

Tratamento das aguas do abastecimento publico da cidade de Belém (Est. do Pará)

Oswaldo de Oliveira Machado

Chimico da Secção de Tratamento da R. A. E.

Em Novembro do anno pp. o Governo do Estado do Pará, tendo que iniciar o tratamento das aguas do abastecimento publico da Capital daquelle Estado, solicitou do Governo do Estado de São Paulo a designação de um tecnico da Repartição de Aguas de São Paulo para iniciar e orientar a organização daquelle serviço. Como um dos chimicos da Secção de Tratamento, fui designado para seguir para aquelle Estado, onde, no periodo de 11 de Novembro a 20 de Dezembro de 1936, desempenhei as funcções de que fui incumbido. Como a installação que ora se inaugura na Capital do Pará, é uma das mais recentemente construidas no Brasil, julguei de interesse, para aquelles que são affeiçãoados ao assumpto, fazer della uma breve descripção.

Procedencia das aguas — Até o mez de agosto de 1932, Belém era abastecida pelas aguas dos igapós que formam a bacia de Buiussuquara, adduzidas pela linha do mesmo nome, e pelas vallas Schully, 3 de Outubro e Marianna. Essas aguas se reuniam no poço de sucção da estação elevadora do Utinga, distante 4.500 m. da cidade, e de onde eram recalçadas directamente para rede de abastecimento.



Trecho do canal do Yuna

Ante a oscassez do precioso liquido, com a qual defrontava a Capital Paraense, os poderes publicos determinaram o estudo do reforço do volume adduzido. Sob a competente direcção do illustre engenheiro André Benedetto, foram iniciados os estudos dos diversos mananciaes que poderiam abastecer a cidade de Belém.

No periodo de Março de 1931

a Agosto de 1932, foi projectada e executada por esse engenheiro a utilização das aguas do lago de "Agua Preta", capaz de fornecer o volume necessario na mais rigorosa estiagem. O serviço de reforço consta das obras de captação dos igapós que têm origem no lago artificial de Agua Preta, e da construcção do canal Yuna que transporta as aguas da captação até a linha de Buiussuquara. O canal Yuna é do typo mixto, com trechos a descoberto e um em aqueducto.

Os dados principaes sobre esse canal são:

Comprimento	1.700 metros
Capacidade fixada	3.600 m ³ de agua por hora.
» conseguida ..	4.600 m ³
Declividade	0,0008 por metro
Diferença total de nivel..	1,366 m.
Secção util	2 m ²
Trecho em aqueducto	280 m., sendo 80 m. em cimen- to armado, 200 m. em alve- naria de pedra.
Canal descoberto.....	1.420 m.

A antiga estação de recalque de Utinga é dotada de duas bombas a vapor, uma com capacidade para recalcar 1.100 m³ por hora e outra para 800 m³/hora. Em 1935 foi construída a nova estação de recalque, denominada estação elevatoria de Buiussuquara, situada... 1.100 m. a montante da de Utinga, dotada de uma bomba centrifuga accionada por turbina a vapor, com capacidade para recalcar 1.500 m³ por hora.



Vista area do Lago da Agua Preta

Nessas condições, a velha estação de Utinga passou para reserva, devendo funcionar quando houver interrupção da nova estação.

Qualidade das aguas — As aguas, tanto as da bacia do Buiussuquara como as do lago de Agua Preta, são de região pantanosa, onde ha abundancia de vegetação. São aguas doces, de fraca dureza (3° 1 francezes), bastante coloridas, com grande quantidade de substancias organicas em dissolução e de reacção acida (pH 5,5).

A analyse seguinte representa a composição media de mistura dessas aguas:

Côr.....	75 p. p. m. (padrão platina cobalto)
Cheiro	nenhum
Gosto	nenhum
Residuo por repouso	abundante
Alcalinidade (M. O.)	6,0 p.p.m.
pH	5,5
Residuo total	56,0 p.p.m.
» fixo	29,0 »
» volatil	27,0 »
Chloretos (em NaCl)	4,06 »
Ammoniac salino	0,058 »
» albuminoide	0,20 »
Nitratos (em N)	1,03 »
Subst. organica (em $KMnO^4$)	50,0 »

Além destes elementos, contém corpos em suspensão: argila, silica e detritos organicos de origem vegetal.

