

UMA SOLUÇÃO PARA HOMOGENEIZAR DIGESTORES ANAERÓBIOS

Engenheiro MANUEL OSVALDO SENRA ALVARES
DA SILVA*

SUMÁRIO

A finalidade da comunicação é apresentar a solução que foi dada para o sistema de homogeneização do lodo em digestão, na Estação de Tratamento de Esgotos de Pinheiros, em São Paulo.

I — INTRODUÇÃO

Após entrar em operação, a Estação de Tratamento de Esgotos de Pinheiros, apresentou alguns problemas de operação durante a fase da digestão anaeróbia dos lodos primários, problemas estes provenientes em sua grande parte, pela deficiência do Sistema de Homogeneização dos Lodos.

Sabe-se que a sementeira de lodo fresco com o lodo em digestão, acompanhada de uma mistura eficiente, melhora grandemente a velocidade da digestão. Isso é facilmente compreensível, pois sendo a digestão um processo fermentativo, o contato do substrato com os microorganismos é fator indispensável para o melhor rendimento do processo.

Vários são os dispositivos utilizados para essa mistura interna nos digestores e, entre os principais, citamos:

- 1 — Mistura por meio de bomba tipo parafuso - Fig. 1.

- 2 — Mistura através de gases produzidos pela própria digestão - Fig. 2.
- 3 — Mistura utilizando-se aeradores de superfície - Fig. 3.

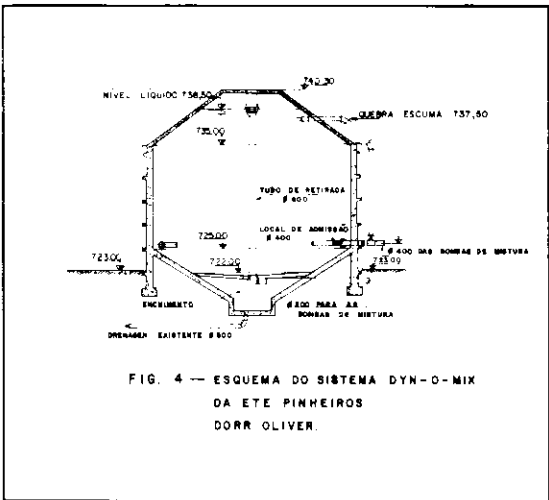
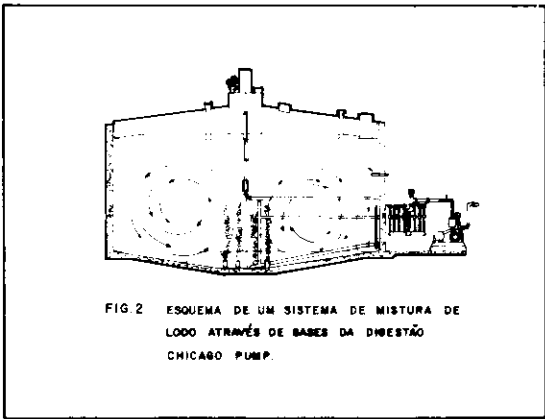
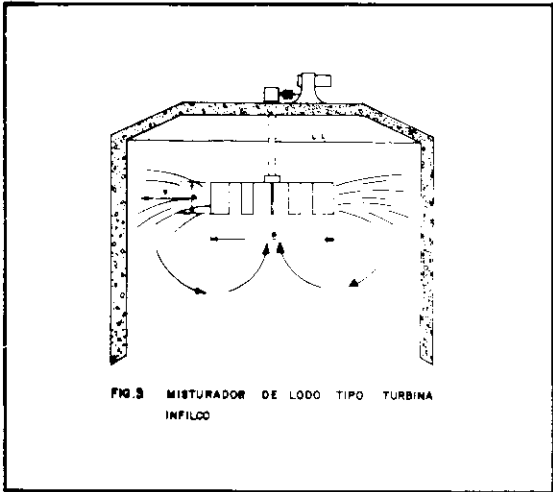
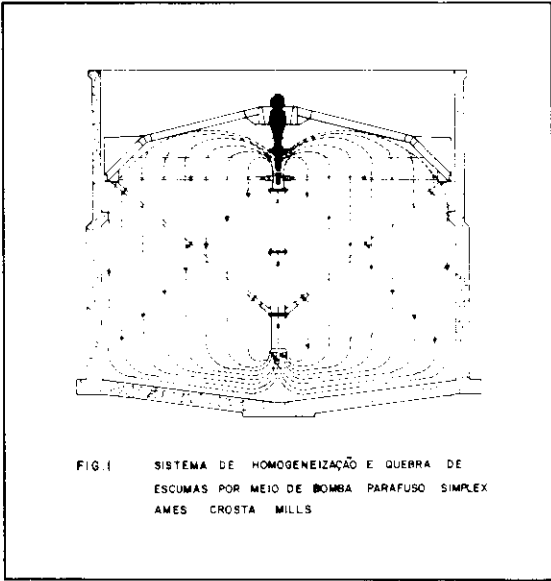
II — OS DIGESTORES DA ETE/PINHEIROS

