

# ESTUDOS PRELIMINARES DO PROJETO DO VALO DE OXIDAÇÃO DA FUNDAÇÃO «PARQUE ZOOLOGICO DE SÃO PAULO» — CAPITAL

Eng.º BENTO AFINI JÚNIOR (\*)

## 1. INTRODUÇÃO

A Fundação «Parque Zoológico de São Paulo» solicitou a colaboração da SAEC no sentido de estudar um processo de tratamento eficiente e pouco dispendioso para as suas águas servidas, que também pudessem ser dispostos nos lagos fronteiriços ao Jardim Zoológico, no Parque do Estado, nesta Capital.

Os autores deste, estudando o assunto opinaram pela construção de um valo de oxidação, com canal em terra e nesse sentido deram início ao presente estudo, que a seguir se expõe:

A Fundação «Parque Zoológico de São Paulo» acha-se situada no Parque do Estado de São Paulo, nas proximidades dos Institutos Astronômico e Geofísico e Orquidário do Estado, estando o Parque do Estado limitado pelo Município de Diadema e pelos bairros paulistanos do Jabaquara, Saude e Ipiranga.

A Fundação «Parque Zoológico de São Paulo» é a responsável pelo Jardim Zoológico, que está diariamente aberto a visitação pública e onde se encontram os mais diversos animais.

O local onde se situa o Jardim Zoológico já dispõe de redes distribuidoras de água da SAEC, porém ainda não dispõe de redes coletoras de esgotos sanitários, daí o presente estudo que visa dotar o local de uma pequena E.T.E. necessária ao tratamento das águas servidas do Jardim Zoológico.

A situação peculiar do Jardim Zoológico, a distância não muito grande de bairros densamente povoados, a presença de uma população flutuante concentrada aos domingos e feriados, predominando em sua maioria escolares, exige uma atenção especial para o problema da necessidade do afastamento dos efluentes dos esgotos sanitários.

Não só os administradores locais, como os engenheiros da SAEC que examinaram o assunto, reconheceram a necessidade da adoção de uma técnica evoluída de tratamento das águas residuárias, propiciando a execução de uma instalação piloto no País e da qual já existem alguns modelos implantados com muito sucesso.

No caso em apreço optou-se por um sistema de tratamento que predominasse pelas seguintes vantagens oferecidas:

- a) simplicidade de equipamentos;
- b) facilidade de operação e manutenção;
- c) custos de operação e manutenção baixos;
- d) custo inicial competitivo com o de outras instalações;
- e) flexível a variações bruscas de carga orgânica.

Nesse sentido optou-se por um processo biológico de oxidação total, cujo desenvolvimento inicial se deu na Holanda através de pesquisas iniciadas pelo Dr. Aale A. Pasveer, do qual se faz a seguir um breve resumo histórico.

Os valos de oxidação foram primeiramente desenvolvidos na Holanda, tendo subsequência as pesquisas iniciais do Dr. A. Pasveer, do TNO —

(\*) Engenheiro da Diretoria de Planejamento e Controle da SAEC.

Instituto de Pesquisas de Engenharia de Saúde Pública, em Delft, Países Baixos. A idéia original foi utilizar-se um processo biológico de oxidação total, semelhante a aquele da depuração de um curso de água que possuindo cachoeiras fossem estas responsáveis pelo aumento do oxigênio dissolvido, nas águas do curso de água. Assim ao longo do percurso do rio, cada cachoeira representaria o ponto onde uma massa adicional de oxigênio era introduzida. Assim o rio seria por si só um «tratador de água». A partir desse modelo procurou o Dr. A. Pasveer criar um rio de «esgotos» em circuito fechado e onde o aumento do oxigênio fosse garantido pela introdução desse gás por meio de um dispositivo mecânico. Após algumas pesquisas verificou-se que um dispositivo conhecido como «escovas Kessener» se adaptava muito bem a essa função, possibilitando pela aeração e fornecimento de oxigênio aos esgotos do «rio» e auxiliando a movimentação da massa líquida pelo valo. O valo ou seja o «rio» de esgotos seria um fosso escavado no solo e com um desenvolvimento semelhante ao de uma pista de atletismo que circunda um campo de futebol porém possivelmente com um desenvolvimento em termos de comprimento bem menor. A secção do fosso poderia ser retangular ou trapezoidal e taludes laterais do mesmo poderiam ser revestidos ou não. No caso de revestidos materiais como concreto ou asfalto poderiam ser responsáveis pelo revestimento; no caso de não receberem revestimento seria recomendável pelo menos que a terra fosse compactada para impedir o desmoronamento para dentro do valo.

A partir desse modelo original, levado a efeito pelo TNO, tivemos na Holanda um grande desenvolvimento na construção de valos de oxidação, podendo-se hoje admitir conforme comunicações que recebemos do Dr. Pasveer — a existência de 200 valos só naquele País. No Mundo todo devemos ter de 2.000 a 3.000 valos. Inúmeras pesquisas foram posteriormente desenvolvidas na Holanda e os principais trabalhos publicados. Nesse sentido merece especial destaque a divulgação de informações levada a efeito pelo Dr. J. K. Baars, prematuramente falecido na Noruega em 29-6-1971.

A construção do primeiro valo de oxidação na Alemanha levado a efeito pelo Dr. Josef Muskat — serviu para projetar ainda mais o largo alcance desse sistema biológico de tratamento de esgotos. Numerosos pesquisadores continuam suas atividades no TNO e outros Institutos congêneres, registrando-se a apresentação de um novo trabalho de pesquisa do Dr. J. Zeper, sobre os valos de oxidação de grande tamanho, tipo «Carrousel» (R).

A primeira comunicação aqui no Brasil sobre os valos de oxidação foi trazida pelo Eng.º Max Lothar Hess, em 1959, durante a realização de um Seminário de Professores ligados à Engenharia Sanitária.

Em 1961 deu-se a construção do primeiro valo de oxidação no Brasil: uma instalação piloto do Departamento de Saneamento da SURSAN, Rio de Janeiro, projetada pelo Eng.º Constantino de Arruda Pessoa.

De 1962 a 1964 foram construídos 13 valos de oxidação para os resíduos de feculárias de mandioca, todos no Interior do Estado de São Paulo.

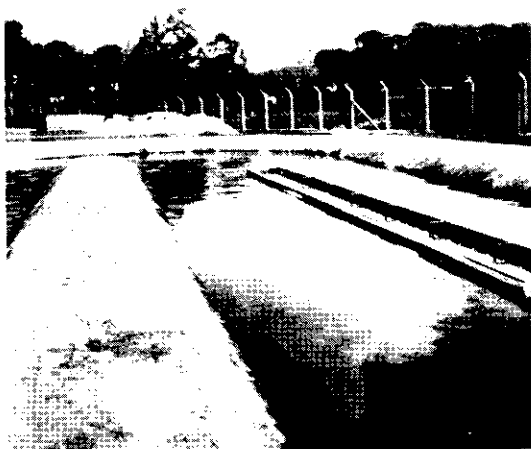
Recentemente valos de oxidação tem sido aqui empregados com sucesso no tratamento de esgotos tipicamente domésticos, podendo-se destacar: Riacho Grande, no Município de S. Bernardo do Campo, SP, para 1.500 habitantes, Iacanga, SP, para 6.000 habitantes, Vila Kennedy, GB, Coqueiral, GB.