Diante dos caracteristicos physicos e chimicos apresentados pela analyse acima, foi previsto o tratamento completo, isto é, clarificação pelo sulfato de aluminio e cal, decantação, filtração, correcção do pH e chloração.

A agua submettida ao tratamento com a dosagem de 16 grs. de sulfato de aluminio por metro cubico e 9 grs. de cal, apresentou a seguinte composição:

Côr.....	5,0 p.p.m.
Cheiro	nenhum
Gosto.....	nenhum
Aspecto.....	crystalino
Residuo por repouso	nenhum
pH	7,5
Subst. organicas (em $KMnO^4$)	9,0 p. p. m.

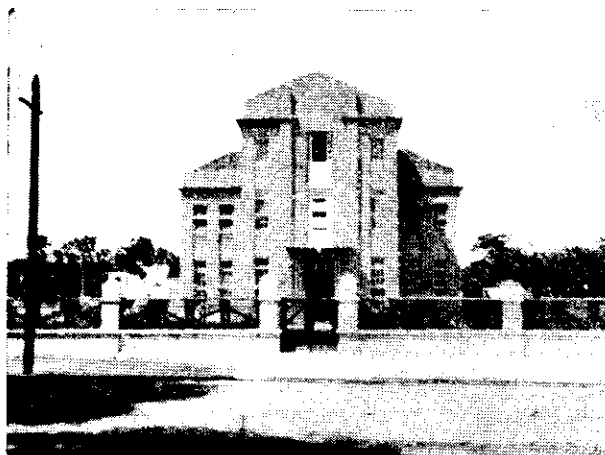
Verifica-se pelos resultados analyticos acima uma redução de 93% na coloração e de 80% nas substancias organicas.

Com applicação de cal, após a filtração, o pH foi elevado a 7,5.

Localisação da Estação — A estação de tratamento foi localisada em terreno com frente para Praça Marechal Floriano Peixoto, proximo da parte central da cidade. A escolha desse local foi dictada pelas vantagens de ordem technica e economica, reunidas á commodidade do serviço.

A pouco mais de 200 metros desse local, está situado o reservatorio elevado de São Braz, de 1.500 m³ de capacidade, com 20 m. de altura, construido ha cerca de 30 annos.

Essa localisação permittiu o aproveitamento da agua sob pressão, do reservatorio de São Braz, para lavagem dos filtros, economisando-se, assim, a construcção de um reservatorio elevado especialmente para



Fachada da casa de chimica, vista da Praça Marechal Floriano Peixoto

esse fim e a installação de grupos elevatorios de baixa pressão, para alimentar o reservatorio de lavagem. A construcção foi executada em terreno mais favoravel, sem necessidade de esgotamento e estaqueamento das fundações, o que seria necessario se a estação fosse construida proxima das bombas elevatorias de Utinga, que foi o primeiro local estudado.

A estação na cidade permittiu além de mais, economia e facilidade no transporte dos materiaes nella utilizados, intervenção mais rapida no caso de accidentes, de reparos, etc., e maior commodidade para a fiscalisação, constituindo incontestavel segurança para a bôa marcha do serviço.

Capacidade da Estação de Tratamento — A estação foi projectada com capacidade para tratar 48.000 m³ de agua por 24 horas. Como, porém, para as necessidades actuaes são precisos sómente 36.000 m³/24 horas, terá que haver uma ampliação, si bem que pequena, quando for necessario o volume maximo previsto, estando a maior parte já construida para 48.000 m³/24 horas.

Disposição da Estação — A estação de tratamento está muito bem disposta, com todas as suas peças distribuidas harmoniosamente.

Na parte fronteira está a casa de chimica, na qual se acham localisadas as salas de administração, laboratorio, almoxarifado, depositos e aparelhagem para applicação dos ingredientes chimicos.

O seu edificio, com bella fachada estylo moderno, impressiona agradavelmente os visitantes, não só pela admiravel distribuição das salas de laboratorio e administração, pavimentos de dosagens e de carga, como ainda pelo acabamento esmerado da parte constructiva.

Em seguida á casa de chimica está localisada a installação de filtros, ligada á primeira pelo corredor de manobras e galeria das canalisações.

Na installação de filtros, somente o corredor de manobras é coberto, estando as camaras de filtração a céu aberto.