O projeto original da ETE/Pinheiros previu a construção de 4 tanques de digestão, cada um com volume de 4.408 m³ e diâmetro de 20,00 m. Três destes tanques seriam cobertos e estariam providos de sistema de recirculação, mistura, coleta de gases e transferências diversas comuns aos digestores primários. O quarto tanque, sem equipamento algum, seria



Foto 1 — Os digestores da ETE situam-se próximos à zona residencial do bairro de Pinheiros.

* Superintendente de Tratamento e Disposição Final de Esgoto, da SABESP.



aberto e funcionaria como um tanque de acumulação de lodos digeridos, foto 1.

III — O SISTEMA DE MISTURA

Após a conclusão das obras civis foi adquirido da Dorr Oliver, um sistema de homogeneização modelo Dyn-O-Mix, através de bombas de tipo fluxo axial, cada bomba com capacidade de 380 l/s, sendo então instalado para homogeneizar o lodo em cada um dos digestores. Neste tipo de sistema Dyn-O-Mix (Dorr Oliver) o lodo é succionado na superfície do

tanque, pela parte central e reintroduzido tangencialmente perto do fundo, provocando um movimento giratório em todo o volume do digestor.

IV — OS PROBLEMAS SURTIDOS

O início de operação de um digestor anaeróbio é acompanhado quase sempre de alguns problemas que podem ser de ordem física, como vazamentos em tubulações, escape de gases e até mesmo algumas fendas poderão surgir na estrutura de concreto. Sanadas estas

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA DE HOMOGENEIZAÇÃO

MOTORES	
Fabricação	GE
N.º de unidades	3
Potência	75 HP
Rotação	1170 rpm
Tensão	220/380 V

BOMBAS	
Fabricação	Morris
Tipo	Centrifuga
N.º de unidades	3
Vazão nominal	380 l/s
Sucção e descarga	350 mm
Tubulação central	600 mm

dificuldades, surgirão novas complicações, já de natureza química e biológica, uma vez que a digestão anaeróbia nada mais é que um processo metabólico de nutrição e respiração anaeróbia de microorganismos. Surgirão então medidas operacionais de controle visando obter um regime normal de trabalho:

- 1 — Alimentação correta de lodo cru;
- 2 — Controle da temperatura;
- 3 — Homogeneização do lodo em digestão;
- 4 — Análises físico-químicas para a operação normal e verificação da qualidade do processo.

