

Saneamento do Lago de Santo Amaro

Haroldo Paranhos

Eng. ajudante da Segunda Secção Technica da R. A. E.

INTRODUÇÃO

Desde que ficou decidida a utilização das aguas represadas do Rio Guarapiranga, em Santo Amaro, para reforço do abastecimento da nossa Capital, impunha-se a defesa sanitaria do poderoso manancial, de modo a não ficarem prejudicadas as installações de tratamento existentes, no dia em que fossem julgadas incapazes de vencer a polluição das aguas aproveitadas. Observações feitas pela Secção de Tratamento desta Repartição, têm constatado o augmento de poluição das aguas do lago, com o crescente numero de fôcos de contaminação, resultantes do povoamento que se vem fazendo em todas as suas margens, hoje divididas em villas e pequenas estancias de repouso.

É de prevêr que, em futuro não remoto, a represa do Guarapiranga, tenha um grande numero de habitações, o que certamente constituirá um serio perigo para a relativa pureza de suas aguas.

Considerando tudo isso, lembrou-se, em bôa hora, a Directoria de providenciar, com louvavel antecedencia, os meios de defeza do nosso mais importante manancial.

Encarregados da missão de estudal-o, passamos a expôr, em linhas geraes, a solução que demos ao problema, para depois analysarmo-lo em cada uma de suas partes integrantes.

Solução do problema em linhas geraes

Margem esquerda

Depois de um cuidadoso exame das condições topographicas das duas margens do lago de Santo Amaro, concluímos que o problema do seu saneamento, exigiria uma solução differente para cada uma dellas.

A margem dita esquerda do lago é aquella que servia de barranca ao Rio Guarapiranga, desde a barragem até a barra do Ribeirão Itupú. Nesta margem, o terreno é alcantilado, precipitando-se quasi verticalmente sobre o lago, no trecho comprehendido entre a barragem e a ponta do Lido. Dahi em diante, apezar da barranca ainda continuar alcantilada, cahindo quasi verticalmente, começam a surgir pequenas praias e enseadas, que foram aproveitadas para construcção de villas

e residencias de repouso e *week-end*. Nestas condições estão a *Praia da Lagôa*, *Enseada dos Hungaros*, o *Yatch Club Paulista* e a *Riviera*. Estes pequenos nucleos povoados, são afastados uns dos outros, sem probabilidade de desenvolvimento futuro nas zonas intermediarias, de pessimas condições topographicas.

Assim, entre a barragem (local da descarga) e a praia da Lagôa, ha uma distancia de cerca de 2 klms; da Praia da Lagôa á Enseada dos Hungaros, cerca de 900 mts; e da Enseada dos Hungaros á Riviera, permeia uma distancia de mais de 5 kilometros, havendo, portanto, entre o ultimo nucleo povoado da Riviera e a descarga da represa, contado pela margem, uma distancia de cerca de 8 kilometros, em terreno de condições as mais desfavoraveis para lançamento de um despejo dynamico.

Em face destas observações, chegámos á conclusão de que a solução dinamica exigiria a construcção de um emissario que, acompanhando a orla mais proxima das aguas maximas, se desenvolveria da Riviera á margem esquerda do Rio Guarapiranga, para lançar-se á jusante da casa de bombas da R. A. E. Este emissario teria um desenvolvimento de cerca de 10 klms. com custosas obras de arte, taes como tunneis, viaductos, siphões etc. Alem disso, a natureza de terreno e as disposições locais são contrarias a uma declividade que permittisse uma secção economica, sendo provavel mesmo a necessidade de um tunnel ligando o valle do Guarapiranga ao lago, nas proximidades da Praia da Lagôa, em vista da disposição do terreno entre este local e a barragem. (Ha um desnivel de 36 ms. cahindo verticalmente sobre o lago.)

Ora, para tres pequenos nucleos de povoação, com menos de 200 casas, não se justificaria obra tão vultuosa, quer em extensão, quer em obras especiaes, accrescendo haver uma limitação no desenvolvimento futuro desta parte do lago, imposta pelas asperesas do terreno.

Dahi, abandonarmos, *in-limine* tal solução, procurando uma outra que, mais economica, mais rapida e capaz de prestar serviços immediatos, dêsse os mesmos resultados que a dos transportes dos despejos para jusante da represa.

Esta solução é a que propômos no decorrer destes estudos, localizando em cada um dos tres nucleos povoados da margem esquerda do lago (Praia da Lagôa, Enseada dos Hungaros e Riviera) uma pequena estação de tratamento dos despejos, com o emprego dos poços de Imhoff-Emscher, com camaras de seccagem dos lodos digeridos, filtração biologica e chloração prévia do effluente dos poços, antes do seu lançamento nas aguas do lago.

Por diversos motivos de ordem technica e economica, se justifica esta solução; sinão, vejamos:

- 1) — Contrucção rapida e economica.
- 2) — Possibilidade de augmentar as unidades ao passo que forem augmentando os nucleos povoados.
- 3) — Aproveitamento das condições naturaes das correntes do lago e da direcção do vento dominante (Sul-Norte), facilitando a eli-

minuição rapida de qualquer germen pathogenico e a recuperação do oxygenio disponivel.

4) — Condições de auto-depuração mais favoraveis na margem esquerda, não só pela direcção do vento dominante, (Sul-Norte), como pela velocidade maior das correntes, que, como se vê do desenho, convergem e se approximam todas da margem esquerda. (Correntes do antigo rio Guarapiranga e Ribeirão Itupú).

5) — Absoluta ausencia de detricos solidos capazes de produzir sedimentação nas margens, obtida pela applicação normal dos poços de Imhoff; garantia de ausencia de germens pathogenicos no effluente, obtida com a sua chloração prévia; desodorisação completa dos liquidos tratados, obtida com a applicação de chloro, poderoso desodorisante.

Margem direita

Para a margem direita do lago, optámos pela solução dinamica, solução esta indicada não só pela natureza do terreno, como tambem pela possibilidade de um grande desenvolvimento das villas alli localizadas. O emissario projectado, foi lançado no eixo de uma avenida, margeando o lago, e que será construida pela Prefeitura, desenvolvendo-se depois pela sua margem direita, desde as proximidades da barra do Ribeirão do Tijuco Preto, até proximo dos terrenos do Sailing Club, de onde tomará a estrada do Parelheiro, margeando a barragem, avenida de Pinedo, Largo do Socorro, rua Alexandre de Gusmão, e margem do Rio Grande, até a barra deste rio com o Guarapiranga.

Os calculos e projecto deste emissario encontram-se mais adiante.

O local do despejo foi escolhido na barra dos dois rios, onde futuramente será construida uma estação de tratamento.

Legislação para defesa das aguas do lago

Toda a legislação sanitaria tem por objectivo defender a saúde publica, na lucta entre os interesses privados e o interesse colectivo.

A jurisprudencia formada em torno do direito de propriedade, é o mais serio embaraço que se apresenta a quem queira emprender uma obra de saneamento. Dahi as inumeras difficuldades de ordem juridica que entram os trabalhos de hygiene publica, impedindo muitas vezes a sua realização. Entre nós, nada existe feito neste sentido, particularmente no sector de protecção aos mananciaes, que mais de perto toca o objectivo deste relatorio.

Em officio S. 319 de 30 de Março de 1931, o Snr. Dr. Arthur Motta, Director desta Repartição, reclamava então do Secretario da Viação, Dr. Alberto de Oliveira Coutinho, medidas energicas de protecção e policia sanitaria para os mananciaes que abastecem a nossa Capital.