Também para o tratamento de águas servidas industriais os valos de oxidação tem apresentado grandes performances, registrando-se seu emprego no tratamento de resíduos de feculárias de mandioca, indústrias de cosméticos, cortumes, indústrias de batatas e resíduos de minas, estes dois últimos muito frequentes na Holanda. Também para o tratamento das águas servidas das indústrias de laticínios os valos de oxidação tem mostrado um interessante desempenho, conforme aliás comprovou experimentalmente o Dr. Samuel Murgel Branco em trabalho de consultoria sobre o emprego da aeração no tratamento de resíduos das indústrias de laticínios.

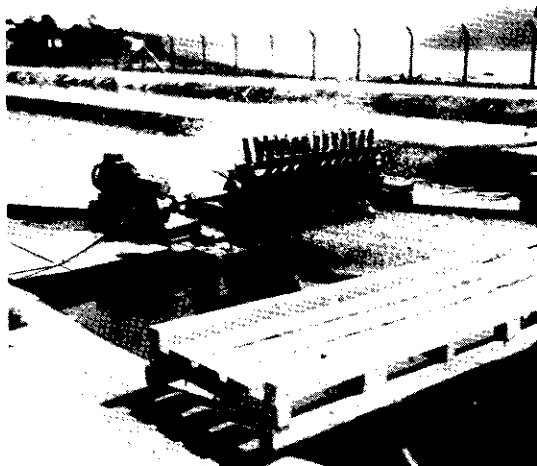
Registra-se também aqui no Brasil o emprego de valos de oxidação para tratamento de águas muito poluídas de cursos de água com perspectiva ao re-aproveitamento da água para fins industriais: Marvin S/A. Nova Iguaçu, RJ, 1.200 pessoas e Emca S/A S. Caetano do Sul, SP, 2.500 pessoas.

Diversas fotografias de valos de oxidação já existentes são incorporadas a este relatório, visando ilustrar detalhes dos rotores de aeração, caixa redutora de velocidade, motor elétrico, mancais de apoio, tipo de escovas, etc.

Uma instalação desse tipo, de custo moderado, com equipamentos muito simples, a ser construída em canal livre, com taludes em terra, poderá constituir um modelo para todo o Brasil, com grande repercussão técnica, já que como canal em terra a nosso ver, no Brasil, será o primeiro modelo a ser executado para tratamento de águas tipicamente domésticas. Por



**Foto 1 — Valos de oxidação de Riacho Grande, Mun. de S. Bernardo do Campo, SP.**



**Foto 2 — Valos de oxidação, com o rotor de aeração em movimento, Riacho Grande, SP.**



**Foto 3 — Valos de oxidação com o dispositivo para remoção de lódo. Riacho Grande, SP.**



**Foto 4 — Rotor de aeração em movimento.**

outro lado registra-se o interesse que sobre o assunto nos demonstrou o Dr. Pasveer, informando-nos que desconhece a existência de um valo semelhante, qual seja, o responsável pelo tratamento das águas servidas de um Parque Zoológico, onde além das águas servidas decorrentes das atividades humanas, adicionam-se aquelas decorrentes das atividades de animais.

Outrossim ressaltamos a existência de um projeto para a construção de um valo de oxidação no Núcleo Residencial da COMASP, em Mariporã, para uma população contribuinte de 1.000 habitantes, cuja execução ainda não foi concretizada e a construção já iniciada de um valo de oxidação para a cidade de Cerquilha, SP, com população de projeto de 15.000 habitantes e cujos taludes do valo serão revestidos com asfalto.

## 2. CONDIÇÕES ESPECIAIS

No caso em apreço são requisitos essenciais para as instalações:

a) Elevada eficiência da depuração, pois os efluentes líquidos do valo serão lançados em dois lagos paisagísticos existentes no Parque do Estado;

b) Constância e segurança dos resultados;

c) Facilidade de operação e manutenção, limitada a verificação do estado de funcionamento dos poucos equipamentos necessários e a substituição de peças e a lubrificação de eixos, mancais, rolamentos, etc.

d) Economia de construção, operação e manutenção, exequível devido a simplicidade das partes constituintes;

e) Depuração dos esgotos por meio dos lodos ativados, mediante o modelo físico de um «rio de esgotos» em circuito fechado, recebendo uma massa de oxigênio para aumentar o teor de oxigênio dissolvido na mesma massa líquida.

f) Desagregação aeróbica dos esgotos sanitários.

Mas a par de todos os requisitos acima mencionados, deve-se levar em conta que a instalação irá operar até que as redes de coleta de esgotos da SAEC atinjam as proximidades do local, ocasião em que poderão ser a elas ligadas as redes internas do Parque Zoológico.

Dependendo dos resultados a serem observados durante o período de funcionamento do valo, poder-se-á necessariamente nessa ocasião optar-

se pela continuidade de seu funcionamento a vista dos resultados obtidos ou removê-lo completamente.

Nessa ocasião deve ser feito também um levantamento geral do estado dos equipamentos existentes e sua depreciação.

Recomenda-se por outro lado que a área circunscrita ao valo de oxidação seja isolada do público e dos demais sendo permitido acesso a ele somente aos operadores da E.T.E. Nesse sentido sugere-se que seu perímetro seja cercado com tela metálica e um ambiente mais paisagístico que o de uma E.T.E. seja a ela incorporado: gramados, arborização, iluminação artificial, etc.

Devido a inexistência de plantas topográficas locais não serão feitos os detalhes de escavação e execução do fosso. Recomenda-se que por ocasião das obras sejam feitos todos os levantamentos necessários e indispensáveis e que a rede interna de coleta de esgotos — funcionando exclusivamente por gravidade seja construída e venha a contribuir para o valo. Um «by pass» adequado poderá possibilitar em casos excepcionais uma extravasão dos esgotos para os lagos, sendo contudo uma solução de emergência que deve possibilitar uma rápida substituição, voltando então o valo novamente a operar.

Depois do estudo geral que fizemos, incluindo previsões de população, estimativas de vazão, dimensionamento de coletores, escolha do tipo do valo e adoção do processo de depuração, coube a DPC-12 projetar as unidades de tratamento necessárias.

Os dados gerais do Jardim Zoológico nos indicam que a entrada principal do mesmo está voltada para a Avenida Miguel Stefano, s/n.º, nesta Capital e que:

1. População efetiva: 260 pessoas (corpo administrativo).
2. População flutuante: 120.000 pessoas/mês.
3. Existem 2.600 animais os mais diversos.
4. Existem 18 fossas sépticas, sendo que existem 2 unidades projetadas para 50 pessoas; existem 16 fossas negras.
5. Foram instalados dois hidrômetros recentemente: 1 para a capacidade de 7 m<sup>3</sup>/h e outro de 3 m<sup>3</sup>/h, este último num cavalete de tubulação de 3/4".
6. Existem 83 sanitários, desse total 28 estão sendo agora inaugurados.