Na Estação de Tratamento de Esgotos de Pinheiros, a fase da fermentação ácida, que é o estágio inicial de um processo de digestão, pre-

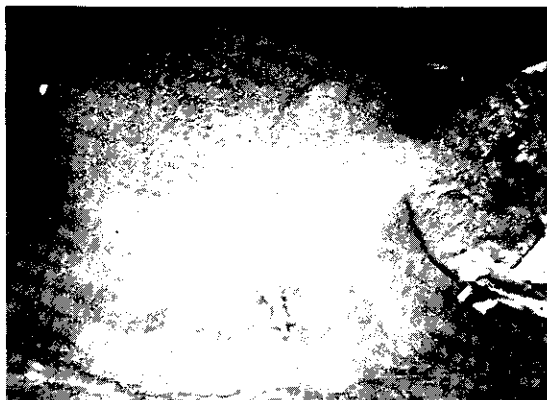


Foto 2 — As espumas saíam pelo topo dos digestores causando sérios problemas.

dominava continuamente nos digestores. Isso acarretava uma produção intensa de espumas que chegavam a penetrar pelas linhas de gás, com sérios problemas de manutenção como: limpeza, desmontagens e montagem de válvulas de alívio, válvulas cortachamas e lavagem interna das tubulações de gases e externa dos digestores e pisos diversos, foto 2. Ainda mais, estando esta fase ácida sob a ação das bactérias saprófitas (bactérias da putrefação) o odor despreendido dos digestores incomodava continuamente as áreas vizinhas a ETE. Localizada no bairro de Pinheiros, onde se encontram belas residências, por diversas vezes fomos visitados pela Sociedade dos Amigos do Bairro com protestos, pedidos e solicitações para que o problema fosse resolvido rapidamente. A explicação técnica aos leigos é uma tarefa difícil de ser conseguida e embora tentássemos transmitir o que realmente acontecia, éramos obrigados a reconhecer que não os convencíamos.

V — A PROCURA DE UMA SOLUÇÃO

Para combater essa etapa problemática de



Foto 3 — A adição de cal para a correção do pH do lodo nos adensadores não logrou êxito.

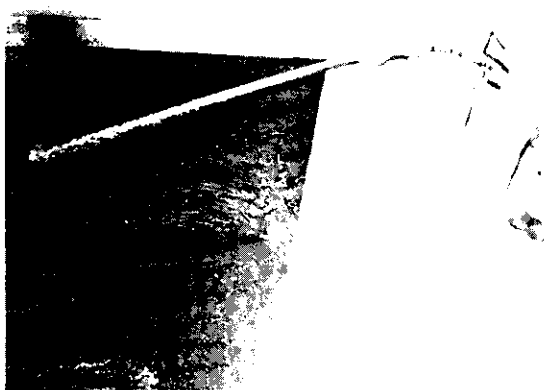


Foto 4 — A limpeza das diversas áreas acarretava alto consumo de água e constante ocupação dos operadores.

operação dos digestores, foram instalados dispositivos de quebra espuma, utilizando-se água sob pressão mas foram insuficientes para resolver o problema. A adição de cal nos adensadores para tentar neutralizar os ácidos produzidos também não logrou êxito, embora fosse tentada por vários dias, foto 3. A fermentação ácida fazia com que a espuma se elevasse rapidamente e escorresse pelo topo dos digestores. A tarefa de limpeza aumentava e com isso o consumo de água crescia chegando mesmo a faltar água para o abastecimento normal da área industrial da ETE e mesmo nas áreas administrativas — (banheiros, pias, cozinhas) — foto 4.

VI — A ANÁLISE DO PROBLEMA

Uma análise detalhada da situação foi levada a efeito considerando-se que condições ácidas do lodo em digestão com excesso de espuma, indicava uma deficiência no processo. Sabíamos que havia um desequilíbrio entre o lodo cru adicionado e o lodo na digestão. Foram então estudados alguns fatores isoladamente e em conjunto.

1 — Verificação da quantidade correta de sólidos voláteis introduzidos diariamente nos digestores: Esta quantidade foi calculada e procedeu-se a uma análise do lodo em cada momento de bombeamento para o interior dos digestores.