É sabido que, nem sempre, as custosas desapropriações das bacias embriferas afferentes aos pontos de captação, satisfazem ás necessidades de defesa do manancial. As infracções de prohibições de

entrada de pessoas e animaes dentro dos perimetros que delimitam as bacias, são constantes, e não ha medidas legais capazes de garantir a acção energica dos zeladores das mattas. Alem disso, para os grandes cursos d'aguas, e lagos de consideravel massa liquida, o recurso das desapropriações das bacias hydraulicas é inexequivel. Torna-se então preciso uma legislação especial capaz de defender o rio ou lago das polluições quer oriundas de despejos sanitarios, quer de despejos de aguas industriaes.

Os casos do nosso Rio Tieté e do Ribeirão Tamanduatêhy, são patentes. Aquelle com uma sobre-carga total de cerca de 4 m.³ de esgotos por segundo, só readquire as suas condições primitivas de solubilidade, depois de 6 dias de defluvio, num percurso de 155 klm. não obstante o poder auto-depurador da represa de Parnahyba e das corredeiras no trecho de Pirapora e Itú.

Para o caso particular do lago Sto. Amaro, onde esta Repartição mantem uma estação de tratamento das aguas alli captadas, não se julgue ser isso o sufficiente para se ter uma garantia da pureza da agua distribuida, tanto chimica como biologicamente.

Em Hamburgo, Chicago, e Cleveland, abastecidos pelas aguas do Rio Elba, lago Michigan e Eric, os effluentes dos esgotos soffrem um tratamento biochimico e uma desinfecção prévia, porque o elevado gráu de polluição das aguas daquelles lagos já as tornaram praticamente intrataveis. Por conseguinte, urge promulgar uma lei capaz de proteger as aguas do lago de Santo Amaro, e futuramente, as que forem adduzidas do Rio Claro.

O *Codigo das Aguas*, recentemente promulgado, em seu artigo 109, declara: — “A ninguem é licito conspurcar ou contaminar as aguas que não consome, com prejuizo de terceiro”.

A Prefeitura de Santo Amaro, por Acto n.º 7 de 10 de Agosto de 1932 e Acto n.º 14 de 2 de Janeiro de 1934, respectivamente, prohibe a criação industrial de gado suino dentro de um perimetro de 3 klms. a partir de quaesquer das margens, e institue a obrigatoriedade do uso de fóssas scepticas nos terrenos marginaes do lago.

Embora já sejam estes os primeiros passos para a defesa sanitaria do lago, julgamol-os precarios e insufficientes. Para comprovar isto basta observar que o teôr da materia organica nas aguas do lago, variou, na media de 1,612 a 2,123 a os nitratos de 0,054 a 0,095 no periodo de 1930 a 1934.

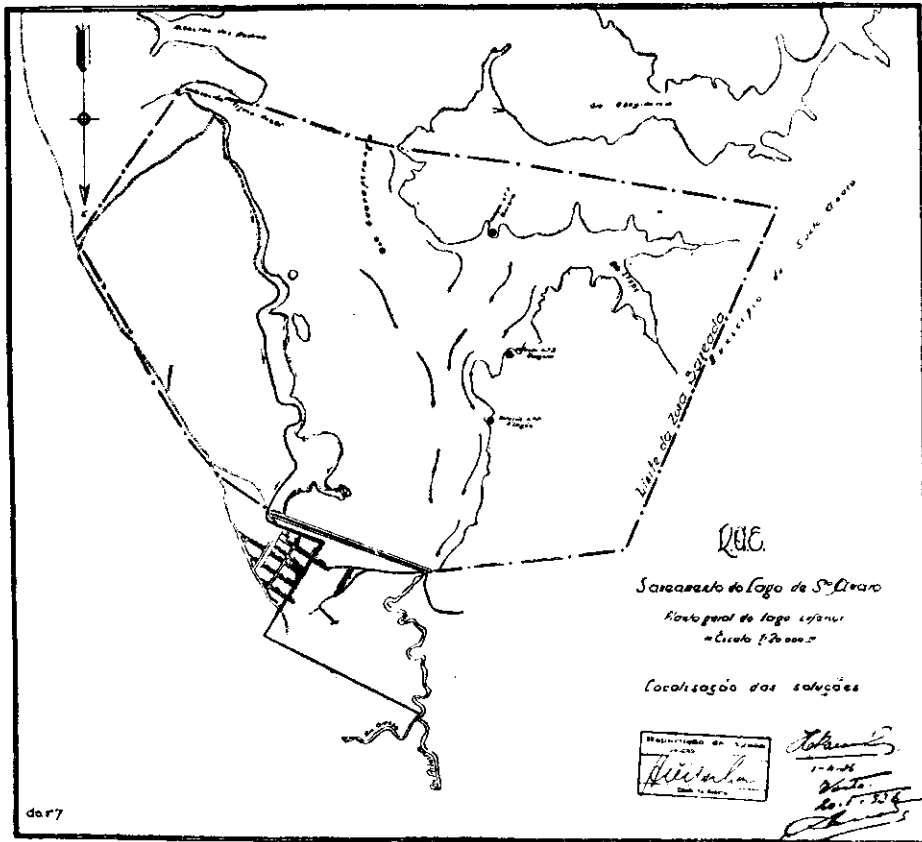
Outro ponto, que não podemos deixar sem referencia, é o relativo aos despejos dos residuos industriaes nos collectores sanitarios.

Desde que estamos projectando um trabalho de saneamento em torno do lago, quer para a solução estatica, cujos despejos tratados serão lançados em suas aguas, quer para a solução dinamica, cujo effluente será lançado no futuro canal do Rio Pinheiros (a ser construido pela Light and Power), impõe-se uma legislação capaz de evitar que, no futuro, estabelecimentos industriaes se localisem nas proximidades do lago, polluindo com seus residuos os effluentes dos esgotos, e difficultando o tratamento final dos mesmos.

Na Inglaterra, na França, na Allemanha e nos Estados Unidos, os poderes publicos têm se preocupado seriamente com este problema, sendo interdito o lançamento dos residuos industriaes nas rêdes de esgotos, sem que os mesmos sofram um processo de depuração prévia, de modo a não impedir ou dificultar o tratamento das grandes massas de despejos.

Assim dever-se-ha expressamente prohibir a descarga na rêde publica de esgotos, ou directamente nos cursos d'aguas e lagos situados dentro do municipio da Capital, dos despejos que, contendo residuos industriaes, possam causar :

- a) danos aos materiaes usados na construcção das rêdes;
- b) precipitação no interior dos conductos;
- c) perigos á salubridade publica;
- d) difficuldade ao tratamento final dos despejos;
- e) influencias nocivas á fauna e á flora fluviaes ou lacustres.



O eng. Jesus Netto, desta Secção, já apresentou sobre este assumpto um trabalho interessante e digno de aproveitamento.