A installação completa foi projectada com oito camaras de filtração, porém, para o volume actual, foram construidas apenas seis camaras, ficando reservado, entre os filtros actuaes e as bacias de decantação, o espaço necessario para a construcção de mais dois filtros.

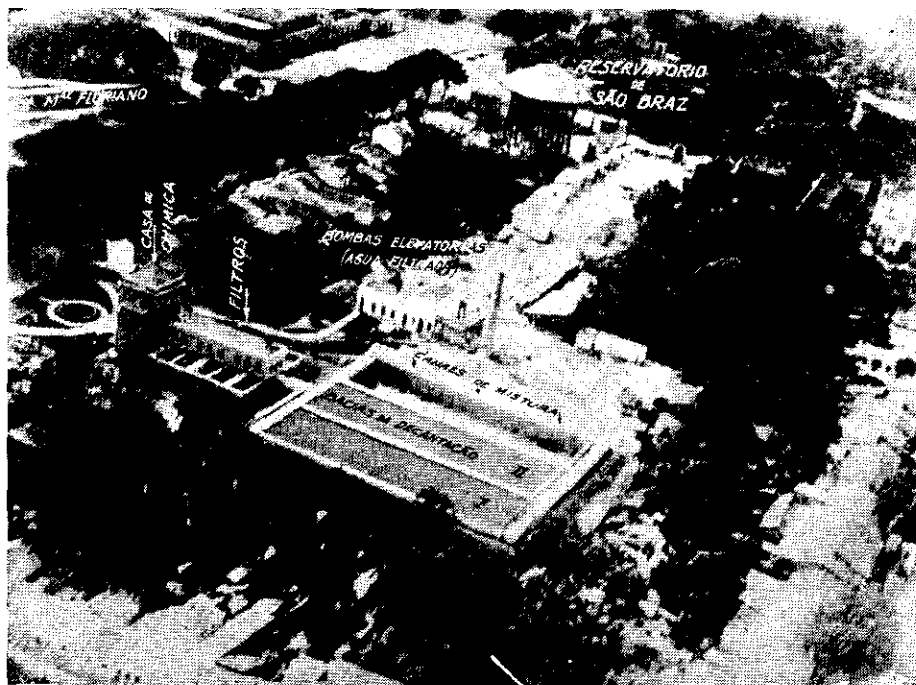
Em continuação, vêm as bacias de decantação, que, no futuro, serão alcançadas pelo corredor de manobras dos filtros, com a construcção de mais duas unidades filtrantes e cuja ligação, actualmente, é feita pela canaleta de agua decantada, sobre a qual ha um passadiço.

Ao longo da bacia de decantação do lado direito, da estação, estão localizadas as camaras de mistura (chicanas verticaes).

A casa de chimica consta de um corpo principal, com trez pavimentos e porão, e dois corpos avançados, lateraes, com 2 pavimentos. O corpo principal mede 11,70 m. de altura, 8,40 m. de comprimento e 8,40 m. de largura; os dois corpos lateraes, medem 8,20 m. de altura, 3,90 m. de frente e 5,20 m. de fundo.

No pavimento terreo da casa de chimica está a entrada principal da estação, com amplo hall, escada para ligação com os outros pavimentos e local reservado para elevador. Os dois corpos lateraes são utilizados para deposito de coagulantes e almoxarifado.

No primeiro pavimento, que é ligado directamente ao corredor de manobras dos filtros, estão installados os apparatus para dosagem de sulfato de aluminio e cal e os destinados á chloração. No mesmo pavimento, nos corpos lateraes, estão localizados, o labolatorio e sala de administração



Vista area da Estação de Tratamento

O segundo pavimento possui uma única sala que é utilizada para as cargas de sulfato de alumínio e cal, sendo o seu piso atravessado pelas partes superiores dos respectivos aparelhos. Sob o pavimento terreo ha um porão por onde passam as canalizações de agua *in-natura*, de agua para lavagem do filtros, e a canaleta de agua filtrada que vae ter ao poço de sucção das bombas que recalcam a agua para o reservatorio elevado de São Braz.