Tínhamos como dados:

Volume útil do digestor	4.250	m ³
Densidade do lodo	1,1	kg/l
Vazão da bomba de lodo bruto	9,0	l/s
Concentração do lodo	8	%
Matéria Volátil	80	% (70,4 kg/m ³)
Alimentação correta	2,1	kg/m ³ x dia de matéria volátil.

a — Para um volume do digestor igual a 4.250 m³ teremos de introduzir por dia:

4.250 m³ x 2,1 kg/m³ x dia = 8.925 kg/dia de material volátil.

b — Sendo a concentração do lodo bruto igual a 8% de sólidos (existe adensador de lodo), dos quais 80% são constituídos de matéria volátil.

70,4 kg/m³ de lodo bruto é matéria volátil

c — Cálculo do total de lodo a ser bombeado por dia:

$$\frac{8.925 \text{ kg/dia}}{70,4 \text{ kg/m}^3} = 126,775 \text{ m}^3/\text{dia} = 126,775 \text{ l/dia}$$

d — Cálculo da Programação de bombeamento:

$$\frac{\text{Volume diário } 126,775 \text{ l/dia}}{\text{Vazão da bomba } 9,0 \text{ l/s}} = 14,086 \text{ seg./dia}$$

Quanto mais freqüente é a introdução do lodo cru nos digestores, melhor é o desenvolvimento do processo de digestão. Assim, para 12 bombeamentos diários conseguiu-se manter uma concentração constante de 8% de sólidos no adensador de lodo. Foi elaborado o seguinte quadro de bombeamento:

$$\frac{14,086 \text{ segundos}}{12} = 1,173 \text{ segundos}$$

cada um dos bombeamentos teria a duração de 1.173 segundos, ou melhor, de 20 minutos.

2 — Controle da temperatura do digestor

— Na época que ocorreram tais dificuldades, o sistema de aquecimento dos digestores não estava ainda liberado para a operação, de tal modo que a variável, controle de temperatura não foi alterada.

3 — Verificação do sistema de homogeneização

— Quando se conseguia diminuir a produção de escumas, cessando a alimentação de

BOMBEAMENTO DE LODO BRUTO A 8%	
INICIO	TÉRMINO
24,00	24,20
02,00	02,20
04,00	04,20
06,00	06,20
08,00	08,20
10,00	10,20
12,00	12,20
14,00	14,20
18,00	18,20
20,00	20,20
22,00	22,20
TOTAL DIÁRIO	13.200 seg.

lodo bruto e com a ajuda de jatos de água sob pressão, era medida a camada de espuma existente no topo dos digestores.

Muitas vezes, essa camada era de mais de 2,0 m de altura. Observou-se que, após algumas horas de repouso e com contínua quebra das escumas com jatos de água, ocorria um funcionamento perfeito do sistema de homogeneização para logo a seguir cair a amperagem das bombas, conseqüentemente não havendo mais sucção, mistura, e nem ocorria mais a quebra de escumas pelo topo dos digestores.

Verificações e tentativas diversas nos levaram a seguinte conclusão: se não permitíssemos a formação de escumas "quebrando-as" continuamente, conseguiríamos fazer funcionar o sistema de homogeneização, uma vez que a sucção pelo processo Dyn-O-Mix é pelo topo. Pela conformação tronco-cônica dos digestores estava ocorrendo o seguinte: enquanto uma camada de escumas de 50 cm de altura se situava na parte cilíndrica dos digestores ocupando determinado volume, quando se deslocava para a área de sucção, 3,50 m acima da base do cone, este mesmo volume, formava um tronco de cone de espuma, com uma altura de