Em nosso projecto de saneamento do lago de Santo Amaro, delimitámos a zona saneada por uma linha que corre no sentido Este-

Oeste, e, que partindo da barra do Ribeirão Tijuco Preto, vai apanhar o vertice da península formada pela Riviera, fechando assim o perimetro do lago, na parte mais estreita do primitivo curso do Rio Guarapiranga. Esta linha, se prolongará pela actual estrada da Riviera a Santo Amaro, seguindo pela corôa da barragem, para estender-se pelo divisor do Guarapiranga e do Rio Grande, e descer pelo valle do Ribeirão Tijuca Preto, até sua barra. A finalidade deste perimetro, é encerrar dentro d'elle, uma area que ficará sendo considerada como *zona saneada para defesa do lago de Santo Amaro* e dentro da qual, as construcções civis, habitações, industriaes, chacaras, etc, deverão obedecer ás leis municipaes referentes ao perimetro urbano e sub-urbano da Capital e Santo Amaro, ás leis que se promulgarem relativamente á policia sanitaria dos mananciaes, ao tratamento das aguas industriaes, ás installações domiciliares e ligações de esgotos estabelecidos pelo decreto n.º 5.799 de 22 de Dezembro de 1932 e aos demais actos administrativos que tratam da defesa da saúde publica nas zonas urbanas e sub-urbanas da Capital.

Sômos de parecer que, sem a providencia de delimitação desta zona saneada, com sancções a quem infringir os dispositivos que garantam a sua existencia, é perdido todo o trabalho que se fizer no sentido de, materialmente, se sanear o lago.

São demasiadamente conhecidas as tendencias do nosso povo para infringir os regulamentos, e só pesadas sancções serão capazes de cohibir os abusos e as complacencias.

Resumindo, chegamos á conclusão de ser necessario criar uma legislação especial capaz de auxiliar a solução material da defesa sanitaria das aguas do lago de Sto. Amaro, quer pelo estabelecimento da *zona saneada*, delimitada pelo perimetro que indicámos, quer por leis que obriguem a depuração dos residuos industriaes, quer pela incorporação da zona saneada do lago ao perimetro urbano e sub-urbano de Sto. Amaro, e, finalmente, pela creação de sancções especiaes aos infractores, capazes de servirem de medidas coercitivas aos abusos que porventura se tente praticar.

Solução estatica

Margem esquerda

Consoante já vimos ao traçar as linhas geraes para a solução do problema de saneamento do lago de Santo Amaro, applicámos á margem esquerda o tratamento estatico dos effluentes colhidos nos tres nucleos povoados desta margem, installando tres estações de tratamento biochimico, por meio de poços Imhoff, com filtração biologica e desinfecção do effluente, por meio do chloro, respectivamente nas localidades denominadas *Praia da Lagôa*, *Enseada dos Hungaros* e *Riviera*. Outras estações poderão ser installadas nas mesmas condições, se outros nucleos surgirem, como, possivelmente o que se pretende levantar proximo ao Yatch Club (Itupú).

Depuração dos despejos de esgotos, sua filtração e desinfecção

A finalidade da depuração dos effluentes de esgotos é não alterar sensivelmente o estado da agua onde elles se despejam.

“O gráo maximo de depuração, escreve Rollant, que póde ir até á desinfecção do effluente, deverá ser obtido quando o despejo se faz num rio cujas aguas serão utilizadas á jusante para uma distribuição, ou nas praias balneareas e nos parques de regatas”.

É precisamente o caso da represa do Guarapiranga, onde se impõe a necessidade de lançar nas aguas do lago um liquido absolutamente inocuo, sem o prejuizo da sedimentação nas praias, com todo o cortejo resultante do phenomeno da putrefacção.

Para se attingir este objectivo, torna-se preciso que a agua que recebe o despejo, depois de tel-o recebido, contenha sempre uma proporção importante de oxygenio dissolvido, que não deve ser nunca inferior a 50 % de saturação. Analyses feitas pela nossa Secção de Tratamento, têm demonstrado que, no momento, as aguas do lago de Santo Amaro ainda se acham em estado de saturação, capazes portanto de fazer ainda a auto-depuração dos despejos. Isto porem não evitará a sedimentação dos detriectos solidos nas margens, onde sofrerão o processo de putrefacção, com graves riscos para as povoações ribeirinhas.

Entretanto, o crescimento dos nucleos povoados vem ameaçando as condições de solubilidade das aguas represadas, diminuindo o teôr de oxygenio disponivel, com risco de, num futuro proximo, tornal-as impróprias para um tratamento chimico, sem o prejuizo de saturação pelo chloro empregado na sua esterilisação.

Conclúe-se que, para lançarmos os despejos colhidos nos diversos nucleos povoados da margem esquerda, sem polluir as aguas do lago, evitando tambem a sedimentação da materia solida nas suas praias, deveremos submeter estes despejos a um processo de decantação lenta, tratar as lamas dacantadas por um processo biochimico capaz de estabilisal-as, fazendo depois a filtração biologica e a desinfecção do effluente dos poços, por um processo chimico capaz de estabilisal-o. É o que nos propusemos a fazer no presente estudo, applicando os poços de Imhoff para a primeira phase do tratamento, a filtração biologica para a segunda, e a desinfecção pelo chloro para a ultima.

Poços de Imhoff ou Emscher

Primeira phase do tratamento

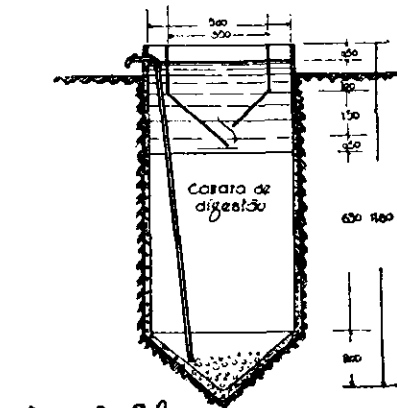
Dois casos geralmente se apresentam toda a vez que se faz a descarga dos esgotos *in-natura*, num curso d'agua:

1.º) — O volume dos despejos é muito grande em relação ás aguas que os recebem, e, então, a acção bacteriana se processará de fórma que, na sua avides pelo oxygenio, cedo esgotará as reservas disponiveis contidas nas aguas, criando um estado anaerobico derivando para a putrefacção.

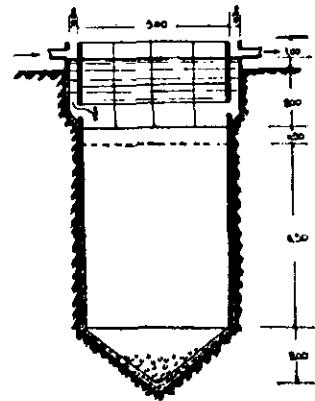
R.A.E.

da. 11

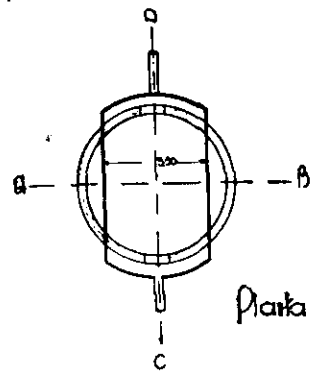
‘Pozo Imhoff’
-Estações 1ª e 2ª-



-Secção A-B-

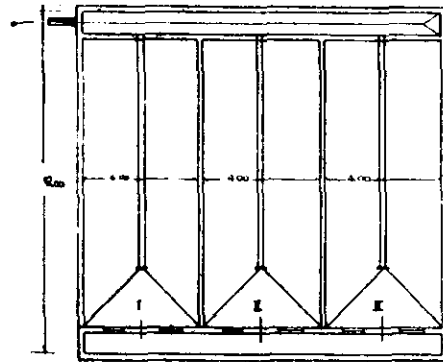


-Secção C-D-



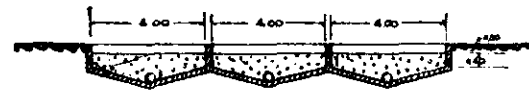
Planta

‘Câmaras de Secagem’
-Estações 1ª e 2ª-



Planta

-Escala 1:100-



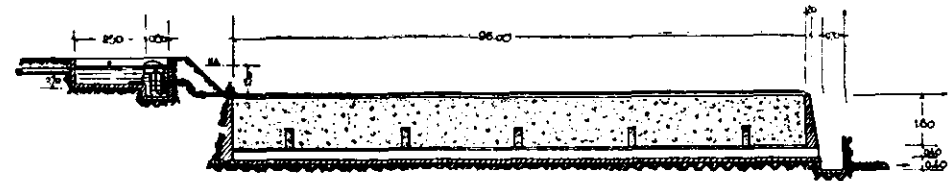
-Secção transversal-

Nota - Para a Estação 1ª (Riviera) se adoptará o mesmo dispositivo para a câmara de secagem dando por 20m de comprimento os sejar 3 câmaras de 400 x 2000