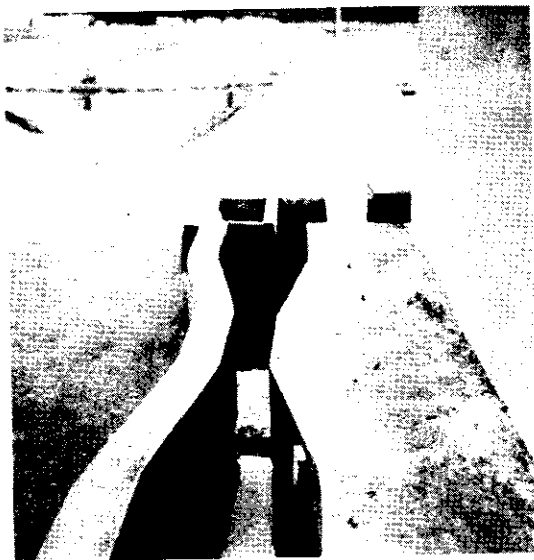


Foto 5 — Detalhe da calha Parshall e régua de leitura para as vazões influentes.



Foto 6 — Detalhe da curvatura no retorno dos esgotos pelo valo.

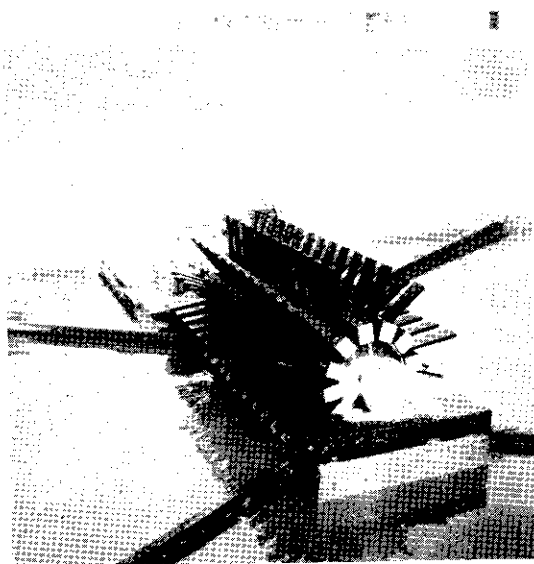


Foto 7 — Detalhe do rotor de aeração paralizado.

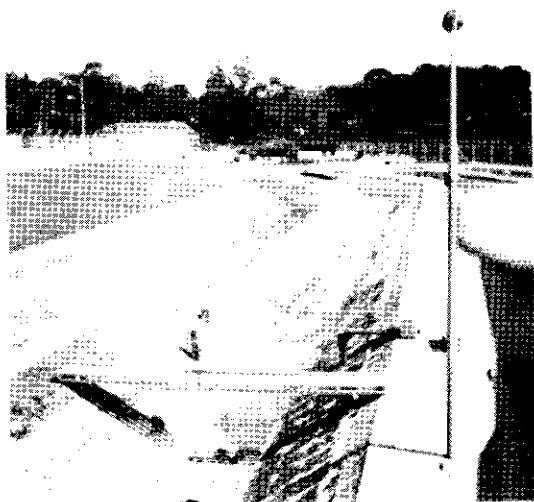


Foto 8 — Valo de oxidação sem esgotos. Unidade em reparação. Observe a ponte de transpasse.

7. Não há poço artesiano, nem nenhuma outra fonte contribuinte. Toda a água utilizada provém da SAEC através de suas redes distribuidoras.

8. O consumo de água pode ser avaliado pelos seguintes dados de consumo bimensal:

Set./Out. — 1971: 5.946 m<sup>3</sup>

Nov./Dez. — 1971: 6.343 m<sup>3</sup>

Jan./Fev. — 1972: 5.520 m<sup>3</sup>

Mar./Abr. — 1972: 5.758 m<sup>3</sup>

o que dá um consumo médio mensal de 2.570 m<sup>3</sup> e diário de 85 m<sup>3</sup> aproximadamente.

### 3. POPULAÇÃO A SER SERVIDA

A rede de esgotos interna a área ocupada pelo Parque Zoológico deve ser projetada e construída visando encaminhar ao valo de oxidação todas as águas servidas decorrentes dos esgotos sanitários. Recomenda-se a retirada da areia para evitar possíveis assoreamentos no valo e sobrenadantes que poderão causar alguns problemas ao rotor de aeração. Deve-se cuidar também que grandes concentrações de detergentes, de biodegradação muito difícil, e substâncias tóxicas não sejam encaminhadas ao valo de oxidação.

Segundo dados fornecidos pela própria administração do Jardim Zoológico de São Paulo, temos:

1. População do corpo administrativo efetivo: 260 pessoas/dia.
2. População flutuante devida aos visitantes: 120.000 pessoas/mês.
3. Animais diversos — 2.600 animais/dia.

### 4. CARACTERÍSTICAS DOS ESGOTOS

Os esgotos sanitários do Parque Zoológico serão tipicamente domésticos, esperando-se uma concentração média de DBO de 600 mg/l (25°C/5 dias).

Se admitirmos que com algum reforço no abastecimento de água, advinda de uma maneira qualquer, as águas residuárias para o projeto do valo — perfaçam 100 m<sup>3</sup>/dia, teremos uma carga poluidora de:

$$600 \text{ g/m}^3 \times 100 \text{ m}^3/\text{dia} = 60.000 \text{ g/dia ou igual a } 60 \text{ kg/dia}$$

Se admitirmos que a população equivalente seja de 900 pessoas/dia e admitindo-se uma contribuição «per capita» de D.B.O. de 60 g/hab.dia então teremos uma carga poluidora de:

$$900 \text{ pessoas/dia} \times 60 \text{ g/hab.dia} = \\ = 54.000 \text{ g/dia} = 54 \text{ kg/dia}$$

No caso em apreço admitiremos uma carga poluidora diária ligeiramente maior, ou seja, de 60 kg/dia aproximadamente.

### 5. NECESSIDADE DE TRATAMENTO

A rigor, a pequena vazão esperada dos efluentes líquidos do Parque Zoológico, de menos do que 2 l/s, poderia ser disposta por diluição nos próprios lagos do Parque do Estado, depois de depurados biologicamente pelas fossas sépticas existentes, como vem ocorrendo atualmente e removido o lodo decantado e digerido dessas fossas por caminhões denominados «limpa-fossas».

Entretanto, devido ao desejo geral da Administração do Parque Zoológico, no sentido de preservar o local ambiente no sentido de manter um saneamento adequado e o desejo de reduzir os efeitos da poluição geral dos lagos, que se crescentes acabariam por destruir a flora e fauna aquáticas, as autoridades responsáveis resolveram escolher o tratamento de esgotos sanitários como o melhor meio para a disposição final dos mesmos. É curioso todavia lembrar que após o valo de oxidação, as águas dos esgotos já depurados irão ter caminho para o próprio lago, onde se completa o ciclo biológico iniciado no próprio valo. Assim será desnecessário uma cloração final do efluente e uma pesca recreativa junto as margens do lago poderá ser até recomendada.