No projecto da casa de chimica houve a preocupação de dispôr as suas diversas partes de modo a proporcionar commodidade e facilidade na condução do tratamento. No primeiro pavimento estão reunidos, o laboratorio, sala de administração, aparelhos de dosagem dos ingredientes chimicos, de modo que o tecnico encarregado da instalação tem ao seu facil alcance todos os dispositivos para o controle e operação da estação, inclusive a parte de filtração, cujo corredor de manobras está ligado a este pavimento.

Apparelhamento de chimica — O sulfato de alumínio e cal são as substancias empregadas na clarificação das aguas. Differente do que se tem feito usualmente em nosso paiz, onde o sulfato é dosado sob forma de solução e cal sob forma de leite de cal ou de agua de cal saturada, em Belém são utilizados aparelhos que dosam essas substancias sob forma de pó.

Para esse fim possui a estação de tratamento, trez aparelhos dosadores, marca Infilco (Dry Feeders), sendo um para cal, um para o sulfato e outro de reserva que entrará em funcionamento em caso de necessidade, tanto para a dosagem de sulfato como para a de cal. No compartimento onde elles estão installados, ficou reservado o espaço para mais um desses aparelhos. Nesse caso dois trabalharão com sulfato e dois com cal.



Apparelhos dosadores de sulfato de alumínio e cal, e chloradores

O sulfato e a cal utilizados nesses aparelhos precisam estar sob a forma secca, pulverulenta, e precisam ser de bôa qualidade.

As cargas são feitas no segundo pavimento, em cujo piso vão ter as extremidades superiores dos aparelhos. Cada um delles pode receber uma carga approximada de 800 Kg. de material.

Os dispositivos de dosagem são de operação manual. Cada aparelho possui quatro dispositivos reguladores, substituiveis, com os quaes podem ser obtidas variações dos limites de dosagens.

Os ingredientes dosados sob forma secca cahem numa pequena caixa de dissolução, de onde são levados para o ponto de applicação.

Para applicação da cal ha um dispositivo suplementar, munido de agitador, que permite dividir a cal em quantidades regulaveis, para

a applicação em dois pontos diferentes, isto é, na agua *in-natura*, para a reacção com o sulfato de aluminio, e na agua filtrada, para a correcção do pH.

A canalisação que adduz a agua in-natura entra na estação pelo porão da casa de chimica, onde é feita a applicação do sulfato e da cal. A mesma canalisação atravessa a casa de chimica e leva a agua até ás camaras de mistura.

O volume dagua que está sendo tratado é indicado por um medidor, indicador, registrador e totalizador de volume, typo MP, Infilco, ligado a um tubo venturi intercalado na canalisação de agua in-natura.

Camaras de mistura — A agua, depois de receber o sulfato e a cal, vae ter ás camaras de mistura. Estas são do typo de chicanas verticaes, com obstaculos de madeira.



Camara de mistura

O tempo de contacto nessas camaras, para o volume actual, é de 13 minutos, e ficará reduzido a 10 minutos, quando o volume for elevado a 48.000 m³/24 horas. A velocidade para o volume maximo será de 0,25 m. por segundo.

Bacias de decantação — Na extremidade das camaras de mistura a agua passa para a canaleta das bacias de decantação. A passagem para estas, é regulada por meio de comportas de ferro fundido, duas para cada bacia.

As bacias de decantação são em numero de trez e, assim como as camaras de mistura, foram previstas para o volume maximo, futuro.

Nessas condições, o tempo de decantação actual é de 6 horas approximadamente e no futuro ficará reduzido a 4 horas e meia.

Na extremidade por onde a agua entra nas bacias, estas são providas de cortinas de concreto armado, que vão até 1,40 m. do fundo.

As dimensões das bacias são as seguintes:

Comprimento	52 metros
Largura	14,50 »
Profundidade	4,30 »

O fundo de cada bacia tem declividade para um canal central, onde está localisada a descarga.

A agua depois de atravessar as bacias de decantação, passa, por extravasão, para uma canaleta collectora da agua decantada, a qual está ligada ao canal que alimenta os filtros.

Filtros — A estação foi projectada com oito filtros rapidos, de gravidade, para o volume maximo de 48.000/24 horas. Foram, porém, construidos apenas seis, devendo a construcção dos outros dois ser executada quando for augmentado o volume distribuido.