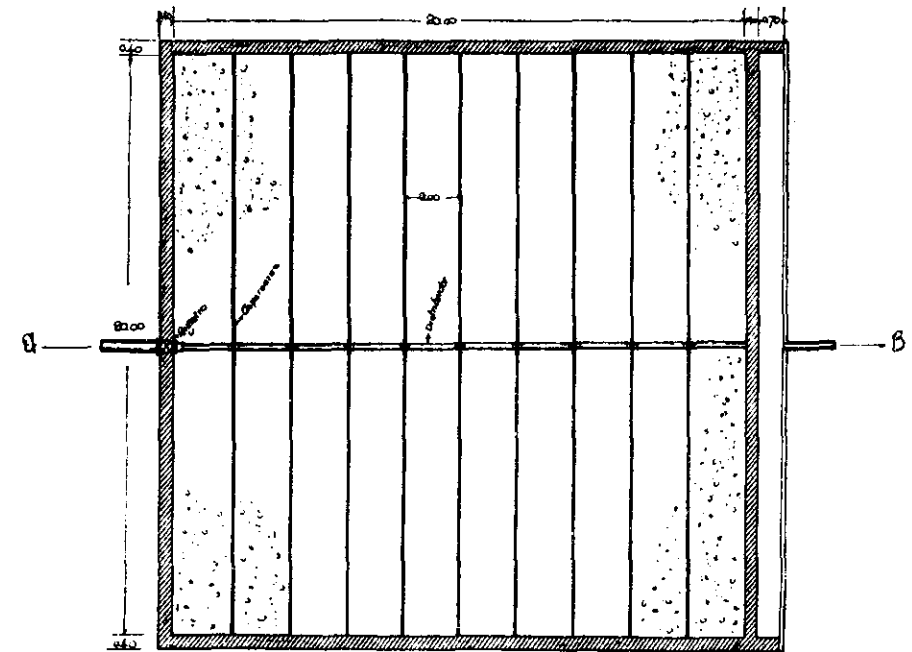


Alencar
1-4-36.
Vieira
20.5.36
Aguiar

‘Filtro Biológico’
-Estações 1ª e 2ª-



-Secção A-B-



-Planta-

2.º) — O volume dos despejos não esgotará as reservas de oxygenio das aguas que os recebem, predominando um estado aerobico, com oxydação da materia organica e todo o processo normal de auto-depuração.

No primeiro caso, impõe-se evidentemente um tratamento dos despejos tal que torne a sua avidéz em oxygenio, compativel com o oxygenio disponivel nas aguas diluidoras.

O processo inicial no tratamento é a decantação lenta, obtida pelo repouso relativo dos despejos, com precipitação das materias em suspensão.

Quando a depuração se processa pela redução biochimica dos corpos decantados, dá-se-lhe o nome de *digestão* dos lodos. Neste caso a desintegração da materia solida decantada vae até uma completa estabilisação da materia organica, por *humificação*. Os lodos digeridos são productos estaveis, de côr escura, dando reacção alcalina, de facil seccagem, apesar de conterem 80% de agua. Seu cheiro lembra a bor-racha queimada e têm propriedades fertilisantes.

Os gazes provenientes da digestão do lodo contêm 80% de metana, 10% de hydrogenio e 7% de anhydrido carbonico e 3% de azoto. Podem ser utilizados para illuminação e fins industriaes. Na estação Experimental da Ponte Pequena, ha um aproveitamento de gazes para accionar um motor Otto, installado pelo eng.º Jesus Netto.

A digestão dos lodos pode ser obtida nos poços de Imhoff, nas camaras Newstadt, nas camaras de redução Travis, e outras.

Na organização do nosso projecto adoptámos o poço Imhoff, ti-do como um dos mais simples aparelhos deste genero. Baseado nos principios de Travis, cujos poços visitou na Inglaterra, o Dr. Karl Imhoff, idealizou o poço que tem o seu nome, applicando-o pela primeira vez em 1907, em Recklinghausen, na Allemanha. O emprego destes aparelhos diffundiou-se rapidamente por todo o valle do rio Emscher, considerado a zona mais industrial da Westfalia rhenana.

Os poços de Imhoff são de fórmula cylindrica, com fundo cônico, construidos geralmente de concreto armado. Seu diametro varia de 4 a 10 mts. Podem funcionar isoladamente ou em duas ou tres unidades. Contêm estes poços, na parte superior, uma ou duas camaras de sedimentação, formada por uma canaletta horisontal, pela qual passa o liquido decantavel, que nelle permanece pelo espaço de 1 a 2 horas.

A camara de digestão dos lodos é formada de uma parte cylindrica e outra cônica com as dimensões calculadas no projecto para cada um dos casos que tratámos.

O tempo de digestão technica em nosso projecto foi tomado para 60 dias de permanencia na camara de digestão, partindo de um teôr médio de 0,9 a 1,0 litro de lodos frescos *per-capita* e por dia.

Este tempo de permanencia dos lodos nas camaras de digestão e a sua qualidade é que nos serviram de base para o calculo da capacidade das mesmas. O teôr da materia organica do lodo é tambem um factor importante no calculo da capacidade das camaras.

Adoptámos o valor aconselhado por Imhoff de 1 litro para cada gramma de substancia organica secca do lodo diario.

As descargas do lodo digerido são feitas por meio de tubos de 4" a 6" de diametro, com os dispositivos indicados no projecto. Este lodo que traz um teor de hydratação variando de 80 a 45%, é transportado para as camaras de seccagem, onde permanece pelo espaço de 3 a 6 dias, perdendo 60% de liquido em volume.

Com a operação de seccagem o volume de lodo digerido, sem compressão, ficará reduzido de 0,6 a 0,7 litros por m. c. de despejo.

Filtração Biologica

2.ª Phase do tratamento.

Esta phase do tratamento do effluente destina-se á redução dos corpos instaveis, não decantados no poço Imhoff, por oxydação biologica.

A materia organica remanescente soffre uma redução por meio de micro-organismos oxydantes, que agem sobre os componentes instaveis dos despejos, transformando-os em corpos mineraes ou corpos organicos estaveis.

Para effectuar esta operação, escolhemos o filtro biologico, apparelho aconselhado para as pequenas installações e de custo reduzido e facil manejo. Neste apparelho projectado a filtração opera-se em *filtros* ou *leitos bacterianos*, constituídos de materiaes filtrantes. Escolhemos para este fim a pedra britada, disposta em camadas decrescentes, de tamanhos 4, 3, 2 e 1.

