dos outros de 20 c. e ligados ao duto geral de concreto, conforme mostra a figura.

Com o fito de facilitar a adaptação deste tipo de dreno a qualquer dimensão da bacia, êle é construído em ELEMENTOS que poderão ser conectados por flangeamento.

Com esta disposição atinge-se o comprimento desejado.

A diferença fundamental entre êste tipo de dreno e ou outros tipos tubulares é a existência de uma tela de malha, envolvendo totalmente a superfície lateral do dreno.

Devido a essa disposição, o dreno mantém uma perfeita distribuição ao longo do seu comprimento e ao redor de sua periferia, sem apresentar pontos de descontinuidade comum aos outros tipos.

O fenômeno da obstrução do dreno é evitado pela grande superfície lateral de contacto entre o dreno e a areia. Esta superfície de contacto é de cerca de 15 vezes maior que a superfície oferecida pelo tipo normal de bocas de fundo.

Os materiais empregados na sua construção são tubos de p.v.c., de fabricação seriada, de fácil encontro no mercado. Além disso oferece grande resistência aos baixos P.H.

Cada ELEMENTO contém 4 partes essenciais assim enumeradas:

Um tubo central de coleta ou distribuição de água.

Duas flanges de fixação, rosqueadas nas extremidades do tubo central.

Um tubo suporte da tela, concêntrico ao tubo central e apoiado nas flanges.

Uma tela metálica ou de plástico, de malha conveniente, envolvendo o tubo suporte.

O tubo central é um tubo plástico contendo ao longo de uma geratriz, furos de 3/16" de \varnothing e um espaçamento de 10 c.

A função desses furos é promover uma perfeita distribuição da vazão ao longo do tubo suporte e portanto do dreno. Em cada extremidade do tubo central é rosqueada uma flange de conexão. Além da ligação entre os elementos, as flanges fixam o tubo suporte e mantém o mesmo a uma altura conveniente sobre o radier da bacia.

O tubo suporte é concêntrico ao tubo central, tendo sua parede perfurada, de modo tal que possa oferecer a máxima secção de contacto entre a tela e a areia. Êle mantém a tela esticada evitando que ela seja deformada pelo peso da camada filtrante ou pelo arraste dos filetes.

A tela, com malha de abertura conveniente, retém a areia, evitando a sua entrada no reservatório de água filtrada.

