

Perturbação no tratamento das aguas de Santo Amaro

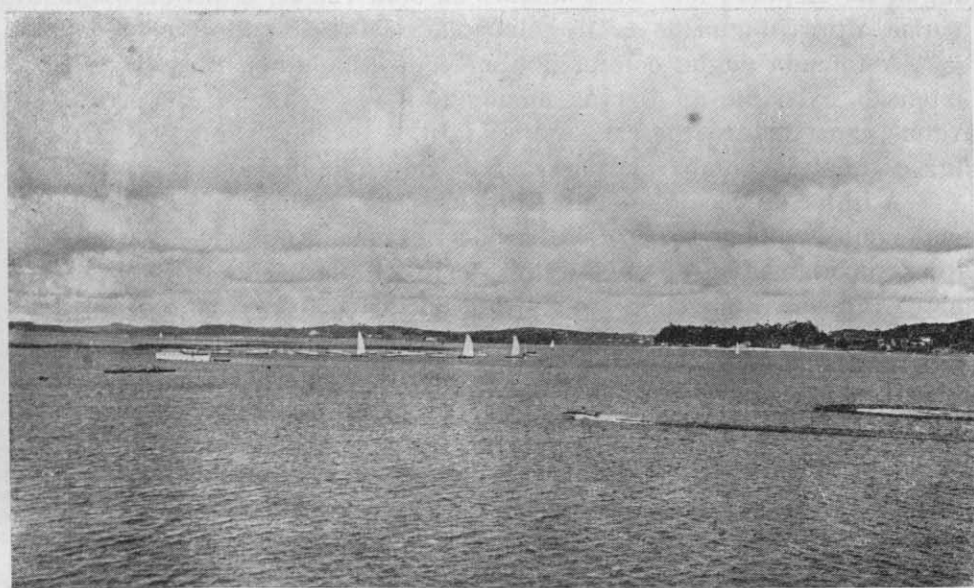
Alvaro Cunha

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

Adducção das aguas de Santo Amaro

As aguas tratadas na installação de tratamento de Santo Amaro são as do Rio Guarapiranga, armazenadas no lago artificial da Light and Power. Formado ha cerca de 30 annos, pelo reprezamento do Rio Guarapiranga, esse lago é destinado á regularisação do Rio Tieté, utilizado pela companhia canadense como fonte de energia hydro-eletrica. Sua capacidade permite armazenar 196.000.000 de metros cubicos de agua.

Em 1927, com a necessidade de ser augmentado o volume dagua distribuido na cidade de São Paulo, cuja população sempre crescente, já vinha defrontado a exiguidade do precioso liquido, e ante a impossibilidade da conclusão das obras para adducção das aguas do rio Claro, em curto prazo, adducção essa que deveria resolver o problema



Repreza de Santo Amaro, de onde é retirado cerca de um terço do volume d'agua utilizado no abastecimento da Capital.

de abastecimento de agua da Capital, resolveu o Governo do Estado, entre outras providencias, executar as obras de adducção da agua da Repreza de Santo Amaro, submettida a tratamento conveniente. No periodo de Março-Abril de 1928, tiveram inicio as referidas obras, para a adducção de 1 m³ de agua por segundo. Em Março de 1929 estavam ellas concluidas e, em Maio, inauguradas.

Devido á differença de nivel entre a Repreza de Santo Amaro, cujo nivel dagua maximo attinge a cóta 736,00 e nivel minimo a cóta 725,00, e os reservatorios que deviam receber a agua, dois recalques foram necessarios: o primeiro para elevar a agua in-natura da Repreza até á installação de tratamento, situada na cóta 767,55, e o segundo para elevar a agua tratada, da installação de bombas de França Pinto, em Villa Clementino, na cóta 754,45, para o reservatorio de Villa Mariana, com nivel dagua na cóta 812,100.

A installação de tratamento está situada no alto da Bôa Vista, nas proximidades da cidade de Santo Amaro. Dali, até á installação de Villa Clementino, a agua vae por gravidade.

A installação de recalque da agua in-natura está situada junto da barragem, na parte de jusante, para o lado da margem esquerda da Repreza, entre o canal que recebe a descarga das comportas e a estrada de rodagem. Funcionam alí três grupos elevatorios, um para recalcar 1 m³ de agua por segundo e os dois outros para meio metro cubico cada um. O grupo maior é accionado por motor electrico de 850 H. P., com velocidade de 900 r. p. m., e os dois menores são accionados por motores de 450 H. P., com velocidade de 1.200 r. p. m. A altura manometrica maxima de recalque das bombas é de 53 metros.

Os eixos dessas bombas centrifugas estão na cóta 725,885, e, assim, ellas se conservarão sempre afogadas, devendo, para isso, o nivel dagua na Repreza não cahir abaixo da cóta 726,20, o que corresponde a uma altura dagua de 4,^m15 acima da soleira do tunel de tomada.