Em nosso projecto adoptámos a fórma rectangular, com aeração obtida por meio de manilhas de barro perfuradas. Esta aeração é indispensavel para que o filtro seja amplamente supprido de oxygenio reductor.

A collecta do liquido filtrado é feita por meio de canaletas, que conduzem-no ao apparelho de desinfecção final.

A alimentação dos leitos bacterianos pelo effluente, é intermitente, regulada por um tanque fluxivel, collocado á cabeceira do apparelho filtrante.

A capacidade dos leitos percoladores é de 1,50 m. c. de despejo por metro quadrado e por dia. No projecto de nossos filtros adoptámos a relação 1 m. c. de despejo para 1,50 m. c. de massa filtrante, de accôrdo com as experiencias norte-americanas.

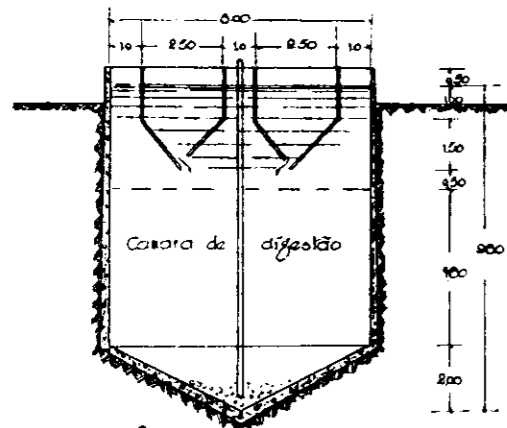
Os "sprinklers" de irradiação dos leitos, são de tubos de ferro galvanisado, perfurados lateralmente, girando em torno de um eixo central, como nos torniquetes hydraulicos.

Os effluentes tratados nos leitos bacterianos pelo apparelho descrito soffrerão uma redução de 60 a 66% no oxygenio consumido e de 80 a 90% no oxygenio biochimico, com estabilidade relativa acima de 60, consoante experiencias feitas em apparelho semelhante installado na Estação Experimental da Ponte Pequena, pelo eng.º Jesus Netto.

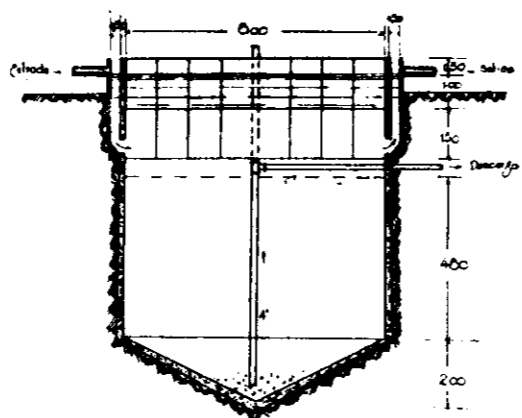
Q.E.

ds 12

Poço Imhoff Estação nº 3

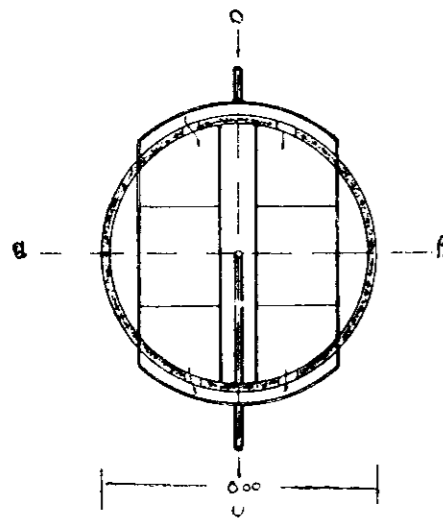


Secção - A.B.



Secção - C.D.

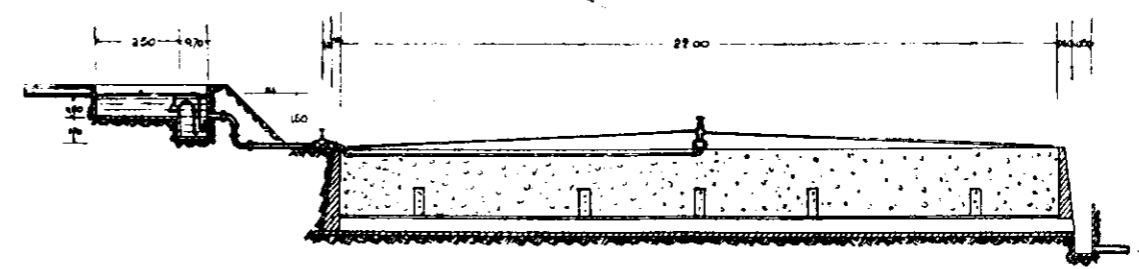
- Escala - 1:100 -



- Planta -

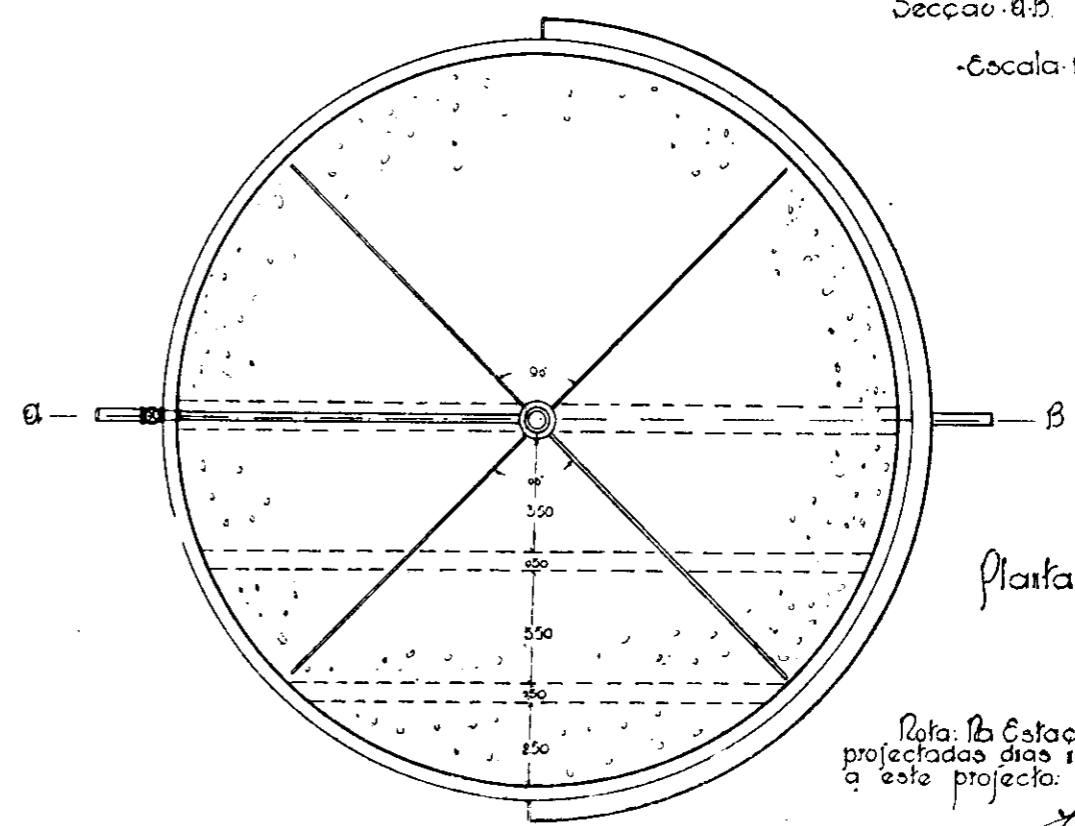
Saneamento do Lago. - Santa Amaro -

Filtro Biológico Estação nº 3



Secção - A.B.