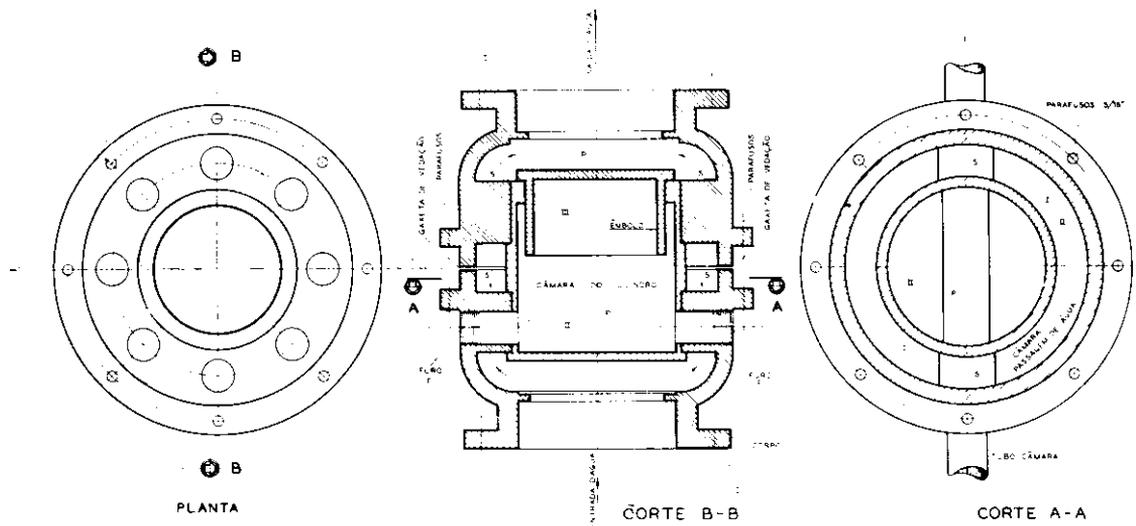
b) Registro de água de lavagem

Nas estações de tratamento de água há uma constante necessidade da abertura e fechamento rápido, de uma série de registros ao mesmo tempo. Por essa razão, êstes registros não poderão ser acionados manualmente, com o uso de volantes de manobras. A maneira usual de contornar o problema, é adaptar aos registros de gaveta ou comportas planas, dispositivos mecânicos, elétricos ou de pressão, que substituam o volante, na manobra da gaveta. Um modo generalizado, que se lança mão, é acionar a gaveta por intermédio de uma haste que corre dentro de um cilindro de pressão; adaptado à cabeça do registro. Injetando-se água sobre pressão nas extremidades do cilindro, obtém-se a abertura da gaveta, ou seu fechamento. A solução é mais ou menos uma improvisação, pois além da modificação executada no corpo do registro, há uma série de dispositivos a serem criados, tais como caldeiras, preno estato, tubos condutores de água sob pressão, etc., necessária à movimentação do registro. A água das caldeiras deverá ser de grande pressão, para vencer o forte atrito lateral existente nos registros de gaveta.

Com a finalidade de evitar os inconvenientes acima apontados, é necessário o emprêgo de um tipo de registro, que satisfaça a determinadas condições.

Êsse registro deveria ser especificamente criado para ser usado nas estações de tratamento de água evitando assim o emprêgo de um tipo adaptado. A sua movimentação deveria ser hidráulica, aproveitando-se a energia criada pela altura da água do reservatório de lavagem ou bomba de lavagem, existente em tôdas as estações de tratamento de água. Com êste tipo de registro seria evitada a série de aparelhagem mais ou menos complexa e custosa necessária a sua movimentação. A velocidade de aber-

REGISTRO DE LAVAGEM



tura e fechamento dêste registro deveria ser a mais rápida possível, respeitadas as condições de se evitar golpes de ariete.

Com a finalidade de se atender as condições impostas, foi empregado o registro de desenho anexo. Pelo desenho se infere que o fechamento do registro é obtido a custa da movimentação de um êmbolo que se desloca dentro de um cilindro.

As pressões da água exercidas sobre a superfície lateral do êmbolo se anulam, não produzindo nenhum atrito lateral no escorregamento do êmbolo no cilindro. Com isto se evita qualquer tipo de força assimétrica, agindo sobre o corpo do êmbolo. Sobre a base do êmbolo e perpendicular a ela, agem duas pressões desiguais e opostas. A pressão P existente dentro da câmara do cilindro e a pressão p , existente a juzante do registro. A pressão P poderá ser variada, por meio de dispositivo apropriado, de modo a se tornar menor que a pressão p . É com esta variação de pressão que se manobra o registro.

O valor normal da pressão P é de 12 mts. de água e o da p é de 3 mts. O que significa que para um registro de 8" o êmbolo é solicitado por uma força de 360 quilos no fechamento e 90 quilos na abertura, esforços suficientes para vencerem o possível atrito, criado pela oxidação, entre o êmbolo e o cilindro.

É evidente que há uma fuga de água pelo vão existente entre as superfícies do êmbolo e do cilindro. Esta fuga, de ação perniciososa à movimentação do êmbolo, poderá ser atenuada reduzindo-se a espessura do vão, quer com o emprêgo de gaxeta de vedação, quer com o uso de metais não oxidáveis. Qualquer uma dessas soluções traz o inconveniente de complicar e encarecer o custo do registro.

A solução mais econômica é dar ao vão uma folga razoável de modo a evitar o emperramento do êmbolo dentro do cilindro, e criar uma maior secção para a extravasão da câmara do cilindro.