A tomada dagua é feita por meio de um tunel de 100 ms. de extensão, existente na barragem, tendo sido cedida á Repartição de Aguas, uma das três descargas da Light. A canalisação metallica, que liga o tunel ás bombas, possui installação dupla de ralos typos Rateau.

A linha de recalque, entre a casa de bombas e installação de tratamento, compõe-se de dois trechos: o primeiro méde 2,600 metros, approximadamente, e é constituido de tubos de aço de 0,^m95 de diametro interno; o segundo trecho, que méde 3.060 metros, é constituido de tubos de ferro fundido de 1,^m50 de diametro interno.

A installação de tratamento do alto da Bôa Vista tem capacidade para tratar um metro cubico dagua por segundo, e consta de: casa de chimica, com aparelhagem para preparo, dosagem e applicação de solução sulfato de aluminio e de agua de cal saturada; camaras de mistura, para um periodo de contracto de 4 minutos e para uma velocidade da agua de 0,^m22 por segundo; quatro bacias de decantação, medindo cada uma 63,^m70 metros de comprimento, 12,^m50 de largura, 4 metros de profundidade nas extremidades e 5,^m20 na parte central, para um periodo de decatação de cerca 4 horas; casa de filtros, com

COMISSÃO DE SANEAMENTO DA CAPITAL

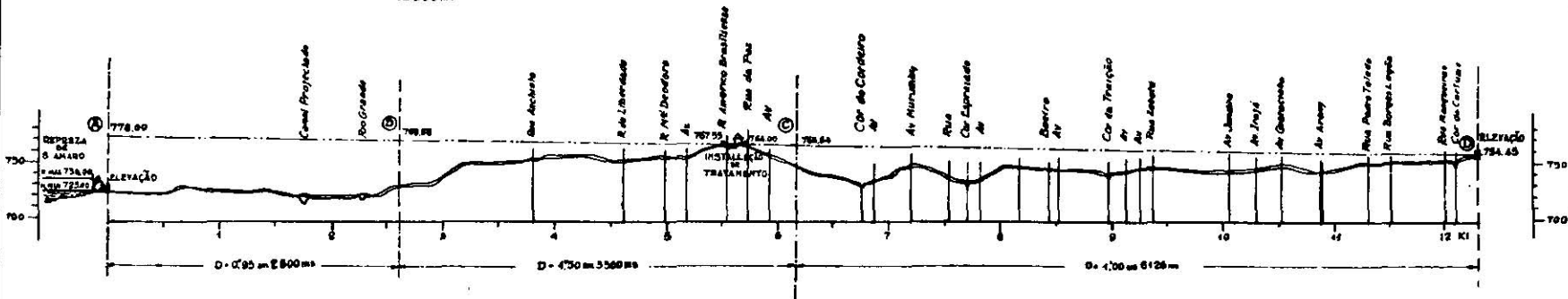
ABASTECIMENTO D'AGUA

ADUÇÃO DE AGUA

DE

SANTO AMARO

A-B - D. 0'95 - 2600 ms
 B-C - D. 1'50 - 3360 ms
 C-D - D. 1'00 - 6126 ms
 12286 ms



“PERFIL LONGITUDINAL”

20 unidades filtrantes, patente Reisert; e installação de chloração, dotada de apparatus Wallace & Tiernan, para applicação do chloro sôb fórma de solução.

A solução de sulfato de aluminio e a agua de cal saturada são adicionadas á agua in-natura no começo das camaras de mistura que são do typo de chicanas horizontaes (around end). Ahi ha a mistura dos agentes chimicos com agua, e o inicio da formação dos flócos de hydrato de aluminio. Das camaras de mistura a agua passa para as bacias de decantação, e destas, por extravasão, para o canal collector de agua decantada, passando deste para dois canaes que a conduzem aos filtros.

Pertubação no tratamento

O tratamento da agua de Santo Amaro decorreu sem anormalidade desde a inauguração de installação. Nos ultimos dias do mês de Outubro e em dias de Novembro de 1934, porém, quando o nivel da agua na Repreza baixou muito, foi perturbado com o apparecimento de um phenomene, novo para nós, e que, durante varios dias, manteve o serviço fóra da sua marcha normal.



Inicio da formação depois de ter sido feita a limpeza da superficie da agua.

do, tomando uma apparencia lamacenta, formando, depois, uma massa mais espessa e de estructura esponjosa. Nos pontos de maior accumulção, a superficie em contracto com o ar tornava-se mais escura. Nenhuma formação era observada nas chicanas, e sómente depois que a agua passava para as bacias de decantação, é que esta começava a apparecer.