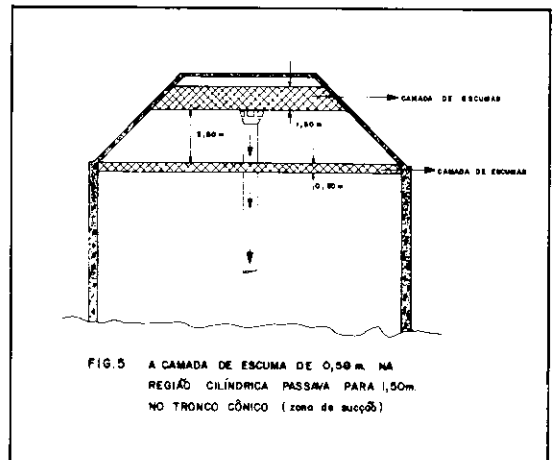


FIG.5 A CAMADA DE ESCUMA DE 0,50 m NA REGIÃO CILÍNDRICA PASSAVA PARA 1,50m NO TRONCO CÔNICO (zona de sucção)

1,50 m justamente no nível da sucção. (Fig. 5). Com a formação contínua das escumas no processo fermentativo elas acabavam por descer pela tubulação de sucção, ocasionando a perda da escorva das bombas, e então, cessando a mistura do lodo em digestão com o lodo bruto introduzido. O grande problema situava-se pois na destruição contínua das escumas e na homogeneização do lodo.

VII — A SOLUÇÃO ADOTADA

Vinte e quatro registros de 400 mm existem para a transferência de lodo de um digester para outro e para que uma bomba atenda a cada um dos três digestores.

Foram estudados vários arranjos com pequenas modificações nas tubulações e mesmo nas deslocções da posição das bombas, sempre tentando evitar ao máximo uma mudança completa no sistema já existente. Todavia, conforme mostra a foto 5, o complexo arranjo dessas tubulações de grande diâmetro e pesados registros, dificultava remanejamentos diversos.

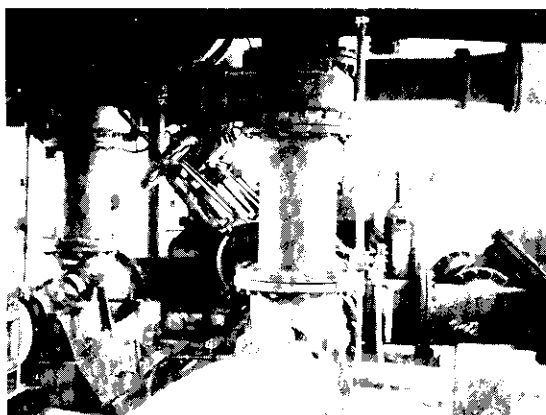


Foto 5 — O complexo arranjo de pesadas tubulações dificultava remanejamentos diversos.

Tínhamos diante de nós um problema e sabíamos que para resolvê-lo seria necessário fazer uma mudança, ou melhor, um rearranjo no sistema de homogeneização e quebra-escumas. Como fazê-lo?

Leonardo da Vinci certa vez exclamou: "Se tens que lidar com água, consulta primeiro a experiência e depois a razão". No nosso caso, era lodo em digestão, mas partimos do seguinte raciocínio: quais os tipos de quebra-escumas existentes nos vários digestores em diferentes Estações de Tratamento de Esgotos? Com o sistema existente na ETE Pinheiros seria possível adaptá-lo a um desses outros sistemas sem fazer grandes modificações?



Foto 6 — 4 janelas foram abertas no fundo da tubulação central original e por aí feita a sucção.

Após extenuantes pesquisas conseguimos encaixar o que procurávamos com o que possuíamos.

1 — Não havia quebra de escumas porque a bomba não trabalhava continuamente perdendo a escorva em poucos minutos. A sucção sendo por cima em vez do lodo líquido penetrar pela tubulação e atingir a bomba, o que penetrava era escuma, cujas características de fluidez não permitiam um funcionamento contínuo. Era necessário pois fazer a sucção da bomba na camada líquida e não na zona de formação de escumas. Para isso, então fizemos 4 janelas na tubulação central de sucção, próxima ao fundo dos digestores. (Fig. 7 e Foto 6).

