

OBSERVAÇÕES SOBRE O FUNCIONAMENTO DE UMA LAGOA AERADA

ROBERTO E. B. CENTURIÓN (*)
ARISTIDES A. ROCHA (**)

1. INTRODUÇÃO

Encontra-se em atividade na cidade de Pacaembu, SP, localizada no denominado sertão do rio Paraná, uma estação de tratamento para despejos urbanos, que funciona à base de aeração mecânica.

O pioneirismo deste método entre nós, e suas peculiares condições de desempenho tem despertado o interesse de sanitaristas. Nestes termos, em atendimento a solicitação da Diretoria de Controle da Poluição das Águas — CPA, foram efetuados levantamentos e análises com o intuito de proceder a verificação das condições de funcionamento do referido sistema, usualmente conhecido como lagoa de estabilização mecanicamente aerada.

2. OBSERVAÇÕES SOBRE O SISTEMA E SUA OPERAÇÃO

2.1. Sistema e operação

O sistema de tratamento é constituído de grades, caixas de areia, medidor Parshall e lagoa aerada. O efluente desta célula aerada sofre cloração, sendo em seguida conduzido ao córrego receptor, de pequena vazão.

A lagoa apresenta forma de elipse, possuindo dois aeradores, cada qual ocupando um foco desta.

A aeração artificial é promovida por aeradores mecânicos iguais, também conhecidos por rotores de aeração de eixo vertical ou aeradores de superfície, empregando rotores do tipo «Vortair» da Infilco, classificados como do tipo turbina. Os dados de chapa dos dois aeradores de superfície empregados são:

Unidades tipo Vortair da Infilco (compostas de motor-redutor-rotor), onde:

- Motores elétricos
 - 2 unidades, marca Búfalo (modelo A-11), regime contínuo, cada uma com:
 - 20 cv
 - trifásico
 - 220/380 V
 - 50/60 Hz
 - 1720 RPM (60 Hz)
 - isolamento classe A
- Redutores de velocidade
 - 2 unidades
 - marca Cestari (tipo RDN-3)
 - capacidade: 18 HP
 - relação de redução: 1:23
- Rotores tipo Vortair da Infilco
 - 2 unidades
 - n.º de rotações no eixo de saída 75 rpm
 - rotor sem número de catálogo.

(*) Engº da Gerência de Estudos e Pesquisas da CETESB.

(**) Biologista da Gerência de Estudos e Pesquisas da CETESB e Docente da Faculdade de Saúde Pública da USP.

A população de projeto atinge 13.700 habitantes, sendo que atualmente o sistema recebe esgoto de 442 ligações, representando a contribuição de cerca de 2.200 habitantes. Os despejos, cuja vazão e temperatura são apresentados na Tabela n.º 1, têm acesso à lagoa, por intermédio de duas entradas submersas, abaixo dos aeradores.

A bacia de operação é escavada em terra, semi-eixos 14 e 27 m, taludes 1:1, borda livre 0,5 m, fundo arenoso, tendo

sido colocada camada de argila para diminuir perdas por infiltração.

As profundidades medidas na lagoa foram: média 1,80 m e máxima 2,50 m, junto a um dos aeradores. A altura de lodo em cerca de um ano e meio de operação, registrou uma média de 10 cm, concentrado na saída.

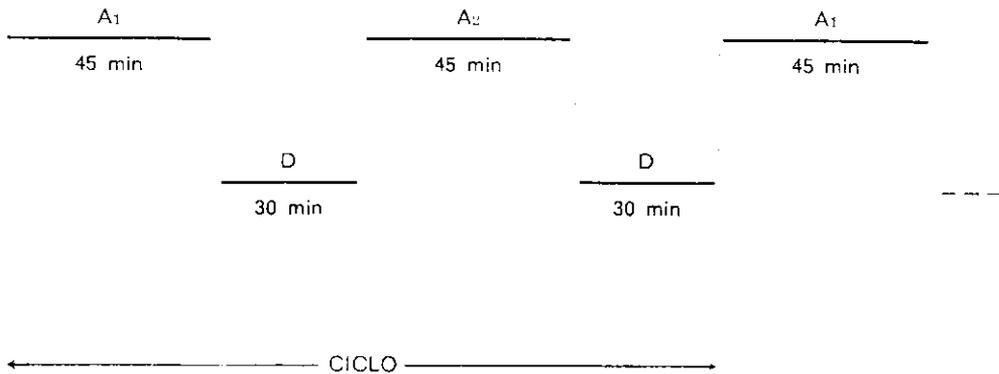
O regime de trabalho dos aeradores é descontínuo, permanecendo estes completamente parados durante 9 horas (pe-