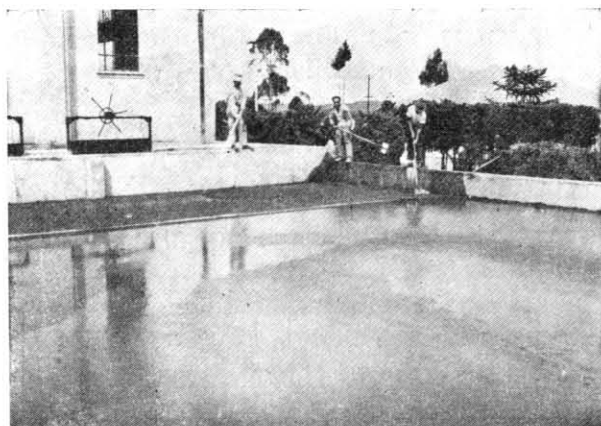
A zona onde a formação se processava estava localisada no primeiro terço da superficie da agua, nas bacias de decantação. Nessa zona os flócos, produzidos pela precipitação do hydrato de aluminio, eram levados para a superficie da agua, parecendo que a superficie estava coberta de poeira. O material que sobrenava ia-se juntando, tornando-se mais espesso, chegando a attingir um a dois centimentos de espessura nalguns pontos. Impellido pelo vento e pelo movimento da agua, esse material era levado para a outra extremidade das bacias

de decantação, passava para o canal collector da água decantada e daí para os filtros. Nessas condições, a quasi totalidade dos flócos formados, que na maior parte devia ficar retido nas bacias de decantação, ficava na superfície da água e ia ter aos filtros, provocando, nestes, um aumento rapido da perda de carga.

As lavagens de filtros, que, em condições normaes, eram feitas com espaços de 24-48 horas, passaram a ser feitas com espaços muito curtos, tendo a perda de carga maxima admissivel chegado a ser attingida depois de 3 a 4 horas de funcionamento. Houve momentos em que o volume de água filtrada precisou ser reduzido, em consequencia de não poderem ser satisfeitas as exigencias das lavagens. Na installação de Santo Amaro não é possivel ser feita a lavagem de dois ou mais filtros simultaneamente, visto a canalisação de água suja não comportar o volume evacuado pela lavagem de mais de um filtro, sem que haja refluxo nas boccas collectoras e innundação da sala de machinas.



Aspecto apresentado pela formação depois de attingida certa porção.



Remoção manual de flocos reunidos na extremidade de uma das bacias de decantação.

As lavagens ameudadas dos filtros consumiam porcentagem elevada da água tratada e, com isso, tornava-se difficil manter o volume da água enviado normalmente para o abastecimento.

Foi tentado, para reduzir os inconvenientes que estavam sendo experimentados, forçar a sedimentação de camada que sobrenadava.

Com esse objectivo, foram mantidos varios empregados, munidos

de expumadeiras de tella, batendo sobre a superfície da água. O material era assim desagregado, mergulhava; uma pequenissima parte decantava, voltando a maior parte, novamente, para a superfície.

Diante do insucesso dessa tentativa, foi resolvido reter todo o material sobrenadante sobre a superficie dos decantadores, reunil-o e retirá-lo por meio de espumadeiras. Para isso foram collocadas nas bacias de decantação, na extremidade opposta áquella onde a formação se realisava, pranchas de madeiras que fluctuavam e retinham todo o material que se mantinha na superficie e que iria para os filtros. Depois de accumulada certa quantidade deste, as pranchas, que tomavam a largura das bacias de decantação, eram arrastadas sobre a superficie da agua o com ellas o material, o qual era concentrado na extremidade das bacias de decantação, proxima das chicanas, para dali ser retirado por meio de espumadeiras.

Varios homens eram mantidos continuamente nesse serviço. O trabalho era exaustivo e pouco rendoso. Grande parte do material ficava na agua; havia dificuldade no transporte da parte retirada e na operação da remoção que só podia ser feita junto das paredes dos decantadores, as quaes são estreitas, dificultando o serviço dos tralhadores.



Uma das bacias de decantação com a superficie da agua coberta pelos flocos sobrenadantes.

A medida posta em pratica, conquanto não restabelecesse a normalidade na agua admittida á filtração, reduziu bastante os inconvenientes creados pela anomalia.

Causa da perturbação

Ao mesmo tempo que eram adoptadas medidas para serem reduzidos os inconvenientes creados por esse phenomeno, procurava-se determinar a sua causa.

Todos os factores que pudessem influir na qualidade da agua foram cuidadosamente observados. Diversas analyses foram executadas, bem como determinações capazes de indicar modificações physicas, chemicas ou biologicas.

Foi constatado, pouco tempo depois que a anomalia se manifestou, que havia desprendimento de gaz da superficie da agua, nas bacias de decantação. Isso era observado no reflexo do sol, na zona onde a formação se processava.