### 6. PROCESSO DE TRATAMENTO

O processo de tratamento de esgotos escolhido dispensa o tratamento preliminar e até primário, bem como a digestão do lodo; este é oxidado a um grau tal que não causa mais problemas de ordem estética (cheiro ou odor) e sanitária (demanda de oxigênio). Como já foi esclarecido, o valo de oxidação é constituído por meio de uma escavação feita no solo, fechada sobre si mesma, dentro da qual o efluente da rede de esgotos é mantido em circulação contínua em intervalos de tempos curtos por um dispositivo de aeração mecânica, também responsável pelo movimento da massa líquida, dispositivo este constituído por uma escova «Kessener»

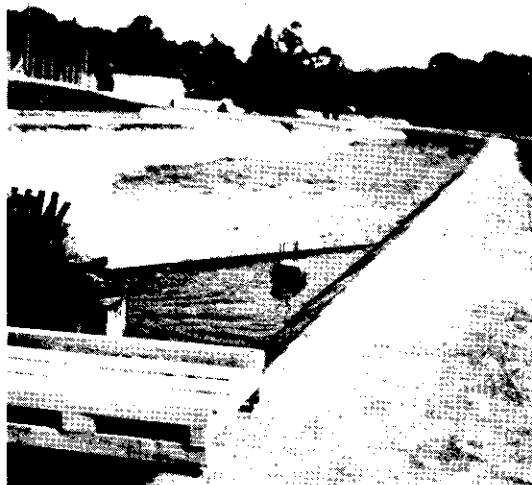


Foto 9 — Outro detalhe do valo de oxidação de Riacho Grande, SP.

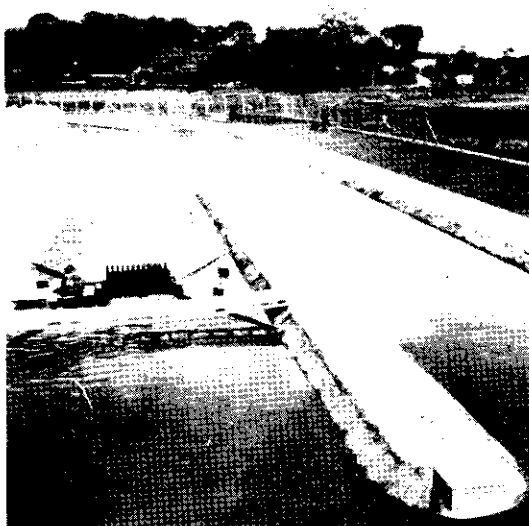


Foto 10 — Valo de oxidação com o rotor de aeração em movimento.

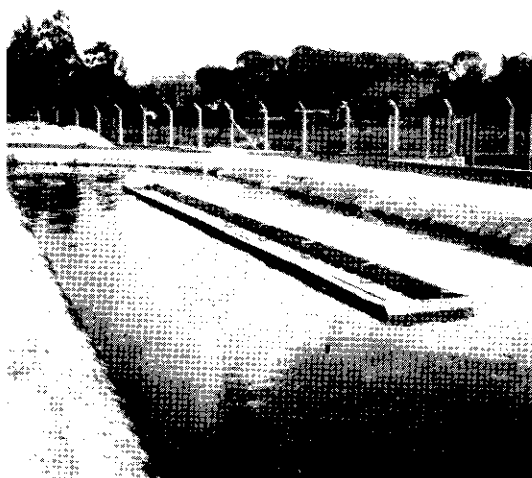


Foto 11 — Detalhe do dispositivo de decantação do lodo e saída do líquido efluente já depurado.

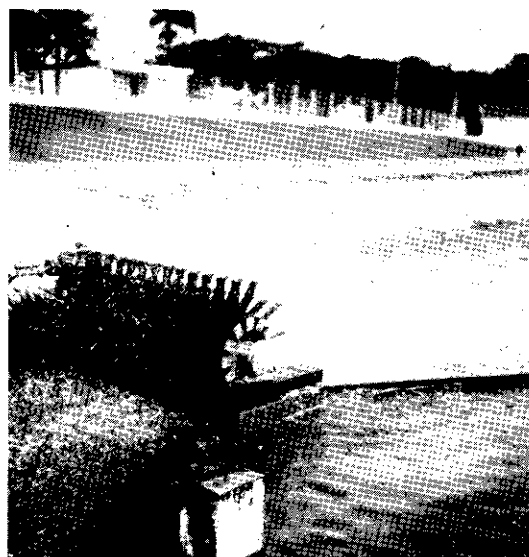


Foto 12 — Vista tomada ao longo do eixo do valo.

ou por um rotor horizontal metálico, que introduz na massa líquida o oxigênio necessário. O lodo de retorno, necessário ao processo, é mantido dentro do valo até atingir uma certa concentração.

Dentro do processo contínuo de funcionamento que seria o caso presente, deve-se entre o valo e os leitos de secagem colocar um decantador, onde se dará a sedimentação do lodo. Bombas de recirculação do lodo, podem retornar ao valo 40% a 150% do lodo do decantador, visando com isso melhor ativar os flocos formados dentro do próprio valo. Em virtude do adiantado estágio de mineralização atingido pelos flocos de lodo ativado, costuma-se manter um elevado teor de sólidos em estações de tratamento de esgotos por lodos ativados convencionais. O índice de lodo costuma ser bastante baixo — da ordem de 50 ml/g, o que resulta em sólidos facilmente sedimentáveis, com lodo de pequeno volume específico. Na instalação de valos de oxidação Carrousel (R) de Oosterwolde, durante o período de 30-9-1968 a 5-5-1969, o índice de lodo variou de 38 a 118 ml/g. A elevada concentração de sólidos torna o valo completamente insensível às variações bruscas de concentração dos esgotos, fato este que torna a operação muito fácil, sem exigir a presença contínua de um operador de tratamento. Uma vez posto em funcionamento, basta controlar o teor de sólidos de duas em duas semanas. A manutenção se limita a verificação diária do funcionamento que exige de um operador suficientemente adestrado, cerca de 30 minutos diários.

## 7. DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

Atualmente os valos de oxidação dimensionados por dois processos:

### 1.º Processo: Escola Holandeza

Pela carga de D.B.O. a razão de 1 m<sup>3</sup> de capacidade do valo por 200 g de D.B.O. por 24 h.

### 2.º Processo: Escola Alemã

Pelo tempo de aeração, de aproximadamente 3 dias (72 h) para esgotos domésticos.

Nas condições européias em que as pequenas comunidades tem pequeno consumo de água «per capita» estimado em 100 l/hab.dia, os dois processos dão praticamente resultados idênticos.

Mas é necessário manter uma velocidade do líquido entre os valores 0,25 a 0,30 m/s, evitando assim a sedimentação dos flocos de lodo ativado,

com o que o volume específico do valo, de acordo com os estudos do Dr. Pasveer, deveria estar entre 150 a 200 m<sup>3</sup>/m de escova do rotor de aeração.

No caso presente teríamos:

### Dimensionamento pelo 1.º processo:

Escola Holandeza

$$\text{Volume do valo} = 60.000 \text{ g/dia} \times 1 \text{ m}^3/200 \text{ g/dia} \\ = 300 \text{ m}^3$$