Estava vencida a primeira dificuldade pois a sucção da bomba passou a operar com lodo líquido e a bomba não tinha mais nenhum problema.

2 — A experiência com digestores tem mostrado que não existe grandes transtornos com escumas, quando estas são quebradas no topo, por um sistema tipo chuveiro, isto é, uma camada líquida é lançada sobre a superfície livre do lodo no interior do digester. Para obtermos isso com o que possuíamos, foi ligado o recalque da bomba na tubulação central de 600 mm, colocado um flange cego isolando o recal-

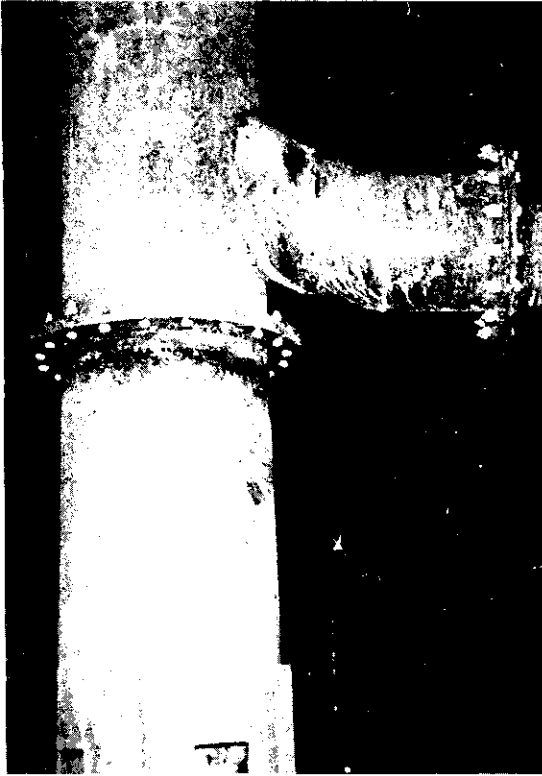


Foto 7 — Vista do Flange cego, recalque e sucção do novo sistema de homogeneização.

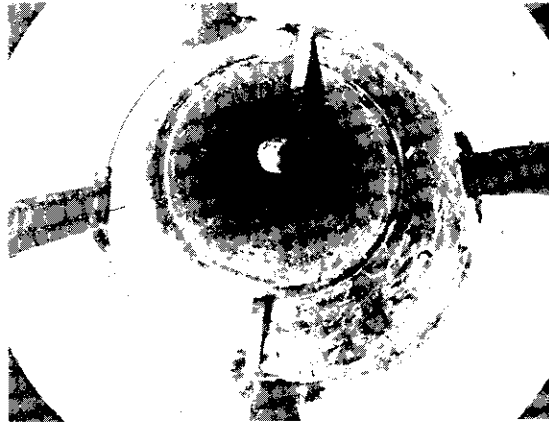
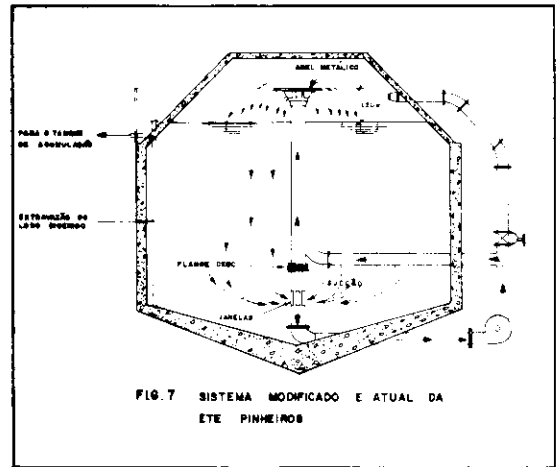
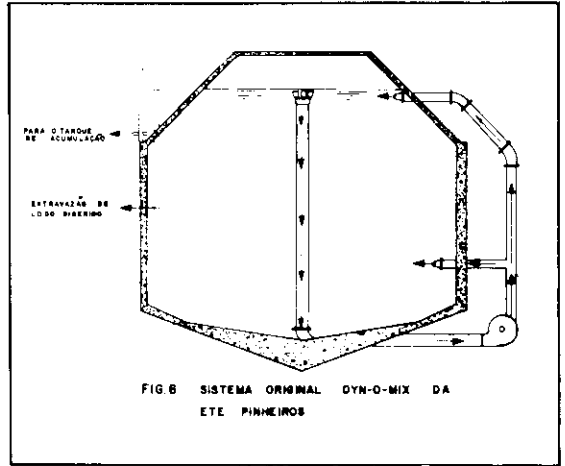