O registro construído em f.ºf.º consta de um corpo feito em duas peças I, de um cilindro II, e um êmbolo III. O corpo é formado por duas peças de revolução, simétricas e ligadas por meio de parafusos de ferro, tendo de permeio uma gaxeta de vedação.

Cada peça termina em um flange de dimensão standart, de modo a facilitar a sua junção à canalização existente. Em cada uma delas, existem duas saliências, no desenho designadas pela letra S , cuja finalidade é permitir a fixação do cilindro, no corpo do registro. Dois furos F , existentes nas saliências, permitem a ligação do cilindro ao dispositivo de manobra. A água entra axialmente no registro, corre nesta direção, entre a parede interna do corpo e externa do cilindro, até atingir a parte superior do êmbolo de fechamento tomando aí uma direção radial de fora para dentro, e em seguida uma direção axial na saída do registro. A função do cilindro é manter a posição do êmbolo e criar as pressões variáveis de movimentação. Na sua parte externa êle é fixado no corpo do registro por intermédio de ranhuras rebaixadas. Isto evita o uso de parafusos de fixação. A sua parte interna é usinada de forma a permitir uma fácil movimentação do êmbolo, sem fuga exagerada da água. É dispensado o uso de gaxeta ou buchas de vedação. Quatro guias verticais, permitem o deslizamento do êmbolo sem esfregamento na superfície interna do cilindro. O êmbolo é uma peça de forma cilíndrica oca, tendo a sua abertura voltada para o interior do cilindro. A base, coberta com uma placa de couro, a fim de melhorar a vedação, ao se deslocar para fora do

cilindro vai se apoiar num assento existente no corpo do registro, abturando-o.

Os dois furos de ligação da câmara do cilindro vão ter ao dispositivo de manobra. Por meio deste dispositivo é possível colocar ou retirar água na câmara do cilindro, aumentando ou diminuindo a pressão aí existente.

O registro de lavagem é colocado verticalmente em cima da tubulação de água do reservatório superior. Na sua parte superior está colocada a curva de 90° de entrada no filtro. Esta disposição possibilita a fácil substituição da gaxeta de vedação do registro.

c) Dispositivo de manobra do registro

Uma câmpanula cônica é fechada na sua parte inferior por uma flange parafusada **F**, por esta flange entra o tubo **A**, ligado ao reservatório superior de lavagem. A câmpanula é dividida em duas câmaras pelo septo perfurado **S**. A câmara superior está ligada ao reservatório inferior de água filtrada pelos tubos **B**. A câmara inferior está ligada ao registro pelos tubos **SI**. Um êmbolo **E** é acionado verticalmente por meio de uma alavanca. No seu movimento para cima obtura o furo do septo **S** e no movimento para baixo abre este furo e fecha a entrada do tubo **A**. O septo **S** estando fechado, a água vindo do reservatório superior penetra pelos tubos **SI** no registro, fechando o êmbolo, e estando abaixo, o tubo **A** estará fechado, e a água do cilindro escapando para a câmara superior e daí para fora, promove a abertura do registro.

d) Reguladores de vazão

A vazão de um filtro, máximo no início do seu funcionamento, vai diminuindo com o tempo até se tornar praticamente nula. Chegando a este estágio o filtro deverá ser lavado para novo uso.

Com a finalidade de se evitar a inconveniência da citada oscilação da vazão, lança-se mão de dispositivos capazes de manter uma vazão média. Esses dispositivos são os reguladores de vazão. Eles são providos de uma abertura de escoamento, de secção variável e de um dispositivo controlador desta abertura. A secção da abertura, comandada pelo dispositivo de controle, vai se aumentando, a medida que o filtro vai se sujando, de modo a permitir a constância da vazão.