### Dimensionamento pelo 2.º processo:

Escola Alemã

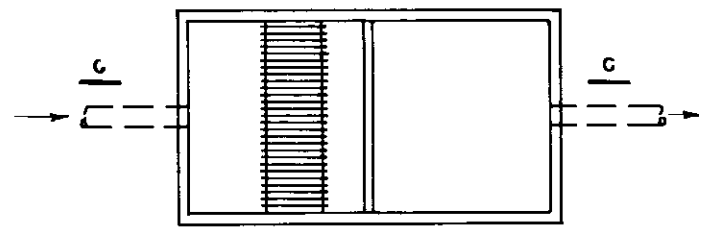
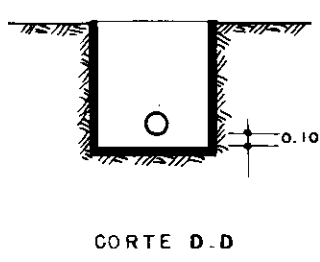
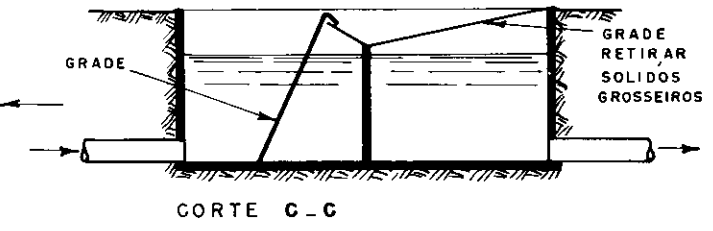
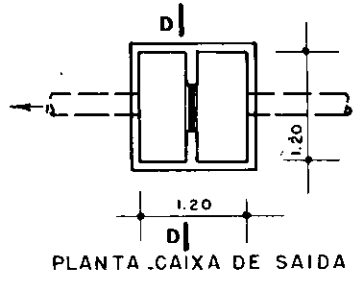
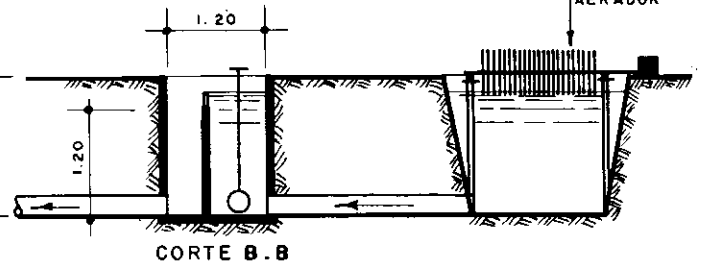
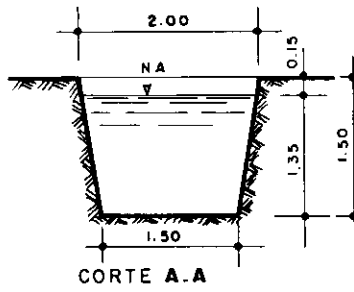
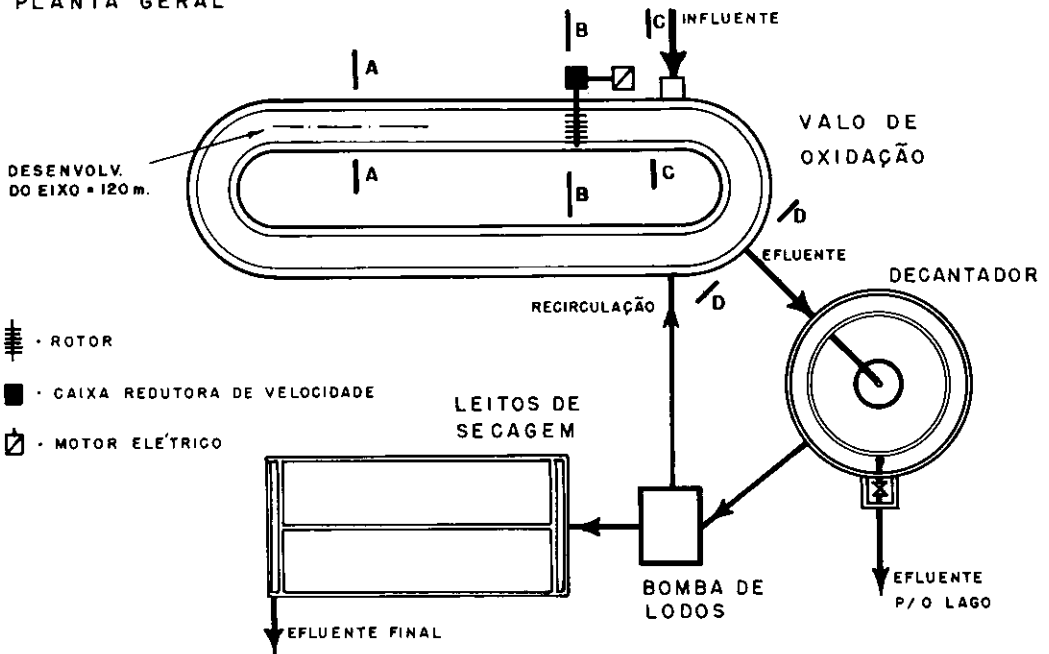
$$\text{Volume do valo} = 100 \text{ m}^3/\text{dia} \times 3 \text{ dias} = 300 \text{ m}^3$$

Verificamos que também no caso presente os dois processos coincidiram. Adotamos pois a capacidade do valo de oxidação de 300 m<sup>3</sup>.

Escolhemos uma secção reta transversal de 2,5 m<sup>2</sup> como a que melhor se adapta as condições topográficas locais, passíveis de uma reformulação quando da execução do valo, já que não temos em mãos o levantamento topográfico atualizado. A extensão desenvolvida do eixo do valo será portanto de 120 m. Afim de manter a velocidade do líquido entre 0,25 e 0,30 m/s, evitando dessa forma a sedimentação dos flocos de lodo ativado dentro do valo, o volume específico deste, segundo o Dr. A. Pasveer, deveria estar entre 150 a 200 m<sup>3</sup>/m de escova do rotor de aeração, o que representaria no caso do valo de oxidação do Parque Zoológico de São Paulo, um comprimento de escova de 2,00 a 1,50 m. Todavia a largura do valo de oxidação na altura do espelho de água será de 2,00 m, com o que um único rotor de aeração resolve, tendo comprimento de 1,25 m. Por conveniência de aproveitamento do terreno e para aumentar a flexibilidade da instalação, resolvemos construir um valo de oxidação com canal em terra, no mesmo estilo clássico do 1.º valo de oxidação da Holanda ou seja, o de Voorschoten, para 360 pessoas e construído há quinze anos atrás. O valo será único, acionado por uma única escova de aeração, cada trecho tendo um comprimento de 60 m aproximadamente. Na secção onde for colocado o rotor da aeração recomenda-se o revestimento asfáltico dos taludes ou em concreto. Os mancais de sustentação do eixo do rotor de aeração devem estar apoiados em pilares de concreto, sobre uma fundação suficiente para suportar a carga equivalente ao peso de todo o equipamento, inclusive plataformas de acesso. Neste sentido assim nos escreveu o Dr. Pasveer: «From the photographs I deduced that in some cases at the site the rotor in the section of ditch is



PLANTA GERAL



des. von alxing

narrowed. Nowadays this is not practiced anymore, in order to have a better guarantee for an adequate velocity of flow in the ditch. At the site of the rotor the cross section is just the same as elsewhere in the ditch».