Foram executadas varias determinações de oxygenio dissolvido, na agua in-natura, na entrada para a installação de tratamento. Os resultados obtidos accusaram quantidades desse gaz bem acima das

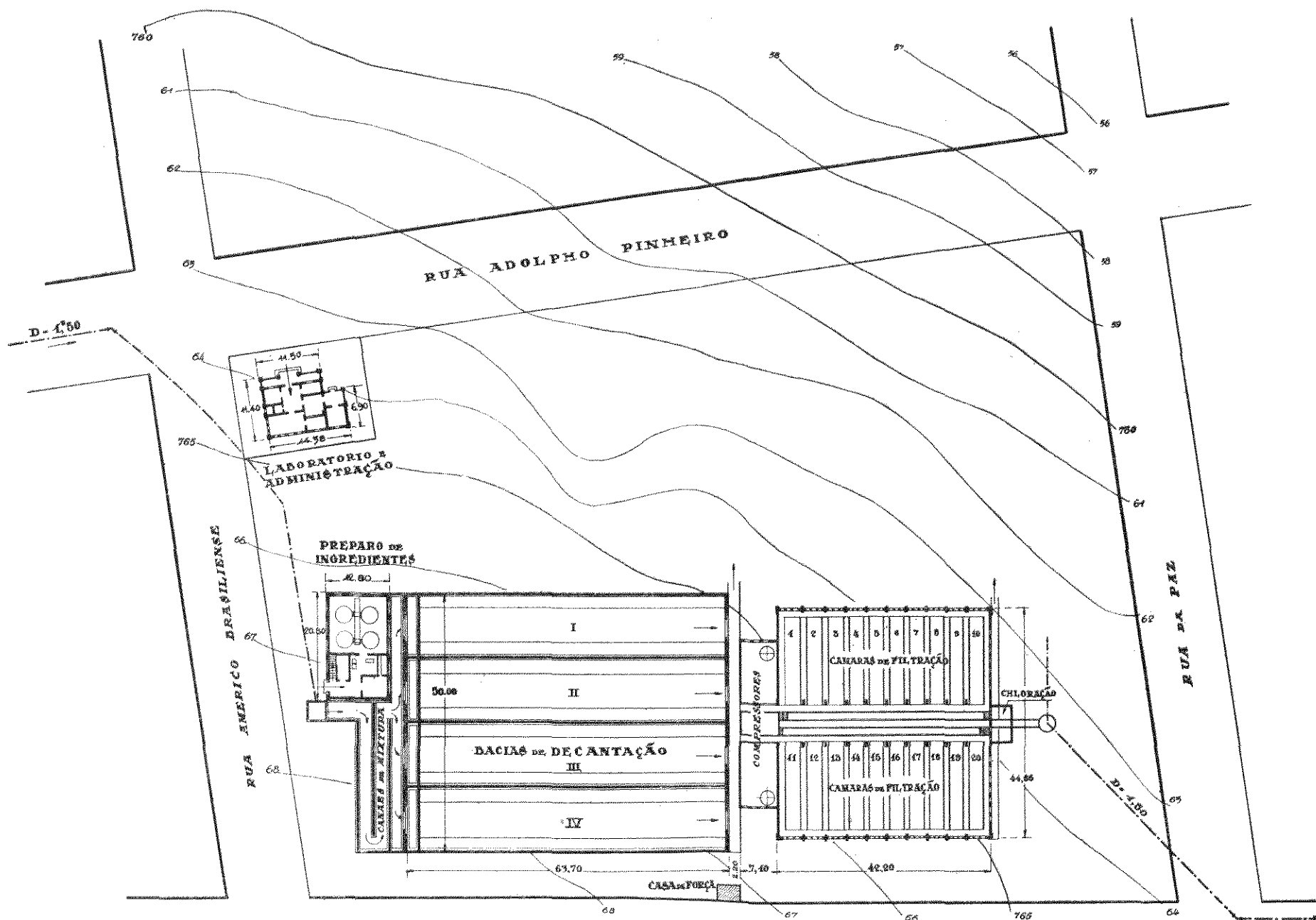
COMISSÃO DE SANEAMENTO DA CAPITAL

ABASTECIMENTO D'ÁGUA

ADUÇÃO DE ÁGUA DE SANTO AMARO

PLANTA GERAL DA INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO

1^{ma} C. POR SEGUNDO



LINHA DE BONDES DE SANTO AMARO

COMISSÃO DE SANEAMENTO
DA CAPITAL
N^o 12
Arch. - A.S.A.
S. Paulo, Ag. 1928

commumente encontradas. A quantidade de oxygenio dissolvido na agua de Santo Amaro, ao entrar nas camaras de misturas, que andou sempre por volta de 7 partes por milhão, apresentava-se, então, proxima de 10 p. p. m.