Há no mercado, reguladores dos mais variados tipos e modelos, apresentando o maior ou menor grau de precisão e de complexidade construtiva. De um modo geral o controle de vazão se faz, nestes aparelhos, à custa da diferença de pressões criadas num dispositivo VENTURI. Nas pequenas esta-

ções de tratamento de águas, onde geralmente não há serviço de reparação, é aconselhado o emprego de reguladores mais simples.

Um modelo simples e robusto, não sujeitos a frequentes desregulagem, se obtém, fazendo com que o escoamento de um bocal se processe a nível constante.

Sabe-se que

$$Q = K \sqrt{h}$$

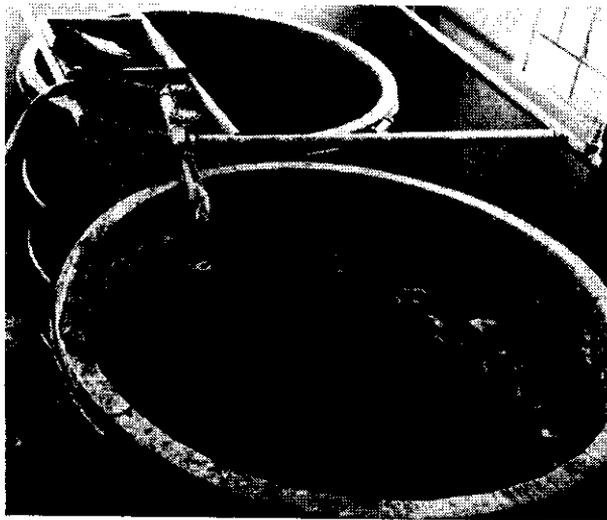
Sendo Q a vazão

h a altura da água sobre o bocal

K um coeficiente constante para cada tipo de bocal.

O regulador se resumirá pois, num dispositivo capaz de manter h constante.

O regulador empregado na estação foi o do tipo apresentado no desenho anexo. Em sua essência consiste no emprego de dois diafragmas (FRAGMAS) de controle da altura de água, um na entrada e outro na saída do aparelho. O regulador é constituído por dois corpos feitos com dois Tees de f.f.º, ligados de modo tal a ter a forma da letra **H**.



Como é óbvio, o regulador poderia ser feito em uma só peça.

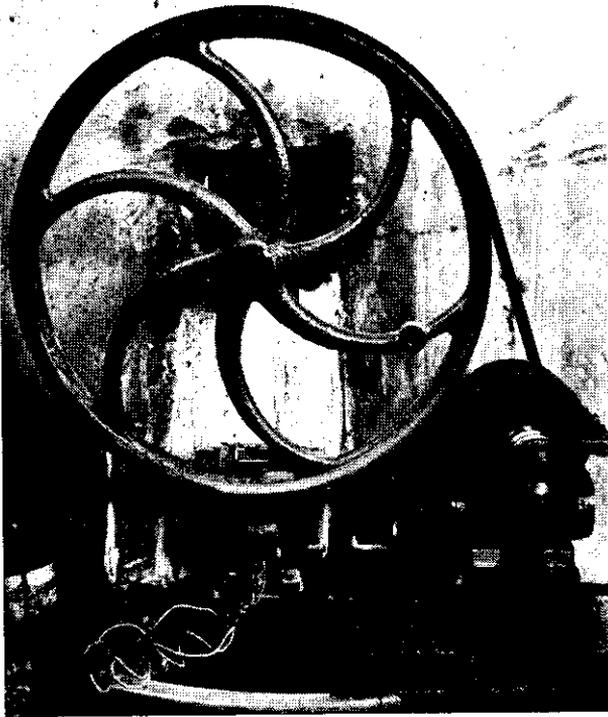
O emprego de dois tees veio facilitar a construção do aparelho, pelo uso de peças "STANDART", facilmente encontradas no mercado em diferentes bitolas. Com isto se evita a confecção de um sem número de modelos de fundição, um para cada tamanho de regulador.