- Escala - 1:100 -



Planta

Nota: As Estações nº 3 serão projectadas dias 11 e 12 de Maio a este projecto.

Alcarrão

República de Angola
 Direcção de Escolas
 VISTO
Alcarrão
 20.5.1966

1-N-36
 Visto
 20.5.1966
Alcarrão

Desinfecção do effluente dos poços

3.ª Phase do tratamento.

Conforme já vimos, a depuração dos effluentes de esgotos, tem por fim evitar a contaminação organica dos rios e lagos onde se despejam.

Este resultado nem sempre é obtido de maneira completa, apenas com o tratamento biochimico que indicámos. Não obstante o poder depurador dos poços Imhoff e o poder reductor dos filtros biologicos, com os quaes se consegue até 90% de redução nas bacterias contidas nos liquidos tratados, numerosos germens ainda são arrastados, especialmente aquelles de natureza pathogenica, cuja presença nas aguas constituem um serio perigo á saude e á vida humana.

Impõe-se então o emprego de um processo capaz de destruir os germens de natureza infecciosa, e mesmo os banaes, de modo a se conseguir um liquido inocuo e incapaz de contaminar as aguas onde se despejam.

Diversos processos têm sido usados na desinfecção dos despejos de esgotos, com emprego do acido sulfurico, da ozona, do sulfato de cobre, da chlorina, do chloro gazoso e do hypochlorito de cal. Os tres ultimos ingredientes chimicos são os unicos adoptados modernamente e com resultados mais seguros.

Numerosas experiencias feitas em cidades allemães e americanas por Kellesmen, Pratt, Phelps, Clack e Gages, têm mostrado que as dosagens de chloro variam de 2 a 12 grammas por m. c. de despejo tratado, podendo reduzir o numero de bacterias de 2 milhões para 300, e o colli-bacillo, de 100.000 para 10, depois de 2 horas de acção.

No Instituto Pasteur de Lille, com 2 grammas de chloro por m. c. de liquido tratado, foi obtida, a completa eliminação do colli-bacillo. Com a mesma dosagem, Phellps conseguiu a completa esterilisação de effluentes contendo bacillos typhicos (Eberth).

Alem de bactericida, o chloro é ainda um energico agente oxydante e poderoso desodorisante.

Segundo Füller, a acção desinfectante do chloro não é resultante de uma oxydação provocada pelo oxygenio nascente, mas sim uma combinação daquelle elemento com as proteínas das cellulas bacterianas.

Para o nosso caso o agente desinfectante aconselhado seria o hypochlorito de cal (bleaching-powder), que contem 37 % de chloro.

O hypochlorito é dissolvido numa camara adequada e misturado ao despejo num pequeno tanque, onde permanece por algum tempo. Podem-se tambem empregar aparelhos para soluções dosadas de hypochlorito, com dispositivos appropriados para regular o fluxo das misturas.

O eng. Jesus Netto fixa em 18 a 30 p. p. m. de chloro livre disponivel, com periodos de contacto de $\frac{1}{2}$ a 1 hora, para esterilisação de despejos filtrados, e 0,0125 grammas por litro de despejo, de uma solução aquosa de 1% de hypochlorito commercial.

Recapitulando, vemos que em nossa solução estatica para os despejos da margem esquerda do lago, completamos o cyclo de tratamento, dividindo a operação em tres phases distinctas, que nos permitirão :

- 1) Decantar 60 % da materia obtida em suspensão no despejo, com a applicação dos poços de Imhoff ;
- 2) Obter a redução dos micro-organismos do grupo colli ;
- 3) Reduzir a avides de oxygenio do effluente tratado, de forma a manter nas visinhanças do lançamento, pelo menos, um teôr medio de oxygenio disponivel á 50 % de saturação, á nossa temperatura media ;
- 4) Esterilisar o liquido tratado de fórma a eliminar os germens infecciosos e seus esporos, tornando-o absolutamente inocuo e inoffensivo á vida e á saúde das plantas e dos animaes.

Calculo dos poços de Imhoff

Estação de tratamento n. 1 — Praia da Lagôa

Poço de Imhoff, com filtração biologica e desinfecção do effluente pelo chloro.

Numero de casas 100, ou 800 pessôas; tomámos porém o triplo para o calculo do poço, como coefficiente de segurança, devido á affluencia de pessoas durante os *week-end*.

O typo dos despejos é separador absoluto, com abastecimento de agua normal. O volume de esgoto *per capita* e por dia, foi fixado em 200 litros, em vasão média.

A installação foi calculada para uma unidade.

A capacidade da camara de decantação, fixando-se em 1,50 o periodo médio de detenção, será

$$\frac{2400 \times 200}{24} \times 1,50 = 30.00 \text{ m. c.}$$

Adoptando-se um diametro interno de 5m para o poço, a área util da secção transversal da camara será

$$\frac{30.00}{5.00} = 6,00 \text{ m}^2$$

Para obtermos esta área daremos á camara de decantação as seguintes dimensões :

3.50 × 1.00 na parte rectangular

3.50 × 1.50 na parte triangular

ou sejam 6,12 m², um pouco superior á area preestabelecida.

A inclinação das paredes não deve ser inferior a 1,00 a 1,20.

Entre o nivel d'agua e o rebordo livre da camara ficará uma folga de 0,50, destinada a reter os lodos fluctuantes.

A camara de digestão inferior, deverá ter uma capacidade util de retenção de, pelo menos, 60 dias de lodos, correspondente ao grão de digestão technica.

O volume dos despejos a tratar no periodo de 60 dias, será:

$$60 \times 480 = 28.800 \text{ m}^3.$$

Tomando-se a taxa média de 5 c.c. de lodos decantaveis por litro, observada em nossos esgotos pelo eng.º Jesus Netto, teremos para volume de lodo, em 60 dias:

$$28.800 \times 5 \text{ c.c.} = 144,00 \text{ m}^3.$$

Donde, tomando-se uma taxa de decantação de 95%, conforme a curva typo de sedimentações, teremos por volume liquido de lodos:

$$\frac{144 \times 95}{100} = 136,80 \text{ m}^3.$$

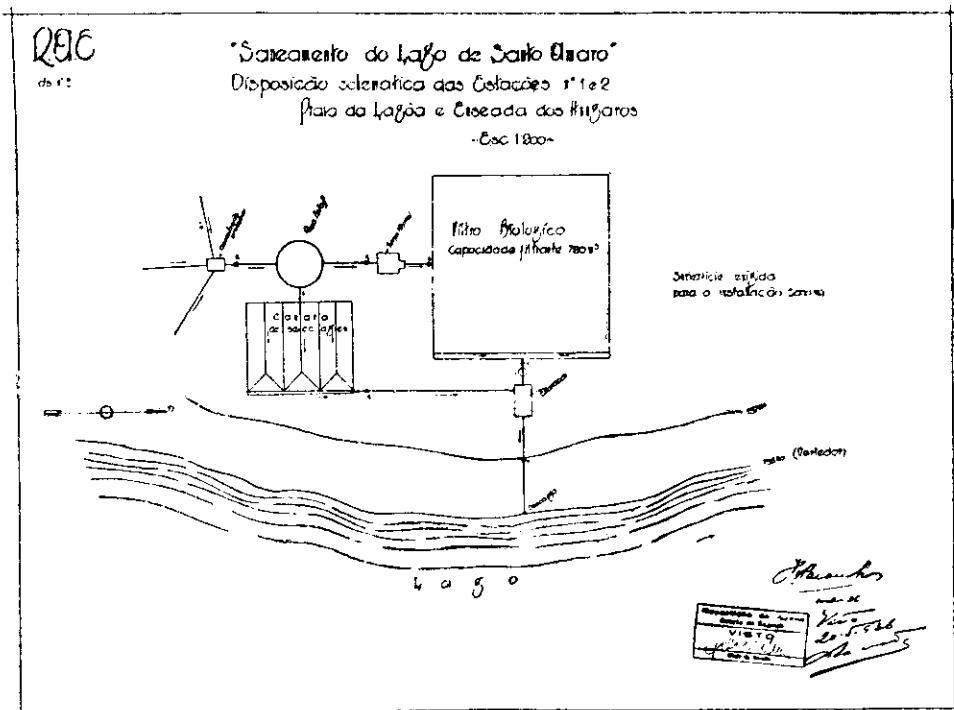
Devemos construir o poço com esta capacidade.