Innumeras determinações procedidas em amostras colhidas em varios pontos da installação, accusaram sempre resultados elevados. Dentre estes foram destacados os seguintes:

	Oxygenio dissolvido em p. p. m.
Na entrada da intallação (agua in-natura)....	9,9
Nas chicanas (agua coagulada).....	9,9
No começo dos decantadores.....	9,4
No primeiro terço dos decantadores... ..	9,2
No segundo terço.....	9,2
Proximo do vertedouro da agua decantada... .	9,3

Qualquer factor natural, que tivesse determinado esse augmento de oxygenio dissolvido, na agua que chegava á installação de tratamento, teria feito sentir sua acção tambem na agua, na Repreza. Verificada a agua, na Repreza, foram encontradas ali, quantidades de oxygenio normaes, isto é, iguaes ás que eram achadas em épocas anteriores e bem menores que as quantidades encontradas na installação de tratamento, como mostram os resultados seguintes:

	Oxygenio dissolvido em p. p. m.	Oxygenio dissolvido em p. p. m.
Na Repreza.....	7,3	7,3
Na entrada da installação.....	9,9	9,9
Nas chicanas (agua coagulada).....	9,9	9,7
No começo dos decantadores.....	9,6	9,6

Se bem que já proximo da phase final da anomalia, foram feitas varias determinações de gazes totaes dissolvidos na agua, na Repreza e na installação de tratamento. Os resultados dessas determinações foram identicos aos obtidos nas determinações de oxygenio.

Gazes totaes — cc por litro a 0.°C — 760 m/m

Repreza	18,35
Installação de tratamento.....	26,04

As amostras dagua, colhidas nessa época, apresentavam, logo depois da colheita, apreciavel quantidade de bolhas de gaz, adherentes ás paredes dos frascos em que eram conservadas.

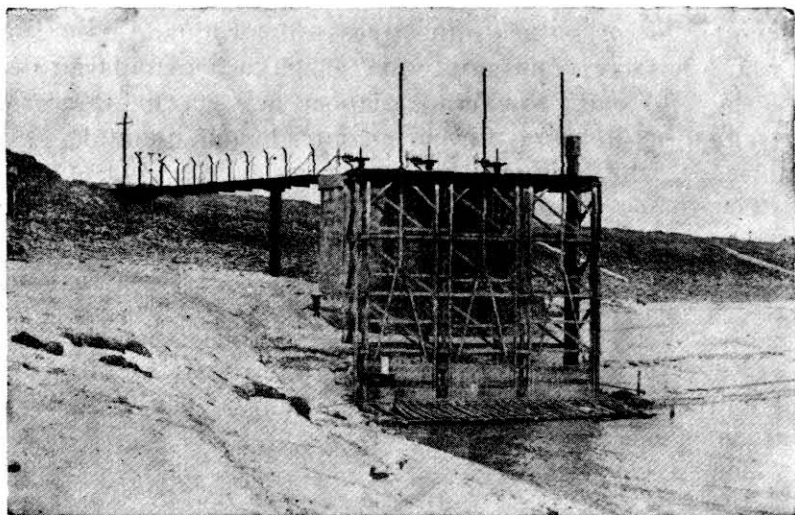
Os flócos contidos em amostras colhidas nas bacias de decantação, observados atravez da luz, mostravam a influencia dos gazes dissolvidos, na anomalia verificada na decantação. Elles tinham presos a si, grande quantidade de pequeninas bolhas de gaz, cujo nume-

ro variava de 5 a 10, nos flócos menores, e de 30 a 40, e mesmo mais, nos flócos maiores. Essas bolhas levavam os flócos para a superficie da agua, impedido, assim, a decantação.

Origem dos gases dissolvidos.

Constatada que a causa da perturbação no tratamento eram gases dissolvidos na agua, em quantidades acima do ponto de saturação, e verificada que a agua da Repreza continha quantidades normaes de gases dissolvidos, — ao passo que na installação de tratamento elles appareciam em estado de supersaturação, — restava saber como elles eram absorvidos.

A absorpção devia dar-se no percurso entre a tomada d'agua na Repreza e a installação de tratamento, provavelmente na installação de bombas.



Vista da tomada d'agua, por occasião do abaixamento do nivel da Repreza.

O nivel d'agua da Repreza, cujo maximo attinge a cóta 736,00, nos meses de Outubro e Novembro, baixou muito, andando nas vizi-nhanças da cóta 728,00, em consequencia da Light manter abertas as descargas. Com a redução havida no volume, era grande a quantidade de areia arrastada pela agua. Essa areia estava prejudicando o funcionamento das bombas, obstruindo a canalisação que conduz agua para o resfriamento da caixa de gachetas, e provocando o desgaste dos eixos. Para evitar aquecimento e desgaste, as gachetas eram mantidas frouxas.