Um rotor moderno, especial para valos de oxidação chamado «rotor de gaiola» (cage rotor), pode fornecer por hora, cerca de 4,5 kg de oxigênio por metro de escova de aeração, a rotação de 83 rpm e com uma profundidade de imersão de 0,16 metros e com um consumo de energia de 1,5 kWh por 3 kg de oxigênio por hora. Sua capacidade é de 2 a 4 vezes mais do que uma escova clássica, dita de Kessener, que por motivos de custo, facilidade de execução, aquisição e montagem, resolvemos recomendar para o nosso caso. Ressaltamos que as escovas Kessener, na Alemanha, são construídas de piaçava e no Brasil em perfis metálicos L ou em tacos compridos de madeira. Há aqui no Brasil também referência a rotores PENHA idealizados na Sursan, conhecidos também como rotor «tela de galinheiro». O diâmetro do rotor de aeração deverá ser de 0,70 m, com perfis metálicos L já instalados e desenvolverem rotação de 70 a 120 rpm, que com profundidade de imersão de 0,25 m podem fornecer 3,5 kg/h de oxigênio por m de rotor. Todavia para rotações em torno de 100 rpm teríamos:

Submersão (m)	Transferência de oxigênio (kg/h.m)
0,075	2,4
0,150	6,0
0,300	11,3

aplicáveis a rotores de diâmetro 0,70 m, temperatura média do ar ambiente de 20°C, pressão atmosférica local de 760 mm de Hg e supondo-se que o esgoto possua teor zero de oxigênio dissolvido.

Para o caso do Parque Zoológico teríamos:

$$\frac{\text{Carga de D.B.O.} \times 3}{24} = \frac{\text{Carga de D.B.O.}}{8}$$

$$\frac{60 \text{ kg/dia}}{8} = 7,5 \text{ kg/h de oxigênio necessário.}$$

Pela tabela acima veremos que o rotor de aeração com imersão de 0,15 m fornece 6,0 kg/h.m, donde:

$$x = \frac{7,5 \text{ kg/h}}{6,0 \text{ kg/h.m}} = 1,25 \text{ m de rotor}$$

Necessitaremos de um motor elétrico que desenvolva a potência de:

$$P \text{ (kW)} = 4,5 \times 1,25 \text{ m} = 6,72 \text{ kW} = 9,15 \text{ HP}$$

ou seja

$$P = 10 \text{ HP (aprox.)}$$

O motor elétrico a ser adquirido deve apresentar estas características:

Assíncrono — Trifásico — 4 polos

Pctência: 10 HP — Frequência: 50/60 Hz

RPM 1.440 — F.S. 1,00 — 50 Hz

RPM 1.725 — F.S. 1,25 — 60 Hz

ISOL. E

V = 220/380 V

A = 29,0/16,8 A

Elevação de Temperatura = 75°C

Caixa Redutora de Velocidade, na Relação 1:20.

A escova por nós escolhida será de perfis metálicos L, podendo eventualmente serem substituídos por tacos longos de madeira, diâmetro de 0,70 m, eixo metálico com alma de aço, tudo pintado com tinta anticorrosiva a ação de esgotos sanitários.

Os efluentes líquidos do valo deverão ser encaminhados a um tanque decantador, tipo Dortmund, dimensionados para um período de detenção de 2 h e com taxa de dimensionamento de 30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia.

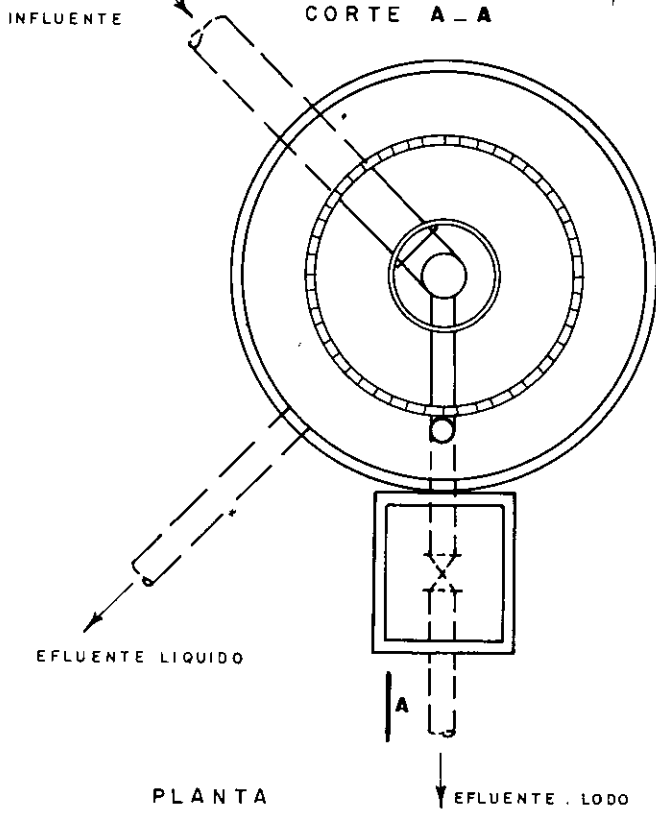
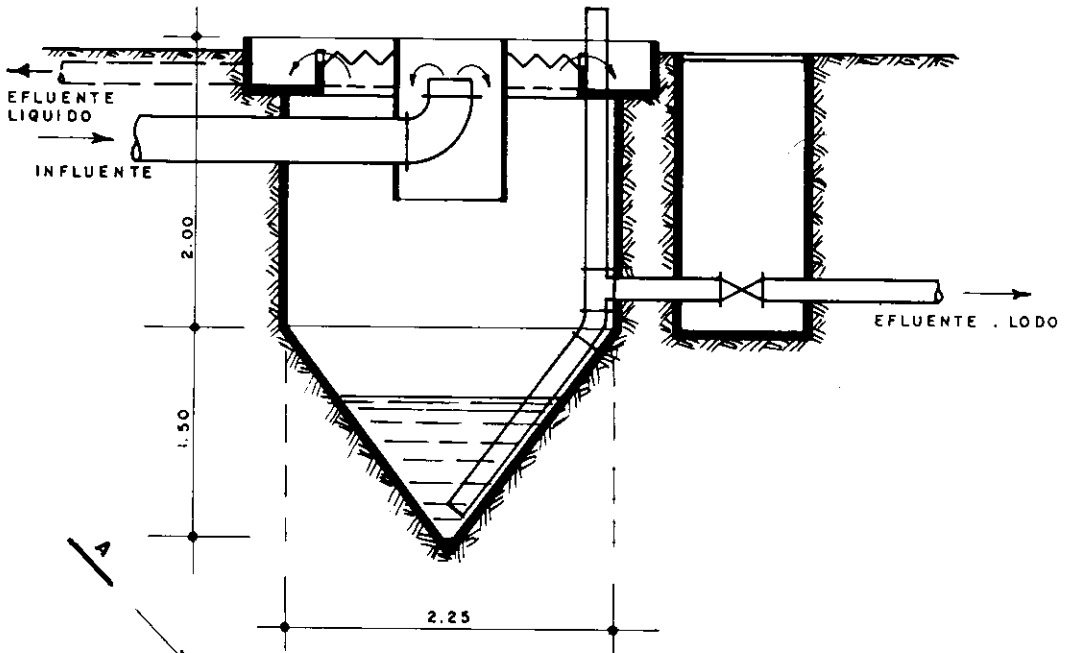
Após o decantador os efluentes líquidos serão, agora já depurados, encaminhados para o corpo receptor dos esgotos, ou seja, os lagos fronteiros ao Parque do Estado. Os lodos decantados serão encaminhados a leitos de secagem, construídas em duas células, dimensionadas segundo uma área de 0,035 m<sup>2</sup> por contribuinte.

É importante todavia uma recirculação do lodo decantado para o valo de oxidação visando uma floculação adequada do lodo em suspensão dentro do valo. Uma interrupção por 30 min. do rotor de aeração, possibilita a sedimentação dentro do próprio valo dos flocos de lodo ativado que se formaram internamente ao mesmo e que poderão depois ser encaminhados ao decantador.