A secção cônica terá o seguinte volume:

$$V = \frac{\pi R^2 L}{3} = \frac{3,14 \times 2,50^2 \times 2,00}{3} = \frac{39,24}{3} = 13,08 \text{ m}^3.$$

Donde precisaremos dar á parte cylindrica uma altura capaz de comportar os 123,72 m. c. restantes.

$$\text{Teremos então: } h = \frac{V}{\pi R^2} = \frac{123,72}{3,14 \times 2,50^2} = \frac{123,72}{19,62} = 9,30 \text{ m.}$$



Entre o nivel do lodo e o vertice inferior da camara de decantação haverá uma folga de 0,50 para facilitar o movimento dos gases.

Assim teremos, para o poço uma altura total de 11,30 até o nivel da agua e 11,80 até o seu rebordo superior.

No desenho annexo se encontra a planta e secção deste poço.

Estação de tratamento n.º 2 — Enseada dos Hungaros.

Systema poço de Imhoff, com filtração biologica e desinfeccção do effluente pelo chloro.

Numero de casas 60. Numero de pessoas 480, ou tomando o triplo 1440 pessoas. Adoptámos para esta estação o mesmo typo de poço da Estação n.º 1, em vista do possivel desenvolvimento do local, que, pela sua situação topographica, tem grandes probabilidades de augmentar.

Assim, para esta estação, se construirá um poço Imhoff com 5 m. de diametro e 11,30 de altura, de accôrdo com os dispositivos do desenho annexo, da estação da Praia da Lagôa.

Estação n. 3 — Riviera.

Poço de Imhoff com filtração biologica e desinfeccção do effluente pelo chloro.

Numero de casas 200 ou 1.600 habitantes, ou tomando o triplo como medida de segurança, 4.800 habitantes, com uma contribuição de 200 litros *per-capita* e por dia.

A capacidade da camara de decantação, fixando-se em 1,50 o periodo médio da detenção, será:

$$\frac{4.800 \times 200}{24} \times 1,50 = 60.00 \text{ m}^3.$$

Adoptando-se um diametro interno de 8,00 mts. para o poço e tomando-se duas camaras, a área total util da secção transversal de cada camara, será:

$$\frac{30.00}{8.00} = 3.75 \text{ ou app. } 4.00$$

Para obtermos esta área, daremos a cada camara de decantação as seguintes dimensões:

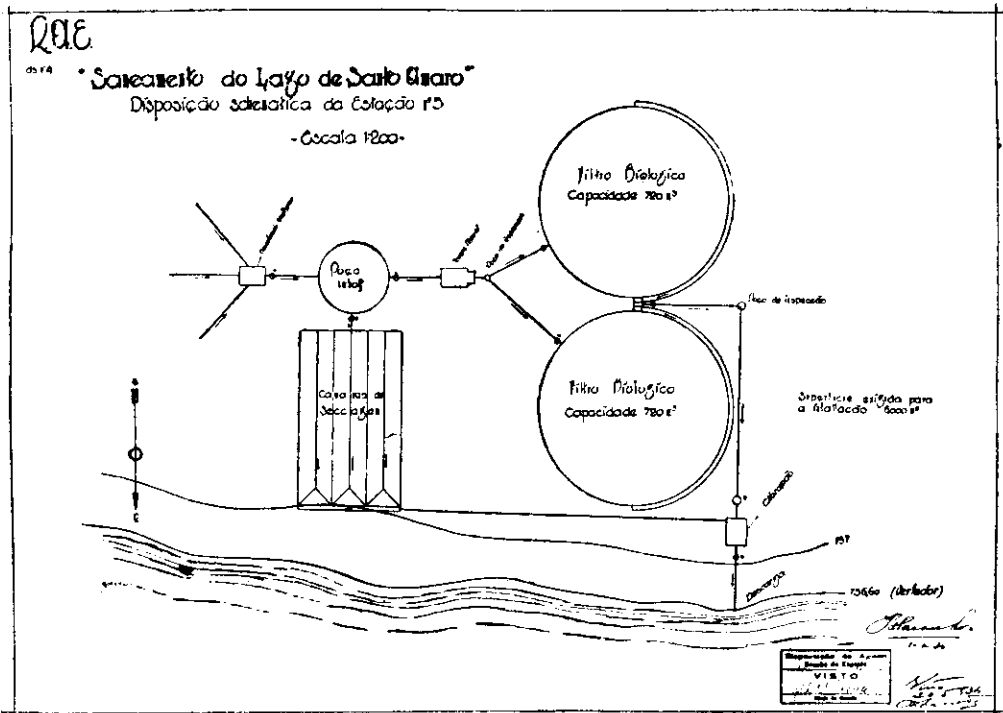
$$\begin{aligned} &2.50 \times 1.00 \text{ na parte rectangular} \\ &2.50 \times 1.50 \text{ na parte triangular} \end{aligned}$$

ou seja 4,37 m², um pouco superior á área preestabelecida.

A camara de digestão inferior deverá ter, como já vimos, uma capacidade util de retenção de lodos para 60 dias.

O volume dos despejos a tratar, no periodo do 60 dias, será:

$$60 \times 960 = 57,600 \text{ m}^3.$$



Tomando-se a taxa média de 5 c. c. de lodos decantáveis por litro, observada em nossos esgotos, teremos para volume de lodo, em 60 dias.

$$57,600 \times 5 \text{ c. c.} = 288,00 \text{ m}^3.$$

Donde, tomando-se uma taxa de decantação de 95%, teremos para volume liquido de lodos:

$$\frac{288 \times 95}{100} = 273,60 \text{ m}^3$$

Devemos construir o poço com esta capacidade.

A secção conica terá as seguintes dimensões:

$$V = \frac{3,14 \times 4,00 \times 2,00^2}{3} = 33,50 \text{ m}^3.$$

Donde, precisaremos dar á parte cylindrica uma altura capaz de conter os 240,10 m³ restantes.

$$\text{Teremos então: } h = \frac{V}{\pi R^2} = \frac{240,10}{3,14 \times 4,00^2} = \frac{240,10}{50,24} = 4,80.$$

Assim, teremos uma altura de 9,80 até o nivel d'agua e 10,30 até o rebordo superior do poço. O desenho annexo indica o projecto desta estação.

Em cada poço serão collocados tubos de 6'' de diametro destinados á descarga dos lodos digeridos, que será feita em cada 60 dias ou sejam 6 vezes por anno.