Conquanto fosse considerada difficil a entrada de ar pelas bombas, visto ellas trabalharem afogadas, apesar do abaixamento de nivel, e não ter havido alteração perceptivel do volume recalcao, em consequencia de aspiração de ar, foram observadas, cuidadosamente, as

condições de funcionamento dos dois grupos elevatorios que estavam em serviço. Estes vinham sendo mantidos em trabalho continuo, havia já algum tempo, devido ao grupo maior, de 1 m 3 por segundo, estar com um pequeno defeito em uma de suas peças.

Foi observado que uma chamma, approximada aos eixos das bombas, proximo da caixa de gachetas, era aspirada para o interior dellas. Essa observação foi repetida varias vezes nas duas bombas, sempre com o mesmo resultado.

Na mesma occasião foi encontrada uma junta com vasamento, na canalisação de recalque, a poucos metros da casa de bombas. Nessa junta, em vez de sahir agua, sahia ar com bastante pressão. Procurando um outro ponto, onde esse facto pudesse ser observado, foi encontrado, pouco adiante, no local onde estava installado um manometro e onde havia uma pequena caixa para abrigal-o, desprendimento de bolhas de ar na agua accumulada no fundo da caixa. Esse ar escapava pela rosca da ligação do manometro na canalisação de recalque.

Um facto que tinha causado extranheza, e para o qual foi voltada a attenção, foi o desaparecimento completo da anomalia, quatro dias após o seu apparecimento, isto é, na noite de 3 para 4 de novembro, para reaparecer, novamente, pouco tempo depois. Pelo livro de registro da installação de bombas, foi verificado que a bomba de maior capacidade, cujas gachetas estavam bem ajustadas, e que estava fóra de serviço havia varios dias, teve que entrar em funcionamento devido á necessidade de reparos nas bombas menores. Durante o tempo que a bomba maior funcionou não foi observada a anomalia. Esta reapareceu, assim que as bombas menores foram postas, novamente, em serviço.

Diante da observação acima, foi pedido á Secção competente fosse novamente posta e funcionamento a bomba maior, aproveitando a occasião para substituir as gachetas das bombas menores, já bastante desgastadas pela acção da areia que entrava pelo tubo de resfriamento.

Depois de alguns dias, foi combinado ser posta em funcionamento a bomba maior, porém, durante 5 horas apenas, visto poder advir algum accidente, em virtude de um pequeno defeito que obrigava tel-a fóra de serviço.

No dia combinado, a bomba começou a funcionar ás 9 horas. Nesse dia, logo pela manhã, foi removido todo material que sobrenadava nas bacias de decantação; e toda formação, que ia apparecendo, ia sendo removida, para poder ser apreciado o desaparecimento da anomalia, quando chegasse a agua recalçada pela bomba de maior capacidade, — o que devia dar-se pouco depois das 11 horas. A hora prevista, a formação começou a desaparecer, e, uma hora depois, não havia mais qualquer vestigio de flócos na superficie da agua. O phenomeno tinha desaparecido.

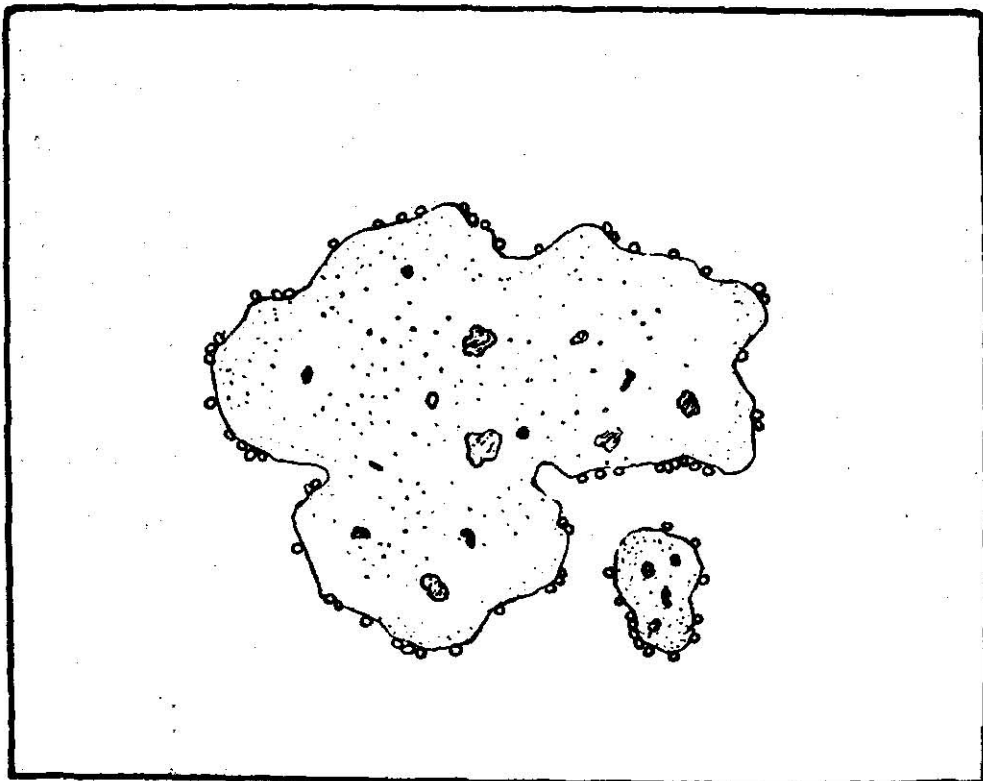
Ás 15 horas foi reiniciado o funcionamento das duas bombas menores, cujas gachetas foram substituidas por outras novas. A anomalia não reapareceu. As gachetas, novas e bem ajustadas, impedi-