Os filtros estão dispostos em duas secções symetricas de trez filtros cada uma, separados pelo corredor de manobras e galeria de canalisações. Cada filtro é dividido em duas meias bacias, separadas por uma canaleta central que recebe a agua decantada para a filtração, e agua suja por occasião das lavagens. Cada um delles mede 7,2 m × 7,20 m, ou sejam 7,20 m × 3,60 para cada meio filtro. A area total de filtração das seis unidades filtrantes é de 311 m², que dá 51,8 m²



Corredor de operação dos filtros

de area para cada unidade. Os filtros foram previstos para trabalharem, normalmente, com a velocidade vertical de filtração de 116 ms. por 24 horas, podendo, porém, trabalhar com uma sobrecarga de 25% e, nessas condições, a estação poderá fornecer o volume necessario, com uma unidade filtrante fóra de serviço.

O systema de drenos inferiores dos filtros é constituído de tubos lateraes de ferro fundido, ligados a "Manifolds" de concreto armado, sob a lage do fundo, e de blocos especiaes de cimento (Wagner Blocks), sobre os quaes se assentam quatro camadas de seixos rolados com a altura total de 14" (35,8cm), isto é, uma camada de 6" de seixos de 1 1/2" a 3/4", uma de 2 1/2" de seixos de 3/4" a 1/2", uma de 2 1/2" de seixos de 1/2" a 1/4" e a ultima de 3" de seixos de 1/4" a 1/8".

Sobre os seixos vem a camada de material filtrante de 27" de espessura, constituída de areia, com tamanho efficiente de 0,45 mm e coefficiente de uniformidade 1,6.

A areia e os seixos foram extrahidos nas proximidades de Belém, no local denominado Mosqueiro, na Bahia de Guajará.

Cada filtro é dotado de oito calhas de chapas de aço, quatro em cada meio filtro, destinadas á distribuição da agua a ser filtrada e á collecta da agua suja, por occasião da lavagem.

Todos os filtros são equipados com valvulas de operação hydraulica, mesas de operação para o commando de sete valvulas, cada uma; aparelhos indicadores e registradores de vasão e de perda de carga; e regulador de vasão. Os indicadores e registradores de vasão e de perda de carga estão collocados sobre as mesas de operação.

A lavagem dos filtros é feita por agua em alta velocidade, fornecida pelo reservatorio elevado de São Braz. A velocidade vertical da agua de lavagem é de 0,60 m. por minuto.

A agua de lavagem é conduzida do reservatorio de São Braz até a installação, por uma canalisação de ferro fundido de 0,65 m. de dia-



Galeria onde estão localizadas as canalisações, valvulas, aparelhos de controle, dos filtros, etc.

metro, que vae até a entrada da galeria de canalisação. Ahi, a agua sôb pressão passa para dois conductos de concreto armado, um para cada secção dos filtros. Deses conductos sahem as tubulações de ferro fundido que os ligam aos "Manifolds" dos filtros.

Na extremidade da canalisação de 0,65 m. de diametro, está installado o regulador de vasão da agua de lavagem, dotado de indicador e registrador que estão montados no corredor de operação.

A agua filtrada é recebida por uma canaleta de concreto, sôb o piso da galeria das canalisações. Essa canaleta prolonga-se fóra da estação de tratamento, até o poço de sucção das bombas que recalcam todo o volume tratado para o reservatorio de São Braz.

Na canaleta de agua filtrada, no porão da casa de chimica, é feita a applicação de cal para a correcção do pH.

Como o pH optimo de flócculação fica entre 5,4 e 5,7, depois da filtração elle é elevado e mantido proximo de 7,5.

Chloração—A estação de tratamento está equipada com dois aparelhos de chloração, para chloro liquido, applicado sôb forma de solução. Esses aparelhos são Wallace & Tiernan, typo de vacuo, de operação manual e estão installados no primeiro pavimento da casa de chimica.

O chloro é applicado na canaleta de agua filtrada, proximo do ponto de applicação da cal para a correcção do pH.

No primeiro mez de funcionamento da estação, a dosagem de chloro necessaria para deixar um residual de 0,1 partes por milhão foi, em media, de 0,25 p. p. m.

A estação de tratamento foi projectada e construida pelo Departamento de Engenharia da Firma Byington & Cia., e foi equipada com material da International Filter de Chicago. A fiscalisação da sua construcção esteve a cargo do eng. André Benedetto, Director da Repartição de Aguas e Esgotos de Belém.