Leitos de seccagem — Os leitos de seccagem para as Estações 1, 2 e 3 foram projectados, tomando uma redução de 70 % no volume dos lodos digeridos. Este lodo digerido soffre ainda na seccagem uma redução de cerca de 60% em seu volume, ficando reduzido, sem compressão, approximadamente a 0,60 a 0,70 litros por m. c., consoante observações do eng.º Jesus Netto, na Estação Experimental da Ponte Pequena.

Assim, do que expuzemos, se conclúe que a solução estatica para os despejos da margem esquerda do lago, constará de tres phases distinctas.

1) Tratamento dos despejos no poço de Imhoff, de accôrdo com os projectos annexos;

2) Filtração biologica do effluente dos poços, com applicação de leitos bacterianos;

3) Desinfecção do liquido filtrado, pelo chloro liquido ou pelas soluções ricas deste metalloide, como o hypochlorito e o choreto de cal.

Solução *dynamic*a

Margem direita

Tendo em vista a situação topographica da margem direita do lago, que certamente terá um rapido desenvolvimento depois da construcção da Avenida que a Sub-Prefeitura tenciona alli construir, projectámos para aquella margem o despejo *dynamic*o, por meio de um emissario de 0,60, que foi estudado numa extensão de 5.560 m. Este emissario foi lançado na Avenida projectada, cujo perfil longitudinal e secção transversal se encontram nos desenhos annexos.

Avenida Beira-Lago

De accôrdo com o sr. eng. Carvalho Ramos, sub-prefeito de Santo Amaro, estudámos uma avenida que será construida na margem direita do Lago Santo Amaro, estendendo-se do Largo do Socorro á barra do Ribeirão Tijuco Preto.

Esta avenida que terá 21 ms. de largura, acompanhará as aguas do lago pouco acima da cóta 736,60 do vertedor, ficando portanto acima das aguas maximas. No centro da avenida, na área destinada a cavalleiros, correrá o nosso emissario, de accôrdo com o projecto do desenho n.º 1.

A avenida só admittirá edificações na parte superior, construindo-se no lado opposto uma balaustrada com vista para o lago.

Com este dispositivo o nosso emissario servirá de interceptor entre os despejos de montante e as aguas do lago, isolando-o completamente das habitações que se venham a construir naquella parte.

Emissario — o nosso emissario foi estudado e locado numa extensão de 5.506 ms., começando no fim da rua da Represa, na Villa Friburgo, na cóta 740,60 m. Dahi, com fracas declividades, variando

de 0.0018 a 0.010, desenvolve-se approximadamente pelo limite dos terrenos da Light and Power, até chegar na estrada do Parelheiro, na cóta 733 ms. approximadamente. Desenvolvendo-se por esta estrada, vai em demanda da Avenida De Pinedo, por onde desce até o Largo do Soccorro. Fazendo um angulo de 105° E, desce a rua Alexandre Gusmão para ganhar a margem do Rio Grande, até a barra do Rio Guarapiranga, onde se despeja.

O emissario será construido com tubos de concreto de 0,60 de diametro, sem armadura. Foram projectados 35 poços de inspecção em seu percurso. O lançamento far-se-ha em aguas do Rio Pinheiros (depois da barra do Rio Grande), *in-natura*, até que as condições locais exijam um tratamento do effluente. O local do despejo já foi escolhido, prevendo-se esta providencia futura.

A área da bacia que contribuirá para a alimentação do emissario foi calculada por nós em 3.448 m. q., ou seja 3 km²500.

Tomámos para o calculo do despejo o coefficiente obtido pelo eng.º João Ferraz, de 50 litros por segundo e por kilometro quadrado. Este coefficiente foi obtido tomando-se 15 kms. de rua por km². de superficie; predios com 18 ms. de testada; densidade média de 1700 predios por km²; 8 habitantes por predio; quóta média de esgotos, tomada com 0,75 do volume diario de distribuição de agua, e fixada esta em 250 litros *per-capita*. O maximo do effluente de esgotos foi tomado 1,50 vezes o effluente médio e a quóta média de infiltração igual a 5 litros por segundo.

Com estes elementos obtivemos uma vasão de 175 litros por segunda e por kilometro quadrado. Considerando que o emissario trabalha em meia secção, tomaremos o dobro ou sejam 350 l/s por km².

Pela nossa tabella de vasões, adoptando a 2.ª cathegoria de Bazin, e com as declividades que empregámos, vamos encontrar que o diametro de 0,60, satisfaz perfeitamente ás condições do problema.

No trecho comprehendido entre o prolongamento da rua da Represa, da Villa Friburgo, e a barra do Ribeirão Tijuco Preto, não estudámos o emissario por inutil, mas entrámos com a contribuição desta área, para que o trecho estudado esteja em condições de receber os effluentes de seu prolongamento, se algum dia vier a ser construido.

Conclusão

Do exposto neste relatorio e do estudo do projecto apresentado, se conclúe que as providencias indicadas para saneamento do lago de Santo Amaro, na sua parte inferior, isto é, comprehendida entre a barragem e o estreito da ponta da Riviera, se resumem no seguinte:

- 1) — Construcção de tres estações de tratamento, com digestão de lodos pelos poços de Imhoff, filtração biologica e desinfecção dos effluentes, respectivamente localisados na Praia da Lagôa, Enseada dos Hungaros e Riviera ;

2) -- Construcção de um emissario interceptor com 5,500 ms. de desenvolvimento, partindo do extremo da rua da Represa na Villa Friburgo até a barra do Rio Guarapiranga e Rio Grande, no Rio Pinheiros;

3) -- Traçado de uma linha contornando o lago, conforme indicámos, linha esta que será o limite da sua *zona sancada*;

4) -- Legislação municipal considerando zona urbana e sub-urbana a área limitada por aquelle perimetro;

5) -- Legislação estadual criando a protecção e policia sanitaria não só na *zona saneada* do lago inferior, como das vertentes do lago superior, de modo a estipular sancções severas que garantam a defesa do manancial;

6) -- Accórdos com a Prefeitura de S. Paulo, para que a Avenida Beira-Lago seja construida conforme o nosso projecto, o que facilitará a construcção e conservação do emissario, e prohibição absoluta para as construcções a jusante do emissario;

7) -- Accôrdo com a Light and Power, para que esta não permita construcções de qualquer especie em seus terrenos marginaes, a não ser aquelles que não prejudiquem ou ameacem o solubidade de suas aguas.

Sômos de parecer que, futuramente, seja tambem regulamentado é limitado o numero de embarcações que estacionam no lago, bem como os postos para banhos e clubs de natação.

Orçamentos — Segundo se deduz do orçamento annexo, o custo total das obras a serem executadas para saneamento do Lago de Santo Amaro, monta em 1.072:414\$570, incluindo nesta importancia o custo do emissario da margem direita, com 5.506 m. de desenvolvimento, as tres estações de tratamento, com os terrenos precisos para a sua installação, casa de residencia para o encarregado das estações, muros de vedação, etc.

As verbas ficaram assim discriminadas:

Emissario de 0.60	715:605\$000
Estação de tratamento n.º 1	84:634\$000
» » » n.º 2	84:634\$000
Estação de tratamento n.º 3	147:116\$700
Casa da residencia e outras defesas .	40:425\$000

A avenida será construida ás expensas da Prefeitura e, como o emissario correrá pela mesma, não haverá verba para desapropriação de terrenos.

São Paulo, 2 de Abril de 1936