ram a continuação da entrada de ar. Por outro lado, o nível da água, na Repreza, estava subindo, em consequência das chuvas e da redução das descargas. Com o aumento de volume a quantidade de areia, arrastada pela água, era bem menor; de sorte que as gachetas não estavam sujeitas a se estragarem, nas mesmas condições verificadas anteriormente.

As determinações de oxigênio dissolvido, nesse dia, foram feitas de meia hora, a partir das 9 horas. Depois de 11 horas, a quantidade desse gás baixou, mantendo-se, daí por diante, por volta de 7 p. p. m., que era a quantidade encontrada em condições normaes, na água que chega á instalação de tratamento.

Ficou, pois, explicada a origem dos gases dissolvidos.

O ar, aspirado pelas bombas, não entravam em solução, nos primeiros momentos, tanto assim que escapava numa das juntas da canalisação de recalque. Logo depois, porém, sôb uma pressão de pouco mais de cinco atmosferas, elle era completamente dissolvido, podendo a água, sôb aquella pressão, dissolver grande quantidade de ar. Na instalação de tratamento, o excesso de ar dissolvido procurava libertar-se, até ser attingido o equilibrio de saturação para a pressão atmospherica naquelle local. Pequenas bolhas de gás eram formadas ao contacto com as superficies solidas, ás quaes ellas adheriam. Como os flocos offereciam enorme superficie, junto delles as bolhas iam formar-



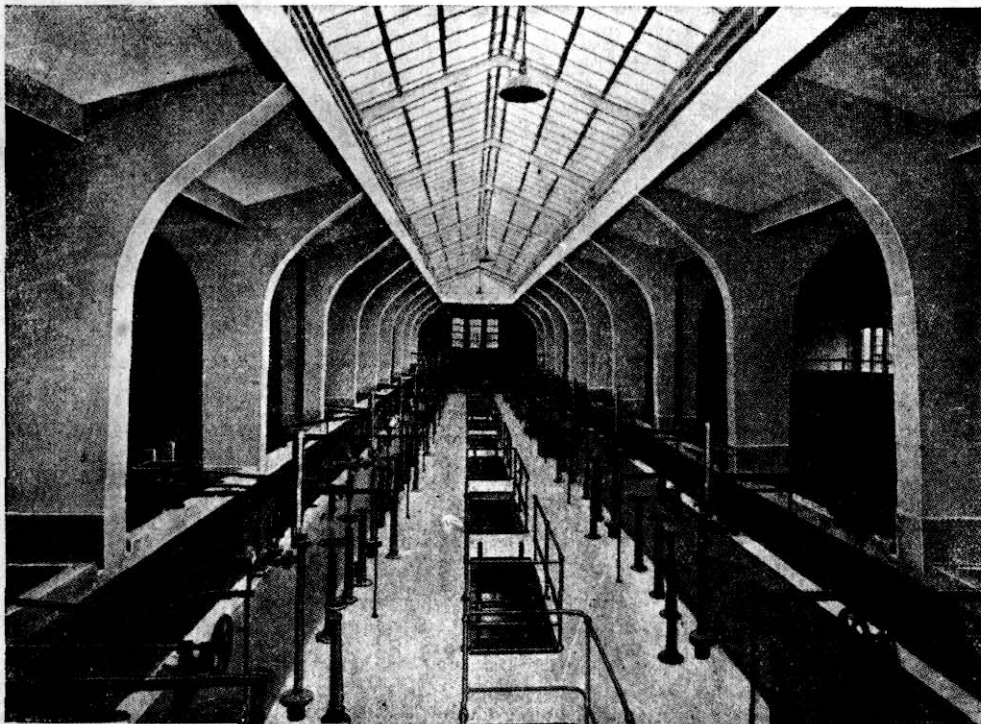
Representação dos flocos com as bolhas de ar.

se, diminuindo-lhes a densidade e levando-os para a superficie da agua. Nas chicanas a formação não era observada, não só devido ao turbilhonamento nellas existentes como tambem devido á formação dos flócos só começar proximo da passagem para as bacias de decantação.