Os dois corpos do aparelho são providos de dispositivos diferentes. No primeiro corpo acham-se colocados as seguintes peças:

- a) Uma curva C, de f.º de 90 graus, ligado do aparelho ao duto de saída dos filtros.
- b) Uma válvula V, de abertura ou fechamento da água, colocada na entrada do regulador. Essa válvula, de forma cilíndrica, assentada verticalmente, admite a água axialmente e se escoa radialmente, do modo a não criar pressão assimétrica nas suas partes móveis.

O fechamento e abertura da Válvula se faz com a movimentação de um anel cilíndrico que envolve o corpo da válvula.

- c) Num fragma F1 colocado na parte superior do corpo, destinado à movimentação do anel da válvula.



O segundo corpo é constituído pelas peças seguintes:

- d) Num suplemento B, de tubo, colocado na parte superior do corpo, destinado a aumentar a sua altura.
- e) Num tubo de saída C, verticalmente disposto, concêntrico ao corpo. O nível da boca de entrada do tubo está a uma altura H_0 , acima do nível do fragma F1.

A boca inferior desse tubo penetra no bocal de saída.

- f) Num bocal de saída de secção maior que a do tubo central. É dentro desse bocal que se desloca o êmbolo F2 de regulagem de saída da água.

- g) Num êmbolo F2, apresentando no seu corpo uma secção S, regulável, de escape. A movimentação do êmbolo é transmitida, por intermédio de uma aste, a uma alavanca, de regulagem, colocada na parte superior do aparelho.

- h) Numa alavanca de regulagem consistindo numa barra rígida com centro de rotação colocado entre os pontos de aplicação das cargas. Numa das cargas é o esforço existente sobre o fragma F2. A outra carga consiste numa massa M que se desloca ao longo da alavanca de modo a estabelecer o equilíbrio do sistema.

- i) Num tapo de regulagem t, consistindo numa peça de forma tronco cônica, capaz no seu movimento de fechar ou abrir a entrada do tubo de saída. O tapo é fixado à aste por intermédio de um parafuso que permite a escolha da posição desejada.

- j) Um piezômetro indicativo da pressão existente no bocal de saída do aparelho.

A água penetrando no primeiro corpo do aparelho, atravessa a válvula V, passa para o segundo corpo e aí sobe até atingir a altura $E < H_0$, onde se dá o levantamento do fragma F1 e o consequente fechamento da válvula. As alturas E e H_0 são constantes do aparelho.

Sendo $E < H_0$, a água não entra no tubo de saída. A força F_0 de levantamento da válvula é dada por

$$F_0 = \pi E S.$$

em que:

π = peso específico da água

E = altura da elevação da água

S = superfície do fragma F1

Esta força é suficiente para vencer o atrito e o peso da parte móvel da válvula e do fragma. Essa força é também uma constante do aparelho.

Funcionamento do aparelho

Para o aparelho funcionar é necessário colocar uma carga P sobre o fragma F1. A este peso P corresponderá uma altura de água H maior que H_0 , de modo a produzir uma altura d'água X, sobre o nível da entrada superior do tubo de saída, sendo: $X = (H - H_0)$ e sendo $H = f(P)$ vem, $X = F(P)$ (1)

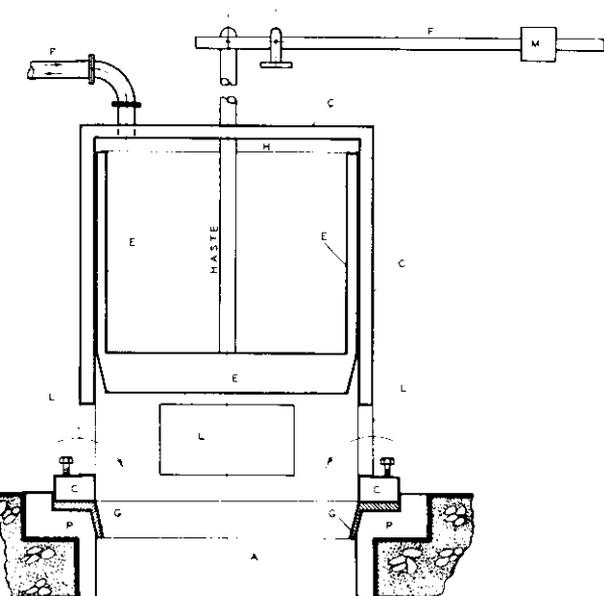
Ora, essa entrada funcionando como um bocal de fundo, a vazão Q, por ela escoada é da forma:

$$Q = 2\pi X r \sqrt{2gX} = K' \sqrt{X}$$

e pela relação (1)

$$Q = \psi(P) \quad (2)$$

COMPORTA DE FUNDO



A cada valor de P, corresponderá pois, na entrada do tubo c, um escoamento de vazão constante. Essa vazão vai sofrer ainda uma correção na saída do aparelho.

A água que penetra no tubo de saída escapa para o reservatório inferior, através da secção S o volume que escapa é da forma:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh} = k\sqrt{h}$$

Mantidos constantes k e h teremos Q constante:

O peso da água sobre o êmbolo F2, função da altura h, é transmitido para a balança de regulação.

Por meio de massa M equilibra-se a altura h.

Se houver uma variação de vazão para mais ou para menos, o desequilíbrio do sistema produz, uma redução ou aumento de vazão de modo a manter a constância de h ou seja Q.

Aferição do aparelho

Escolhida a vazão Q e fixada a secção S resultará uma altura h de escoamento. A essa altura corresponderá uma posição fixa para a massa M.

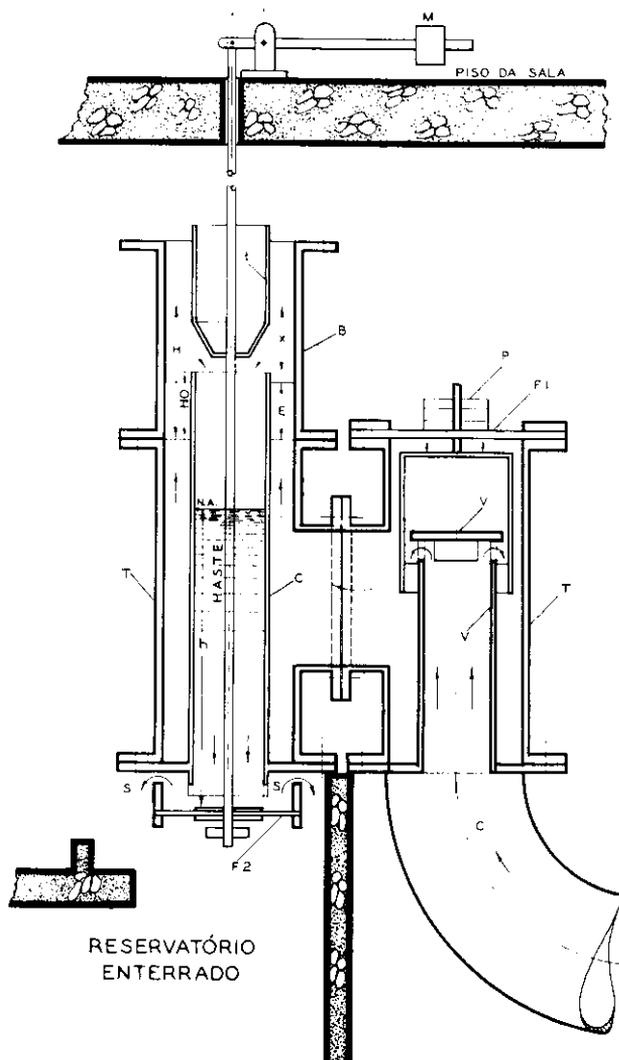
A mesma vazão Q, determinará o valor do peso P a ser colocado sobre o fragma F1, $Q = \psi(P)$ (2)

Pelo que foi dado a vêr, o aparelho funciona sem interferência da carga do filtro. A colocação do aparelho num nível inferior ao radier do filtro permite o seu funcionamento até a altura d'água na saída dos filtros atingir uma altura mínima. Para o caso da pressão no interior dos filtros ser menor que a atmosférica, o fragma F1 abrirá ao máximo indicando a necessidade da lavagem.