TABELA N.º 1
Vazões e Temperaturas
Lagoa Aerada de Pacaembu

Hora	Vazões (l/s)		Temperaturas do Ar (°C)		Temperaturas dos Esgotos (°C)	
	10-4-72	13-9-72	10-4-72	13-9-72	10-4-72	13-9-72
5 h	—	0,8	—	22,0	—	23,0
6 h	—	1,2	—	23,0	—	23,0
7 h	4,3	2,9	22,0	20,5	27,0	23,0
8 h	7,5	8,5	20,0	21,0	27,0	24,0
9 h	6,7	8,5	21,0	22,0	27,0	24,0
10 h	7,5	6,7	23,0	21,0	27,0	24,0
11 h	6,7	6,7	26,0	21,0	28,0	24,0
12 h	5,0	7,5	28,0	21,0	28,0	24,0
13 h	6,7	9,4	29,0	20,0	28,0	24,0
14 h	6,7	8,5	29,5	21,5	28,0	24,0
15 h	5,8	5,0	29,0	21,5	28,0	23,0
16 h	6,7	5,0	30,0	21,0	28,0	23,0
17 h	3,5	4,3	29,5	21,0	28,0	23,0
18 h	4,3	4,3	26,5	21,0	28,5	23,0
19 h	4,3	3,5	21,0	20,0	27,0	23,0
20 h	2,3	2,3	20,0	20,0	27,0	23,0
21 h	2,3	—	19,5	—	27,5	—
22 h	0,8	—	18,0	—	27,0	—

riodo noturno). Nas restantes 15 horas o aerador 1 funciona 4 h 30 min o mesmo

ocorrendo com o aerador 2. O esquema de funcionamento é o que segue:



Durante 45 minutos, suponha-se que o aerador A 1, por exemplo, funcione. Em seguida, por 30 minutos, os dois aeradores permanecem desligados (D). Segue-se mais 45 minutos com o funcionamento do aerador A 2 e nova pausa de 30 minutos com os dois aeradores desligados (D). O ciclo, então, recomeça.

O comportamento da lagoa aerada, dentro das condições vigentes de operação, pode ser traduzido pela tabela que se segue apresentando valores médios de amostras compostas coletadas em três dias diferentes ao longo de 24 horas (tabela 2).

TABELA N.º 2

Quadro de Valores Médios
Lagoa Aerada de Pacaembu

Determinações	Entrada	Saída
DBO (mg/l) (amostra não filtrada)	233	50
DQO (mg/l)	378	212
NMP (Coliformes Totais/100 ml)	$33 \cdot 10^7$	$11 \cdot 10^6$
NMP (Coliformes Fecais/100 ml)	$81 \cdot 10^6$	$37 \cdot 10^5$
pH	7,06	7,33
Resíduo Total (g/l)	0,546	0,538
Resíduo Fixo (g/l)	0,267	0,269
Resíduo Solúvel (g/l)	0,384	0,402
Matéria Orgânica (g/l)	0,289	0,302
Matéria em Suspensão (ml/l)	0,178	0,139
Resíduo Sedimentável (ml/l)	2,8	0,1
Cor mg ^{Pt} /l)	100	250
Turbidez (U.J.T.)	56	54
Vazão (l/s)		5,19
Temperatura dos Esgotos na Lagoa (°C)		25
O.D. (mg/l) (com sol)		1,2

Observa-se, portanto, que a ETE apresenta as seguintes reduções:

$$\eta \text{ DBO} = 78,5\%$$

$$\eta \text{ DQO} = 43,9\%$$

$$\eta \text{ coli-fecais} = 95,5\% \text{ (antes da cloração)}$$

Relatam os operadores que há desprendimento de odores desagradáveis, quando, após 9 horas noturnas de parada, um aerador é ligado — o que se deve provavelmente a um desenvolvimento de anaerobiose na célula aerada. Deve-se ainda ressaltar que o efluente arrasta lodo em suspensão. Por outro lado, nas condições atuais, é impraticável um teste de reoxigenação para avaliação de transferência de oxigênio pelos aeradores de superfície. Entretanto, unidades de aeração mecânica são avaliadas, usualmente, pelo fabricante, como capazes de fornecer oxigênio na faixa de 1,8 a 2,1 kg O₂/CVh, em água limpa.