O decantador pode ser construído em área de secção circular, com paredes laterais de concreto e forma cilíndrico-cônica.

Para o valo de oxidação do Parque Zoológico teríamos:

DECANTADOR "DORTMUND"



PLANTA

*des. von abingen*

População equivalente = 900 hab.  
 Carga de D B O. — 60 kg/dia  
 Taxa de aplicação: 200 g de D.B.O./dia e por m<sup>3</sup> de valo  
 Volume do valo = 300 m<sup>3</sup>  
 Diâmetro do rotor = 0,70 m  
 Profundidade = 1,50 m  
 Profundidade da lâmina líquida = 1,35 m  
 Área de espelho de água = 240 m<sup>2</sup>  
 Área de secção reta transversal do valo = 2,50 m<sup>2</sup>  
 Comprimento teórico do eixo = 120 m  
 Largura do valo no fundo = 1,50 m  
 Largura do valo na altura do espelho da água = 2,00 m  
 Comprimento do rotor de aeração = 1,25 m  
 Motor elétrico de 10 H.P.  
 Caixa redutora de velocidade na relação 1:20  
 Velocidade de escoamento = 0,25 a 0,30 m/s

Em virtude da existência de inúmeras fossas sépticas e de fossas negras, que hoje recebem os esgotos sanitários do Parque Zoológico de São Paulo, pedimos sugestão ao Dr. A. Pasveer sobre um possível aproveitamento dessas células, para então depois encaminhar os esgotos já depurados destas fossas ao valo de oxidação. Desejamos que o ilustre pesquisador receba a seguinte comunicação: «As you in your letter ask for a suggestion I have a question. Are the 17 septic tanks and the 22 wells a nuisance? If not could it then be a practical solution that the effluent of these tanks is treated in an oxidation ditch? It could be that the treatment of these effluents could give a heavier sludge compared with the treatment of the fresh wastes. I have to admit that this consideration is based on a limited amount of experience only».

## 8. ORÇAMENTO ESTIMATIVO

Fornecemos a seguir um orçamento estimativo do custo das obras, salientando-se que se trata de apropriação provável dos custos e que a SAEC não se compromete a executar os serviços pelos preços aqui estipulados.

1. Regularização do terreno:		
5.000 m <sup>3</sup> a Cr\$ 4,00/m <sup>3</sup>	Cr\$ 20.000,00	
2. Escavação do valo de oxidação:		
400 m <sup>3</sup> a Cr\$ 6,00/m <sup>3</sup>	Cr\$ 2.400,00	
3. Equipamento		
a) Escova 1 unid. a Cr\$ 3.600,00	Cr\$ 3.600,00	
b) Eixos e mancais a Cr\$ 3.400,00	Cr\$ 3.400,00	
c) Motor e Caixa Redutora de Velocidade	Cr\$ 5.000,00	

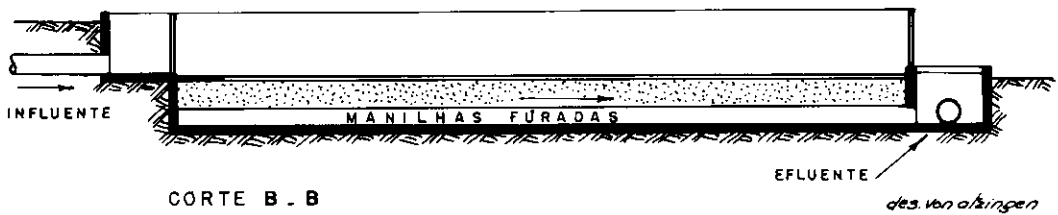
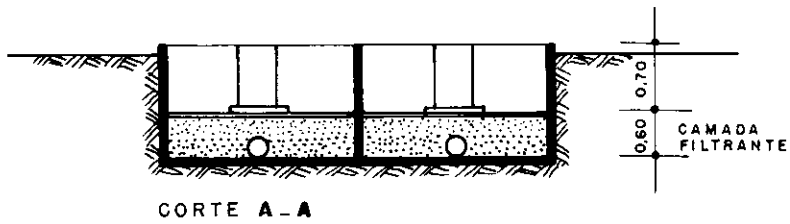
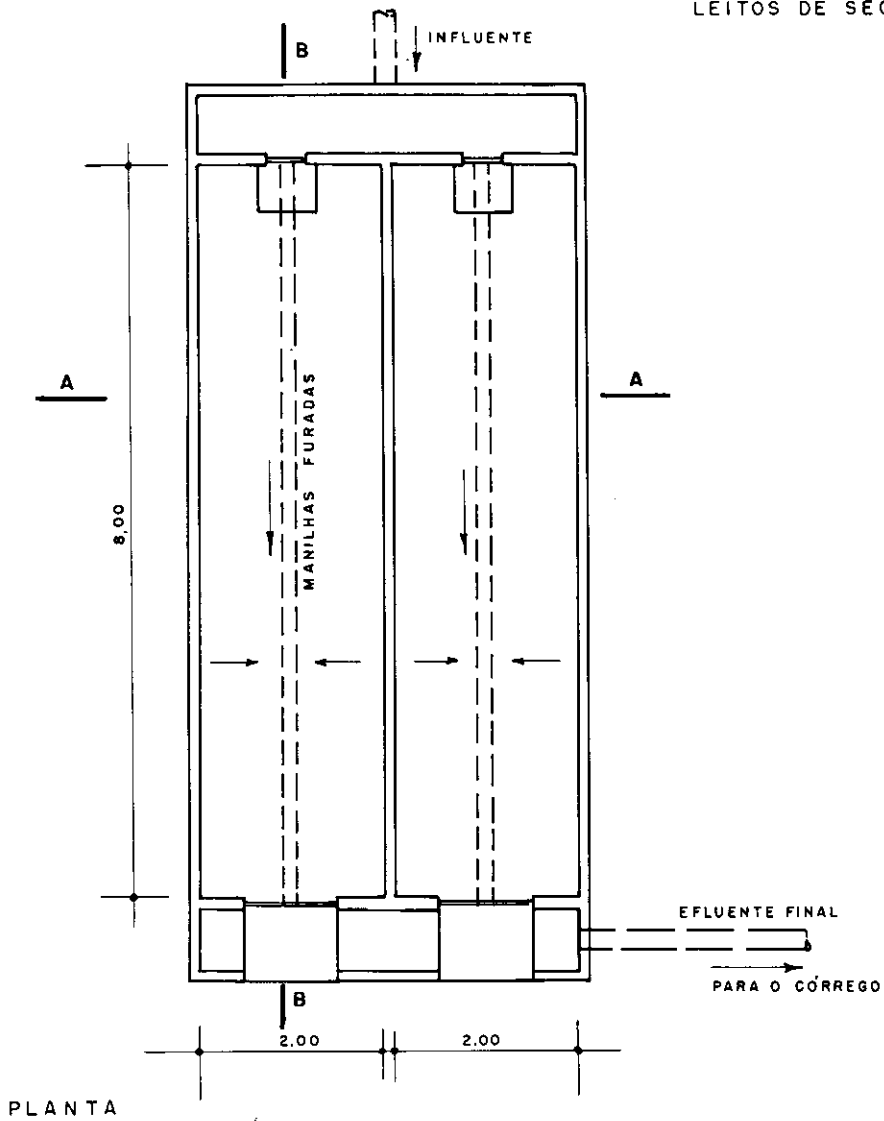
4. Construção Civil		
a) Calha Parshall	Cr\$ 1.100,00	
b) Caixa de areia — 2 unid.	Cr\$ 1.400,00	
c) Abrigo do Guarda e Operador	Cr\$ 1.800,00	
d) Decantador com equipamentos e bombas de recirculação de lodo	Cr\$ 10.000,00	
e) Leitões de secagem	Cr\$ 5.000,00	
5. Canalizações		
Tubulações de concreto de 0,30 m de diâmetro, 100 m a Cr\$ 15,00/m, assentes	Cr\$ 1.500,00	
6. Outros equipamentos e instalações elétricas	Cr\$ 1.000,00	
7. Válvulas de manobra, adu-fas, etc.	Cr\$ 500,00	
8. Gramado simples e cerca com postes de concreto	Cr\$ 5.200,00	
9. SUB-TOTAL	Cr\$ 61.900,00	
10. Imprevistos, eventuais, B.D.I.	Cr\$ 6.100,00	
11. TOTAL GERAL	Cr\$ 68.000,00	