Foto 8 — Um anel metálico foi instalado no topo para promover maior dispersão do líquido recalado.



que da sucção (Fig. 7 e Foto 7) e no topo do tubo central instalado uma aba de chapa metálica para promover uma maior dispersão do líquido (Foto 8). A tubulação de extravazão de lodo digerido para o tanque de acumulação foi então rebaixada ao máximo de tal forma que tivéssemos uma queda livre de 1,20 m de lodo bombeado sobre a superfície líquida. (Fig. 6 e 7 ilustram os sistemas de homogeneização anterior e posteriormente à modificação) (Fotos 7 e 8).

ANÁLISES DE ROTINA

pH
 Sólidos totais
 Sólidos voláteis
 Redução de sól. vol.
 Sólidos fixos
 Alcalinidade total
 Acidez volátil
 Relação $\frac{\text{acidez}}{\text{alcalinidade}}$
 Temperat. (s/ aquecimento)

LODO BRUTO

5,4
 75.900 mg/l
 60.100 mg/l
 —
 15.800 mg/l
 —
 —
 —
 22,00°C

LODO DIGERIDO

7,3
 31.758 mg/l
 15.890 mg/l
 75%
 15.868 mg/l
 3.780 mg/l
 450 mg/l
 0,11
 29,00°C

VIII — CONCLUSÃO

Terminadas as mudanças no sistema de homogeneização passou-se a alimentar normalmente os digestores com lodo bruto e a digestão entrou em regime, não mais havendo problemas de escumas, mau cheiro ou perturbação na área da digestão. O controle diário do lodo digerido e lodo bruto permitem uma cor-



Foto 9 — Após as modificações efetuadas a produção e queima do metano não foi mais paralisada.

reta operação e os resultados analíticos do lodo digerido não poderiam ser melhores. A produção e queima do gás metano é mostrado na foto 9.

BIBLIOGRAFIA

1. AZEVEDO Netto, José Martiniano de & HESS, Max Lothar — **Tratamento de águas residuárias**. São Paulo, Salesianas, 1970.
2. Water Pollution Control Federation — **Operation of wastewater treatment plants** (Manual of Practice, n.º 11). Washington, WPCF, 1964.
3. IMHOFF, Karl — **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo, Edgard Blücher, 1966.
4. FAIR, Gordon Masberv (e outros) — **Purificación de aguas y tratamiento y remoción de aguas residuales**. México, Limusa — Wiley, 1971.
5. BRADLEY, Robert Michael — **Parameters of control: anaerobic digestion**. São Paulo, SABESP, 1974.
6. HAMILTON, Dan — **Sewage works manager report**. Andover, Sewage Works, 1972.
7. COTTON, Peter — **Annual report Norwich, Sewage Purification Works**, 1971.
8. Water Pollution Control Federation — **Anaerobic sludge digestion** (Manual of Practice, n.º 16) Washington; WPCF, 1968.
9. PESSOA, Constantino Arruda & JORDÃO, Eduardo Pacheco — **Tratamento de esgotos domésticos**. São Paulo. CETESB 1971.