2.2. Aspectos biológicos

As lagoas de estabilização geralmente apresentam condições ideais para o desenvolvimento de organismos fotossintetizantes. A grande quantidade de nutrientes, a boa penetração da luz devido a pouca profundidade e, a característica do ambiente lêntico, propiciam a proliferação das algas fundamentais ao processo de estabilização do material orgânico constituinte do esgoto.

Em lagoas aeradas, as algas em geral ocorrem em pequeno número sendo, portanto, de influência pouco significativa na capacidade estabilizadora do sistema.

Na lagoa aerada de Pacaembu, em relação ao desenvolvimento de organismos do fitoplancton, observa-se o fenômeno oposto. O número de algas é bastante elevado (tabela n.º 3) sendo mesmo compatível ao que é normalmente encontrado em sistemas clássicos de lagoas de estabilização.

Os gêneros predominantes **Ankistrodesmus** e **Chlorella** são também típicos dessas lagoas.

Esse desenvolvimento de algas é porém perfeitamente explicável. Como há

TABELA N.º 3

Algas Encontradas

Gênero	Grupo
Ankistrodesmus	Verdes
Chlorella	Verdes
Scenedesmus	Verdes
Trachelomonas	Fitoflagelados
Oocystis	Verdes
Euglena	Fitoflagelados
Micractinium	Fitoflagelados
Selenastrum	Fitoflagelados
Lepocinclis	Fitoflagelados

Demais organismos encontrados: Protozoários. Lodo totalmente anaeróbico na saída da lagoa, não continha organismos bentônicos.

grande quantidade de sais minerais nutrientes e boa penetração da luz, pelo fato de os aeradores funcionarem apenas em certos períodos durante o dia, a lagoa funciona também como lagoa de fotossíntese.

Convém salientar, que embora não se tenha quantificado a taxa de oxigênio endógeno fornecida ao sistema, observou-se que o teor de oxigênio nos dias de maior intensidade luminosa foi sempre superior aqueles dos dias nublados (tabela 4).

TABELA N.º 4

Oxigênio Dissolvido

Dia/Hora	O.D. (mg/l)	Tempo
18-03-72/10 h	0,9	Sol
18-03-72/12 h	1,2	Sol
25-04-72/ 4 h	Zero	Noite
25-04-72/10 h	0,9	Sol
25-04-72/16 h	1,2	Sol
25-04-72/21 h	1,2	Noite
13-09-72/ 9 h	Zero	Encoberto
13-09-72/12 h	0,4	Tempo claro c/ chuva
13-09-72/15 h	Zero	Chuva
14-09-72/10 h	1,6	Sol

Na saída da lagoa, notou-se a existência de grande quantidade de larvas de insetos, predominando as de mosquitos (Diptera) Chironomidae. Tal proliferação,

é facilitada pelas gramineas que afloram em toda a borda da lagoa e ainda, pelo arraste de lodo em suspensão no efluente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trata-se de um sistema de tratamento de esgotos sanitários que está recebendo uma carga poluidora, em termos de DBO, de cerca de seis vezes menos que aquela de projeto. Nestas condições, está apresentando boa eficiência, funcionando também como lagoa fotossintética.

A potência instalada apresenta características de super dimensionamento e no futuro, quando a carga poluidora atingir a população de projeto, poder-se-á verificar que o tempo de detenção irá acusar valor inferior ao comumente citado em bibliografia especializada.

Alternativas que se afiguram, e citadas como incrementadoras de eficiência

em estações de tratamento deste tipo, são: recirculação do lodo e tratamento do efluente da lagoa aerada, em série, com lagoa facultativa.

Cumprе sugerir, ainda, no caso de funcionamento intermitente, o uso de um dispositivo controlador de O.D. na lagoa. Esse monitor acoplado aos dispositivos de partida e parada dos aeradores, teria a função de garantir em qualquer instante um mínimo de O.D. de 1 a 2 mg/l.

B I B L I O G R A F I A

- BRANCO, S. M. — Aspectos Biológicos; o Plac-
ton in Lagoas de estabilização, USP/OPS/OMS,
1967.
- CENTURIÓN, R. E. B. e ROCHA, A. A. — Lagoa
aerada de Pacaembu — Relatório Interno CE-
TESB/CPA, S. Paulo, out. 1972 (mimeografado).
fado).
- GLOYNA, E. F. — Waste Stabilization Ponds, World
Health Organization, Geneva, 1971.