Observamos que o custo «per capita» desse valo de oxidação é de Cr\$ 75,00 por habitante aprox. Dados frequentes na Holanda, quando rotores de gaiola são utilizados indicam que os custos de construção oscilam entre Cr\$ 92,50 a Cr\$ 148,00. Também importante é mencionar que os valos de oxidação tem um consumo de energia elétrica muito maior do que as instalações convencionais de tratamento de esgotos. Informações holandesas fornecem os seguintes dados: Valo de oxidação — aprox. 25 kWh/hab.ano, Instalação tradicional de depuração — aprox. 12 kWh/hab.ano. No nosso caso, para um funcionamento de 20 h, teríamos um valor estimativo ligeiramente maior, cerca de 60 kWh/hab.ano.

Agradecimentos são aqui registrados ao Dr. Aale A. Pasveer, do Instituto de Pesquisas da Engenharia de Saúde Pública TNO, da Holanda, Terras Baixas, pelas sugestões e críticas que nos forneceu durante a realização deste trabalho. Recentemente, ou seja, em 6-6-1972 o Dr. Pasveer assim nos escreveu: «Thank you for your letter of the 3rd May, with the information on the oxidation ditches which are now in operation in your country».

I am very much interested in the results which are obtained with these ditches and if any difficulties are encountered in the management. What are the average daily temperatures?

LEITOS DE SECAGEM



We have only little information in the performance of oxidation ditches in regions with high temperature.»

Estendemos nossos agradecimentos aos colegas Eng.<sup>os</sup> Fuad Kotait e Walner Marincek pela leitura dos originais deste trabalho bem como pelas valiosas sugestões críticas apresentadas.

## A — APENDICE

### A.1 — Decantador «Dortmund»

Decantador cilíndrico-cônico, para a vazão média diária de 100 m<sup>3</sup>/dia.

Tempo de detenção = 2 h

Taxa de aplicação = 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia

Área necessária:

$$A = 100 \text{ m}^3/\text{dia} / 25 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia} = 4 \text{ m}^2$$

Diâmetro:

$$4,00 \times 4,00 = 3,14 \times D^2 \text{ logo } D^2 = 5,00 \text{ m}^2 \\ D = 2,25 \text{ m}$$

Capacidade do Decantador:

$$\text{Tempo de detenção} = \frac{\text{Capacidade do decantador}}{\text{Vazão média diária}}$$

$$2 \text{ h} = \frac{100 \text{ m}^3/20 \text{ h}}{C} \text{ logo } C = 10 \text{ m}^3$$

Altura da parte cilíndrica: H<sub>1</sub> = 2,00 m

Altura da parte cônica: H<sub>2</sub> = 1,50 m

Altura total: H = 3,50 m

As paredes inclinadas da parte cônica formam um ângulo de 53° com a horizontal.

Tubulação influente tem diâmetro de 0,30 m.

Tubulação efluente para o lodo tem diâmetro de 0,15 m, e inclinação de 0,02 m/m.

Os efluentes líquidos seguem por uma tubulação de manilhas de grés cerâmico para os lagos. Diâmetro da tubulação: 0,20 m.

### A.2 — Leitões de secagem

Área necessária, levando-se em conta a taxa contribuinte «per capita» de 0,035 m<sup>2</sup>/hab.:

$$A = 900 \text{ hab.} \times 0,035 \text{ m}^2/\text{hab.} = 32 \text{ m}^2 \text{ (aprox.)}$$

Serão construídas duas células, cada uma com 16 m<sup>2</sup> e dimensões de 2 m × 8 m. O fundo

de cada leito de secagem será atijolado porém as juntas entre os tijolos não serão preenchidas por argamassa de cimento ou argamassa de cal e areia, possibilitando desse modo a extração do lodo digerido e a ser secado. As paredes dos leitos de secagem poderão ser construídas em alvenaria de tijolos.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Para a elaboração deste trabalho foram consultadas as seguintes publicações:

1. ARRUDA PESSOA, Constantino — Operação de Valos de Oxidação (Notas mimeografadas) — CETESB, Div. Trein. Assist., São Paulo, 1971.
2. BAARS, J. K. — El Usos de Zanjas de Oxidacion en el Tratamiento de Aguas Cloacales Procedentes de Colectividades Pequeñas — O.P.S. Boletim, Vol. 54, N.º 3, EE.UU., Março, 1963.
3. BRANCO, Samuel M. — Princípios Biológicos em Valos de Oxidação e Lagoas Aeradas (Notas Mimeografadas) — CETESB, Div. Trein. Assist., São Paulo, 1971.
4. DÓRIA, Alir — Sistema de Tratamento dos Esgotos Sanitários do Núcleo Residencial da COMASP em Mariporã — Tecnosan Eng. San. Ltda., São Paulo, Novembro, 1969.
5. HESS, Max Lothar — Histórico, Conceitos e Aplicação do Processo — CETESB, Div. Trein. Assist., São Paulo, 1971.
6. HESS, Max Lothar — Projeto dos Valos de Oxidação de Riacho Grande, S. Bernardo do Campo — Planidro, Eng. Consult. S/A., São Paulo, 1961.
7. IMHOFF, Karl — Manual de Tratamento de Águas Residuárias — Edit. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1966.
8. JORDAO, Eduardo Pacheco — Valo de Oxidação — Curso: Tratamento de Esgotos Domésticos — CETESB, Div. Trein. Assist., São Paulo, 1970.
9. MUSKAT, Josef e BAARS, J. K. — Oxygenation of Water by Bladed Rotors — Report No. 28 — Res. Inst. Public Health Engineering TNO, Delft, Holland.
10. PASVEER, Aale A. — The Use of the Oxidation Ditch for the Purification of Domestic and Industrial Wastes — Report No. 232 — Res. Inst. Public Health Engineering TNO, Delft, Holland.
11. PERA, Armando Fonzari — Comunicação Preliminar sobre o Funcionamento de um Valo de Oxidação, com Perspectiva de Reaproveitamento de Água — Revista DAE, No. 59, São Paulo, Dezembro, 1959.
12. ZEPER, J. — Large-Size Oxidation Ditch, «Carousel» (R) — Res. Inst. Public Health Engineering TNO, Delft, Holland, 1969.