Alguns dias antes de serem substituidas as gachetas das bombas, conquanto a anomalia perdurasse bem apreciavel ainda, sua intensidade vinha diminuindo sensivelmente. Esse facto era attribuido ao augmento de nivel dagua, que se verificava na Repreza, e ao consequente augmento de pressão sobre as bombas, que trabalhavam afogadas; de modo que a aspiração ia sendo melhor satisfeita pela pressão da agua sobre a linha de aspiração.

Perturbação nos filtros

Ar preso no leite filtrante — Os filtros de Santo Amaro são lavados pelo processo de alta velocidade. É empregado ar sôb pressão para comprimir a agua utilizada na lavagem e forçal-a a atravessar

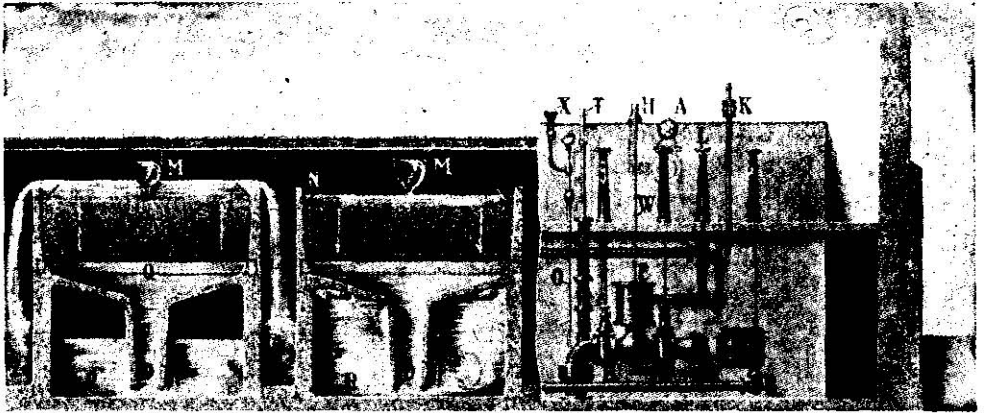


Filtros de Santo Amaro — Corredor de manobras

a camada de areia. Apesar do ar comprimido não entrar em contacto com a camada filtrante, é commum borbulhar ar num ou noutro filtro, por occasião das lavagens.

A causa desse borbulhamento tinha sido investigadas havia tempo, tendo sido encontrada a seguinte explicação: Os filtros de Santo Amaro funcioam com cerca de 2,25 mts. de carga total. A camada

dagua, acima do leito filtrante, é de apenas 25 centímetros, e, nessas condições, no funcionamento dos filtros, predomina a "carga negativa". Ha, portanto, depois que a perda de carga attinge a um valor igual ao da carga positiva, a produção de um vacuo parcial dentro do filtro, o qual cresce á medida que augmenta a perda de carga, e cujo maximo é attingido quando esta alcança o limite em que deve ser feita a lavagem. Como nas paredes de concreto das camaras dos filtros havia defeitos, — que se manifestavam com infiltrações, observadas em diversas camaras, — quando a perda de carga passava de



Secção Transversal dos Filtros Reiser.

certo limite, havia, ainda que em proporções bem reduzidas, entrada de ar através das paredes, ar esse que era expellido por ocasião da lavagem. Conquanto o proprio ar, dissolvido na agua, pudesse se desprender e formar bolhas no interior do leito filtrante, na zona de carga negativa, o borbulhamento, por ocasião das lavagens, era levado a conta dos defeitos nas paredes de concreto, visto se manifestar sómente num ou noutro filtro, e diminuir ou cessar logo que as paredes eram reparadas.

Por ocasião do phenomeno verificado nas bacias de decantação, o borbulhamento de ar tornou-se muito mais accentuado, e se estendeu a todos os filtros. É que a agua admittida á filtração continha ainda ar dissolvido acima do limite de satuação, conforme revelaram as analyses. Quando a agua attingia as zonas de carga negativa, o vacuo parcial, allí existente, baixava a solubilidade do ar e este, que já se encontrava acima do limite de solubilidade, se desprendia, formando bolhas no interior da camada filtrante. Isso era favorecido pelos grãos de areia, cujas saliencias e arestas forneciam pontos para o inicio da formação das bolhas.

Além da grande quantidade de flócos que não eram retidos pela decantação, o ar, retido no interior da areia, reduzia proporcionalmente a efficiencia dos filtros, encurtando o periodo de funcionamento e obrigando a lavagens mais frequentes.