Comporta de fundo

O tipo de comporta usado na estação é o mostrado pelo desenho apresentado. Como seu nome indica êsse tipo de comporta trabalha sempre mergulhado na água, fixada no fundo da bacia a ser evacuada.

REGULADOR DE VAZÃO ESCALA" 1:20



A comporta é constituída pelas seguintes peças:

- uma placa circular P, contendo uma abertura de fundo A, secção tronco cônica.
- um cilindro C, munido de entradas laterais L e fechado na parte superior.
- um êmbolo E, que se desloca verticalmente dentro do cilindro. No seu deslocamento para cima ela vai ocupar o espaço H, deixando livre as entradas laterais L, por onde escapa a água. No seu deslocamento para baixo êle vai obturar a abertura A, impedindo a sua saída.

- d) uma gaxeta G, de borracha que auxilia a vedação da saída de água.
- e) uma alavanca F, ligada numa extremidade a uma haste — ligada ao êmbolo, e na outra um pêso M. A função do pêso M é levantar o êmbolo, tôda vez que não existir pressão na câmara H do cilindro.
- f) um tubo F de entrada ou saída de água ligado ao reservatório superior. A movimentação d'água nessa tubulação é feita por intermédio de um registro de movimentação.

A placa é rigidamente engastada no concreto do fundo da bacia.

Em cima da placa se assenta o cilindro, a ela preso por meio de parafusos.

Funcionamento da comporta

Introduzindo-se água do reservatório superior, na câmara do cilindro, o êmbolo desce, elevando o pêso M, e obturando a abertura A impedindo o escoamento. Retirando-se a água da câmara, o peso M eleva o êmbolo produzindo a abertura da comporta. O peso M, além do peso próprio do êmbolo, deverá vencer o peso do volume de água definido por HS, em que S é a área superior do êmbolo, e H a altura d'água existente na bacia.

Pequenas e simplificadas estações de tratamento de água

Finalizando a presente exposição queremos justificar a denominação dada ao título do presente artigo.

Porque pequena?

Por que a conceituação emitida durante a exposição do presente artigo, só se aplica no caso de estações destinadas ao tratamento de menores volumes de água, tais como os usados em pequenas cidades, fábricas, piscinas e etc..

No caso das grandes estações, os métodos de trabalho, os recursos materiais e a qualidade do pessoal de operação, fogem das condições enumeradas para uma pequena estação.

Porque simplificada?

A estação é simplificada por que no critério de sua concepção foi levado em consideração a idéia de reduzir ao mínimo o seu equipamento, simplificá-lo no seu funcionamento, e tornar mais fácil o seu reparo.

O mesmo se deu no que concerne a parte estrutural das unidades, com a redução das suas dimensões, a sua implantação normal tendo em vista a ampliação futura, o aproveitamento máximo dos espaços e a dispensa dos complicados clássicos leitos de filtração.

A mesma orientação determinou a dispensa dos seguintes aparelhos e dispositivos:

Floculação mecânica.

Regulador de água de lavagem.

Indicadores de vazão.

Totalizadores e registros de vazão.

Pletora de registro do tipo Gate adaptados à mecanização.

Mesas de comando.

Caldeiras de pressão.

Bombas de manutenção das caldeiras.

Dupla linha de água de pressão, ida e volta às mesas, para movimentação dos aparelhos.

Os poucos aparelhos empregados na estação são simples na sua concepção mecânica, robustos na sua construção e fáceis na sua reparação.

As plantas, desenhos, croquis e fotografias inseridas no texto, procuram exprimir o que denominamos PEQUENAS E SIMPLIFICADAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA.