

# A Estação Experimental de Tratamento de Esgotos Jesus Netto

Eng. José Martiniano de Jesus Netto  
Eng. Hissashi Kamiyama

## 1 Introdução

Definido inicialmente o Sistema de Esgotos como sendo o conjunto de redes coletoras, coletores-troncos, interceptores e mais a Estação de Tratamento de Esgotos, é natural, do ponto de vista operacional da ETE, ser necessário que se conheça o Sistema como um todo, isto é, que se tenha o exato conhecimento das áreas contribuintes, suas características, estado de conservação das redes etc. Somente de posse destas informações concretas torna-se possível uma operação racional, eficiente e condizente com as capacidades de uma ETE.

Devido à escassez das informações mais recentes acerca do Sistema Ipiranga, o DTE-Departamento de Tratamento de Esgotos realizou, juntamente com as equipes do DIE-Departamento de Interceptores e Elevatórias e do DAT-Departamento de Apoio Técnico, um levantamento detalhado do Sistema, definindo as áreas contribuintes, assim como a capacidade real da ETE do Ipiranga. O trabalho teve início em outubro de 1983 e terminou em janeiro de 1984.

## 2 Antecedentes históricos

O paulista João Pedro de Jesus Netto foi o primeiro técnico brasileiro a estudar as modernas técnicas de tratamento de esgotos e de controle da poluição dos cursos d'água.

Os seus artigos publicados na revista do Instituto de Engenharia e na nossa revista tornaram-se clássicos na literatura técnica da Engenharia Sanitária brasileira.

Na década de 30, Jesus Netto, sentindo a necessidade de pesquisar a depuração de águas servidas em nosso meio, com o objetivo de determinar a qualidade dos nossos efluentes e de estabelecer os critérios e parâmetros locais para o seu tratamento, convenceu a diretoria da RAE a aprovar projeto e construiu a primeira Estação Depuradora Experimental na Ponte Pequena.

Limitado pelo espaço disponível e pela modéstia da instalação inicial,

Jesus Netto sonhava com uma instalação melhor, com maiores possibilidades para investigar o processo de lodos ativados que havia sido desenvolvido há poucos anos.

Na ocasião a antiga RAE estava sendo pressionada a dotar o bairro do Ipiranga de rede de esgotos, mas como esse bairro era distante do sistema existente, não havendo possibilidades, na ocasião, para se construir o interceptor da margem esquerda do Tamanduateí, o eng.º Bráulio Borges, então chefe da Segunda Seção Técnica (Esgotos), decidiu-se a construir uma estação de tratamento para solução local. Jesus Netto aproveitou-se da ocasião e, tirando proveito de um projeto de estação experimental proposto para a Argentina, projetou a Estação de Tratamento de Esgotos do Ipiranga, compreendendo grades e caixas de areia, o tratamento primário em Tanque Imhoff, o tratamento pela precipitação química em unidades DORR e o tratamento secundário pelo processo convencional de lodos ativados. Além disso, a instalação compreendia um digestor separado e leito de secagem, sendo parte coberta e parte descoberta.

Trabalharam na ETE do Ipiranga os engs. Armando Pera, José Capocchi, Luciano Nogueira Filho e José Martiniano de Azevedo Netto.

A este último competiu projetar e construir a expansão da Estação e, depois, operá-la durante cerca de oito anos.

A ETE Jesus Netto constituiu-se em verdadeira escola para a investigação de técnicas e de processo para a pesquisa aplicada e para o treinamento de engenheiros brasileiros e do Exterior.

Foi a primeira instalação na América do Sul a aplicar o processo de lodos ativados, a digestão separada, a elutriação, a secagem de lodos mecânica (a vácuo), o aproveitamento do biogás em um grupo motor gerador etc.

Os dados e parâmetros obtidos na instalação permitiram a execução de projetos mais econômicos em todo o País.

## 3 Sistema Ipiranga: áreas contribuintes e passíveis de contribuição

O levantamento do Sistema Ipiranga definiu ao todo 8 (oito) áreas, todas com as redes já instaladas, algumas contribuintes efetivamente, outras passíveis de serem contribuintes da ETE. A extensão total das redes e coletores destas áreas é, ao todo, cerca de 105 km, conforme o quadro 1. Estas áreas, que doravante chamaremos de sub-bacias, abrangem as bacias 33, 34 e 35, sendo que, nesta última, cerca de 70% da sua área. Dentre os bairros, as redes abrangem: Vila Independência, Vila Dom Pedro I, Sacomã, Vila Moinho Velho, Vila Sacomã, Vila Bandeirantes, Vila Anchieta, Vila Cidade do Pinhal, Vila Marte e Vila He-liópolis.

Estas sub-bacias são cortadas por alguns córregos, sendo que o principal deles é o das Juntas Provisórias, afluente esquerdo do rio Tamanduateí, já retificado e canalizado. Este córrego é, por sua vez, formado por dois outros: o córrego Moinho Velho e o córrego Sacomã. O córrego Moinho Velho, no trecho entre a rua do Lago e a rua Comandante Taylor, corre dentro de duas galerias retangulares, recebendo nesse trecho uma grande vazão de esgotos, pois atravessa a área de confluência de esgotos.

A verdade é que, dentre os 105 km de redes e coletores, a extensão efetivamente contribuinte à ETE do Ipiranga é menos de 1/3, tendo como área central a rua Silva Bueno e suas adjacências.

A seguir, são apresentadas as características de cada uma das sub-bacias e respectivos destinos de esgotos:

a) **Sub-bacia 1:** está compreendida, basicamente, entre o córrego das Juntas Provisórias e av. Nazareth, rua Leais Paulistanos até o início da via Anchieta. É a sub-bacia de maior área, assim como de maior vazão. Densamente povoada, é também a única

sub-bacia que efetivamente contribui à ETE do Ipiranga, exceto nas áreas próximas à via Anchieta, na região denominada Sacomã, cujos esgotos, em parte, são lançados diretamente na galeria do córrego Moinho Velho (antiga). Também nessa área é encontrado maior número de PVs, poços de visitas obstruídos, devido às frequentes inundações, por ser uma das áreas mais baixas. Do restante das áreas da sub-bacia, compreendendo uma extensão de redes em torno de 30 km, os esgotos são coletados no coletor-tronco de Ø 375 mm, situado na rua 1822 e seguindo para a ETE do Ipiranga. Na época do levantamento, foram observados diversos pontos, neste coletor, onde os esgotos eram desviados para o lançamento direto no córrego das Juntas Provisórias.

b) **Sub-bacia II:** compreende a via Anchieta no sentido São Paulo-litoral e áreas adjacentes à direita, até próximo à rua Vergueiro. Ocupada basicamente por residências e casas comerciais, seus esgotos são lançados nas galerias do córrego Moinho Velho, no início da via Anchieta, apesar de existir um coletor-tronco de Ø 800 mm (consta como ligado ao coletor, segundo levantamento da SAE).

c) **Sub-bacia III:** compreende a área entre a via Anchieta e a estrada das Lágrimas. Juntamente com a sub-bacia II compõe a bacia 35. É uma área tipicamente residencial, totalmente ocupada. Os esgotos coletados nesta sub-bacia dirigem-se à rua Alencar Araripe, uma rua de fundo de vale, onde existem 4 (quatro) coletores com diâmetros variando de 200 mm a 400 mm. Estes esgotos, teoricamente, deveriam lançar-se a um coletor de Ø 600 mm que margeia o córrego Sacomã, até ligar-se a outro coletor-tronco de Ø 1.000 mm.

Porém, os coletores, antes de se ligarem ao coletor-tronco de Ø 600 mm, lançam seus esgotos diretamente no córrego Sacomã, sob uma ponte sobre o córrego. O coletor-tronco de Ø 600 mm encontra-se totalmente abandonado e inoperante.

d) **Sub-bacia IV:** compreende a área denominada Vila Heliópolis, com grande população de favelados não ligados à rede. A ocupação desta área é ainda incompleta. Há, porém, duas fontes de esgotos com grandes vazões: o Hospital Heliópolis e o Frigorífico Ceretti. O esgoto coletado nesta sub-bacia desce a rua Comandante Taylor em direção ao córrego das Juntas Provisórias, lançando-se nele.

e) **Sub-bacia V:** tem como rua central a rua Gentil de Moura até as proximidades da rua Vergueiro, sendo

continuação da sub-bacia I. É densamente povoada, com grande vazão final de esgotos. Seus esgotos são lançados diretamente na galeria do córrego Moinho Velho, na rua Malvína Ferrara Samaronne, atrás do Shopping Center Samaronne, cerca de 300 m a montante do coletor-tronco de Ø 800 mm, na mesma rua.

f) **Sub-bacia VI:** menor em área abrangida, compreendida entre a rua Jaboáçu e rua Lúcia, próxima ao Shopping Center Samaronne. Uma parte de seus esgotos é lançada diretamente em um córrego de nome desconhecido, afluente do córrego Moinho Velho. Outra parte junta-se ao coletor-tronco de Ø 450 mm proveniente da sub-bacia V, sendo lançado finalmente ao córrego Moinho Velho.

g) **Sub-bacia VII:** compreendida entre a rua Anatole France e rua Cel. Francisco Inácio, esta paralela à via Anchieta. É ocupada basicamente por residências, tendo seus esgotos lançados à galeria do córrego Moinho Velho, em frente ao ponto de lançamento da sub-bacia V, através de um coletor-tronco de Ø 450 mm. Tem vazão ponderável.

h) **Sub-bacia VIII:** compreendida entre as ruas Thabor, Oliveira Alves, Bom Pastor e Silva Bueno. Nesta sub-bacia foram encontrados vários PVs onde, devido às obstruções, o esgoto que deveria chegar à ETE do Ipiranga estava sendo desviado para fora da sub-bacia, em direção ao córrego Ipiranga. Compreende algumas indústrias de porte. Os esgotos desta sub-bacia são coletados num PV existente no cruzamento entre as ruas Thabor e do Manifesto e levado daí, através do coletor de Ø 450 mm, em direção ao córrego Ipiranga.

#### 4 Possibilidades de aumento da vazão de contribuição à ETE do Ipiranga

Como foi descrito no item anterior, dentre as 8 (oito) sub-bacias, a única que hoje contribui efetivamente é a sub-bacia I e mesmo esta não em sua totalidade. Das restantes 7 (sete) sub-bacias, todas elas lançam, direta ou indiretamente, seus esgotos ao córrego das Juntas Provisórias. Teoricamente, as sub-bacias II, III e IV poderiam estar ligadas à ETE do Ipiranga, já que existem coletores-tronco que permitem trazer seus esgotos até próximo à ETE. No entanto, a maior parte destes coletores está totalmente inoperante. Vejamos por etapas:

a) **Sub-bacia II:** pelo cadastramento realizado pela SAE (datado de 1971),

esta sub-bacia contribuiria para um coletor-tronco de Ø 800 mm, no ponto de cruzamento entre a rua Bom Pastor e a rua Malvína Ferrara Samaronne. Ainda segundo o cadastro, este coletor, após receber esta contribuição, segue a rua Manoel Buchalla e rua Cipriano Siqueira. No cruzamento entre a rua Cipriano Siqueira e av. Almirante Delamare, este coletor receberia contribuição proveniente da sub-bacia IV. Após a rua Cipriano Siqueira este coletor-tronco ligar-se-ia ao coletor-tronco de Ø 1.000 mm que, por sua vez, margeia o córrego das Juntas Provisórias, até atingir a rua Cisplatina, onde lançaria uma parte do esgoto ao córrego das Juntas Provisórias e outra parte, através de uma travessia, ligar-se-ia à ETE do Ipiranga.

Porém, tais coisas não acontecem hoje. Devido às obras civis realizadas pela Prefeitura, basicamente nas galerias do córrego Moinho Velho (que foi modificado, tanto no seu traçado entre a rua do Lago e a rua Comandante Taylor, assim como em suas dimensões), este coletor de Ø 800 mm sofreu diversas interrupções na sua trajetória. No caso da sub-bacia II, seus esgotos hoje contribuem à galeria, ao invés de contribuírem ao coletor-tronco. No entanto, este coletor ainda está operante entre a rua Bom Pastor e a av. Almirante Delamare. Neste ponto (Almirante Delamare) o coletor é interrompido pela galeria do Moinho Velho, lançando seus esgotos nela. A vazão que ocorre nesse coletor é grande, pois recebe, no pequeno trecho da rua Bom Pastor, diversas contribuições provenientes da área do Sacomã, da sub-bacia I.

b) **Sub-bacia III:** conforme o cadastramento da SAE, nesta sub-bacia todo o seu esgoto seria conduzido por um coletor-tronco de Ø 600 mm que margeia o córrego Sacomã, afluente direito do córrego das Juntas Provisórias. No cruzamento entre a av. Almirante Delamare e rua Cipriano Siqueira este coletor ligar-se-ia ao coletor Ø 800 mm, já citado. No entanto, hoje, este coletor-tronco de Ø 600 mm está totalmente abandonado. O coletor, de tubos de concreto, está exposto quase em sua extensão total, com vários PVs já imprestáveis. Ao encontrar a galeria do córrego Moinho Velho, o coletor é simplesmente interrompido. Como todo o esgoto da sub-bacia III é integralmente lançado ao córrego Sacomã, a montante do coletor, este se encontra sem função.

c) **Sub-bacia IV:** igualmente às sub-bacias anteriores, o esgoto coletado desta sub-bacia deveria estar contribuindo ao coletor-tronco de Ø 800



Quadro 1

Sub-bacias	Extensão em metros									
	Diâmetro das tubulações (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
150	31.175	—	5.048	3.265	—	—	—	—	3.985	43.473
200	6.486	4.876	16.440	—	12.246	1.358	7.544	2.604	—	51.554
250	300	—	—	—	—	—	—	356	—	656
300	914	—	1.572	—	711	—	171	—	—	3.368
375	561	—	—	—	—	—	—	—	—	561
400	121	—	2.090	—	—	—	—	—	—	2.211
450	—	—	—	—	193	—	82	—	—	275
600	—	—	633	—	—	—	—	—	—	633
800	853	—	—	—	—	—	—	—	—	853
1.000	1.245	—	—	—	—	—	—	—	—	1.245
Subtotal	41.655	4.876	25.783	3.265	13.150	1.358	7.797	6.945	—	104.829
Total	75.579 m = 75,6 km					29.250 = 29,2 km				104,8 km

mm, no cruzamento entre a rua Comandante Taylor e a rua Cipriano Siqueira. No entanto, devido à interrupção, atualmente todo o esgoto desta bacia é lançado diretamente ao córrego das Juntas Provisórias.

Pelo quadro 1 vê-se que as sub-bacias I, II, III e IV representam quase 75% das redes e coletores-troncos, em termos de extensão. Para que estas sub-bacias tornem a contribuir ao coletor de Ø 1.000 mm e possivelmente à ETE do Ipiranga, é necessário que retomem estas ligações interrompidas, assim como uma travessia deste coletor pelo córrego das Juntas Provisórias.

As outras sub-bacias (V, VI, VII e VIII) são aquelas que nunca estiveram ligadas aos coletores-troncos citados; porém, devido à proximidade de seus pontos de lançamento aos coletores ou às redes ligadas à ETE, são passíveis de ser contribuintes. Senão vejamos:

a) **Sub-bacias V, VI e VII:** os esgotos destas sub-bacias hoje são lançados em dois pontos próximos um do outro, à galeria do córrego Moimho Velho, na rua Malvina Ferrara Samaronne. Estes pontos estão distantes cerca de 300 metros a montante do coletor-tronco de Ø 800 mm que tem início nesta mesma rua. As sub-bacias V e VII têm grandes vazões, pois são provenientes de áreas densamente povoadas.

b) **Sub-bacia VIII:** esta sub-bacia é a única, dentre as oito, cujo ponto de junção dos esgotos está a jusante da ETE do Ipiranga. Todo o esgoto coletado nesta sub-bacia junta-se num PV existente no cruzamento entre a rua do Manifesto e a rua Thabor, seguindo em direção ao córrego Ipiranga. Para que esta sub-bacia contribua à ETE Ipiranga faz-se necessário recalcar o esgoto desta até o PV da rede contribuinte à ETE, a cerca de 200

metros a montante. Apesar de a extensão das redes desta sub-bacia não ser grande (7 mil m), a vazão é ponderável, por abranger diversas indústrias e vários prédios de apartamento.

O Quadro 1 apresenta as extensões das redes e coletores destas sub-bacias.

## A Estação de Tratamento de Esgotos do Ipiranga

Dando continuidade ao levantamento do Sistema Ipiranga, daremos a seguir os resultados sobre a ETE do Ipiranga.

### 1 Localização e uso da área

A ETE do Ipiranga está localizada na rua do Manifesto, 1.255, bairro do Ipiranga, à margem do rio Tamanduaí, afluente do rio Tietê, entre a rua dos Patriotas e a rua Oliveira Alves. A área total da estação é cerca de 10 mil m<sup>2</sup> (1 ha), com a cota média do terreno em torno de 730 m, em relação ao nível do mar.

Dos 10 mil m<sup>2</sup>, as instalações prediais da administração, vestiário, garagem, refeitório, oficinas etc. ocupam cerca de 2.900 m<sup>2</sup>, ou seja, 29% da área total. As unidades de tratamento, tanto da parte líquida quanto dos sólidos, ocupam, efetivamente, cerca de 3 mil m<sup>2</sup>. O restante da área, correspondendo a 41%, é destinado a passagens, área ociosa, estacionamento, jardins e campo de futebol.

### 2 Unidades componentes da ETE do Ipiranga

A Estação do Ipiranga era composta das seguintes unidades na época do levantamento (ver o quadro 2), na página seguinte).

Quadro 2

UNIDADE	QUANTIDADES
Grade Grosseira .....	01
Caixa de Areia .....	02
Elevatória de Esgoto Bruto..	01
Caixa de Distribuição de Esgotos .....	01
Tanque Imhoff * .....	01
Filtro Biológico, com suas elevatórias .....	02
Decantador para Filtro Biológico .....	02
Lagoa Facultativa .....	01
Decantador Primário para Lodo Ativado .....	01
Tanque de Aeração .....	03
Decantador Secundário do Lodo Ativado .....	01
Casa de Compressores e das Bombas de Recirculação de Lodo .....	01
Casa de Bombas para Recirculação do Efluente Líquido do Adensador para o Sistema de Lodo Ativado	01
Digestor Primário com Respectivo Sistema de Recalque e Homogeneização...	01
Digestor Secundário .....	01
Tanque de Flocculação Química ** .....	01
Conjunto de Gasômetros ***	01
Adensador Gravitacional de Lodo, com Casa de Bombas para Recalque do Efluente deste para Decantador Primário .....	01
Tanque de Teste de Oxigenação **** .....	01

\* O Tanque Imhoff foi retificado, posteriormente, para o Rafa — Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente.

\*\* Atualmente utilizado como poço de sucção para bombas elevatórias do Rafa.

\*\*\* Fora de operação.

\*\*\*\*Sem utilização atual, com as seguintes dimensões internas:

largura: 4 m

comprimento: 4 m

profundidade: 6 m

volume total: 96 m<sup>3</sup>

### 3 Características das Unidades Componentes

No quadro 3 são apresentadas as respectivas dimensões das Unidades de Tratamento.

### 4 Avaliação das Capacidades das Unidades de Tratamento

De posse destes dados, passamos à primeira avaliação da capacidade real das respectivas Unidades de Tratamento:

Quadro 3-A — Unidades componentes e suas respectivas características

Características	Unidade	Caixa de areia	Lagoa facultativa	Dec. primário	Tanque de aeração			Dec. secundário	Adensador Gravitacional
					A	B	C		
Quantidade (UN)		2	1	1	3			1	1
Formato		retangular	retangular	retangular	retangular			retangular	circular
Comprimento (m)		7,70	29,60	18,05	18,05	18,05	18,05	18,05	—
Largura (m)		1,12 (média)	6,87	3,68	2,67	2,78	2,68	3,66	—
Profundidade (m)		0,43	1,63 (max)	3,65	3,50	3,50	3,50	3,20	2,40 (max)
Área superficial (m <sup>2</sup> )		10,8	147,3 (max)	66,4	48,2	50,2	48,4	66,0	87,3
Volume útil (m <sup>3</sup> )		3,72	191 (max)	250	215,6	222,6	216,2	220,0	186,1
Comprimento do vertedor (m)		—	—	3,68	2,67	2,78	2,68	33,3	33,1
Diâmetro Interno		—	—	—	—			—	10,54
Sistema de Remoção de Sólidos		manual, pelas caçambas	não há	raspador de corrente	—			raspador de corrente	raspador
Sistema de Remoção de Escuma		—	—	não há	—			não há	não há
Homogeneização		—	—	—	difusão de bolhas de ar			—	—
Medição de Vazão Afluente		não há	Calha Parshall	não há	não há			não há	não há
Medição de Vazão Efluente		Calha Parshall	não há	não há	não há			Calha Parshall	não há
Sistema de Aeração		não há	—	—	compressor de ar			—	—
Quantidade de Difusores (UN)		—	—	—	Tipo Domo 210/tanque			—	—
Medição de Lodo Retirado		—	—	não há	—			tempo de bomba	não há
Medição de Sobrenadante		—	—	—	—			—	não há

Quadro 3-B — Unidades componentes e suas respectivas características

Características	Unidade	Tanque Imhoff	Filtro Biológico	Dec. Sec. do F. Biológico		Tanque de Floculação Química	Digestor Primário	Digestor Secundário
				n.º 1	n.º 2			
Quantidade (UN)		1	2			1	1	1
Formato		retangular	circular	retangular		retangular	cilindro circular	cilindro circular
Comprimento (m)		15,73	—	13,80	19,30	12,50	—	—
Largura (m)		9,82	—	4,0	4,0	1,46	—	—
Profundidade (m)		(max) 7,60	2,50	3,40	3,77	2,10	13,80	10,36
Área superficial (m <sup>2</sup> )		138,5	154	52,60	77,20	18,25	78,5	78,5
Volume útil (m <sup>3</sup> )		665	385	197,8	302,0	38,3	(aprox) 800	(aprox) 700
Comprimento do Vertedor (m)		—	—	4,0	4,0	—	—	—
Diâmetro interno (m)		—	14,0	—		—	10,0	10,0
Sistema de Remoção de Sólidos		gravitacional	—	raspador de corrente		não há	bomba gravitacional	gravitacional
Sistema de Remoção de Escuma		—	—	não há		não há	—	—
Homogeneização		—	—	—		—	recirc. de lodo	não há
Medição de vazão afluente		não há	não há	não há		não há	tempo de bomba	não há
Medição de vazão efluente		não há	não há	Calha Parshall		não há	não há	não há
Sistema de Aeração		—	exaustor	—		compressor	—	—
Quantidade de Difusores		—	—	—		—	—	—
Medição de Lodo Retirado		não há	—	não há		não há	não há	não há
Medição de Sobrenadante		não há	—	—		não há	não há	não há
Vol. do Poço de Lodo (m <sup>3</sup> )		—	—	10,1		—	—	—

a) Elevatória de Esgoto Bruto

São as seguintes as bombas instaladas e suas respectivas características:

Quadro 4

Bomba n.º	Hm nominal (m)	Potência nominal (CV)	Vazão nominal (m³/h)
1	8	10	180 ( 50 l/s)
2	8	15	288 ( 80 l/s)
3	8	20	360 (100 l/s)

Pelo quadro n.º 4 pode-se prever que há possibilidade de recalcar, teoricamente, de 50 a 230 l/s de esgoto. Porém, há necessidade de se prever uma delas como de reserva, donde a capacidade nominal total pode variar de 130 a 180 l/s.

b) Caixa de Areia.

— Tempo de detenção hidráulica.

É normalmente adotado entre 30 e 90 s, sendo o preferido de 60 s. Temos então:

$$T = \frac{V}{Q} \rightarrow Q = \frac{V}{T} = \frac{3,72}{60} = 0,062 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 62 \text{ l/s}$$

— Taxa de aplicação superficial

$$\text{Taxa} = \frac{Q}{\text{área}} = \frac{62 \cdot 86,4}{10,8} \approx 496 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}^2$$

Portanto, bem inferior aos valores correntemente recomendados (acima de 1.500 m³/d.m²).

Para que as duas caixas existentes sejam utilizadas, é necessário que o processo de remoção de areia seja mecânico e contínuo.

c) Tanque Imhoff.

O Tanque Imhoff foi transformado, posteriormente, em Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente, tendo a vazão final de projeto em torno de 40 l/s.

d) Sistema de Lodo Ativado.

O Sistema de Lodo Ativado compõe-se de um decantador primário, de três tanques de aeração e de um decantador secundário.

d.1) decantador primário:

— Tempo de detenção: o tempo de detenção normalmente adotado para preceder o tratamento a lodo ativado é em torno de 1,5 h. Onde:

$$T = \frac{V}{Q} \rightarrow Q = \frac{V}{T} = \frac{250}{1,5} = 167 \text{ m}^3/\text{h} \approx 46,3 \text{ l/s}$$

— Taxa de aplicação superficial: a taxa de aplicação normalmente adotada é entre 25 e 60 m³/d.m². Adotando 52 m³/d.m², temos:

$$\text{Taxa} = \frac{Q}{\text{área superficial}} \rightarrow Q = \text{Taxa} \cdot \text{Área superficial} = 56,4 \cdot 52 = 3.453 \text{ m}^3/\text{d} = 40 \text{ l/s}$$

d.2) tanque de aeração:

Os três tanques somados têm o volume de 654 m³. O processo atualmente adotado é o convencional "plug

flow", como difusores tipo domo, instalados em toda a área do fundo.

Para uma rápida avaliação inicial da capacidade, adotando parâmetros correntemente utilizados, temos:

carga de DBO-SS (kg DBO/kg SS . d): 0,4

carga volumétrica (kg DBO/m³ . d): 1,0

tempo de aeração (h) : 5~8

idade do lodo (dia) : 5

SSTA (mg/l) : 3.000

concentração DBO afluente : 210 mg/l

Massa total de SSTA: 654 . 3 = 1.962 kg.

Pela carga de DBO-SS:

$$0,4 = \frac{\text{carga afluente}}{1962} \rightarrow Q =$$

$$\text{concentração} = 0,4 \cdot 1962 \rightarrow$$

$$\rightarrow Q = \frac{0,4 \cdot 1962}{0,21} =$$

$$= 3.737 \text{ m}^3/\text{d} = 43,2 \text{ l/s}$$

Porém, com esta vazão, o tempo de aeração é de 4,2 h, inferior ao recomendado. Para tempo de aeração de 5 h, temos a vazão de:

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{654}{5} \cdot 24 =$$

$$= 3.139 \text{ m}^3/\text{d} \text{ ou } 36,3 \text{ l/s}$$

Com este valor, temos:

$$\text{carga DBO-SS} = \frac{3.139 \cdot 0,21}{1962} =$$

$$= 0,33 \text{ kg DBO/d} \cdot \text{kg SSTA}$$

$$\text{carga volumétrica} = \frac{3.139 \cdot 0,4}{654} =$$

$$= 1,0 \text{ kg DBO/m}^3 = . \text{ d}$$

Portanto, esta vazão é perfeitamente suportável, desde que o sistema de aeração seja compatível, ou seja, supondo que a remoção de carga orgânica seja de 90%, há necessidade de 0,90 . 3.139 . 0,21 = 593 kg O₂/dia. Pelo teste de oxigenação feito em 1979 (relatório do eng. Romildo Ramires de Almeida), o rendimento do sistema de aeração era de 0,84 kg O₂/HP.h. Adotando-se esse valor, haveria necessidade de potência total de 593/(0,84.24) = 29 HP. Não foi possível identificar se os compressores existentes satisfazem tais condições.

d.3) decantador secundário:

— Tempo de detenção hidráulica: o tempo de detenção hidráulica, para a hipótese de vazão de 36 l/s, é de (220.24)/3.139 ≈ 1,7 h. Este valor é menor que o valor do projeto inicial, que é de duas horas. Ainda assim, é perfeitamente aceitável.

— Taxa de aplicação superficial: a faixa comumente adotada é de 20 a 30 m³/d.m². Com a vazão de 3.139 m³/d, temos a taxa de 3.139/66 = 47 m³/d.m², portanto, bem acima da faixa recomendada.

Para que a capacidade de decantação seja aumentada, é necessário, então, ou aumentar a área superficial do decantador secundário ou adotar o atual decantador com dispositivos especiais, tais como as placas paralelas ou tubos decantadores.

Na realidade, a capacidade atual do decantador secundário é inferior a 30 l/s, se considerarmos o valor limite apresentado: 30 m³/d.m². Nesse caso, a vazão aceitável é de 30.66 = 1980 m³/d ou cerca de 23 l/s.

d.4) concluindo, o sistema de lodo ativado tem como limitador de capacidade o seu decantador secundário. Desde que este seja corrigido, há possibilidade de ampliação da sua capacidade de tratamento, modificando, por exemplo, o processo, tais como para o processo "por contato" ou por "step aeration".

e) Sistema Filtro Biológico.

O Sistema Filtro Biológico é composto de dois filtros biológicos circulares e cobertos, com aeração forçada, com dois decantadores retangulares.

e.1) filtro biológico:

Conforme a taxa de recirculação, podemos adotar desde a chamada "baixa taxa de aplicação" até a "alta taxa de aplicação". Este último é hoje o mais correntemente adotado. Adotando inicialmente os seguintes valores de parâmetros, comumente utilizados, temos:

carga de DBO: 1,4 kg DBO/d.m<sup>3</sup>  
 taxa de aplicação superficial: 20 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup>

Para que sejam satisfeitas estas limitações, considerando em 50 mg/l a DBO do efluente e cerca de 170 mg/l a DBO do esgoto afluente, já misturado com a vazão recirculada (considera-se em 300 mg/l o esgoto bruto, com algum tipo de pré-tratamento, tal como peneiramento).

Temos então:  
 taxa de recirculação ..... : 1,0  
 vazão aplicada ..... :  
 6.160 m<sup>3</sup>/d (71,3 l/s)

vazão real bruta ..... :  
 3.080 m<sup>3</sup>/d (35,6 l/s)

Volume necessário de filtro: 754 m<sup>3</sup>  
 (atual: 770 m<sup>3</sup>)

e. 2) decantadores:

Adotando-se a taxa de aplicação superficial de 40 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup>, tempo de detenção mínimo de duas horas, é possível chegar-se às seguintes vazões:

Decantador 1: 2.104 m<sup>3</sup>/d (24,3 l/s)

Decantador 2: 3.080 m<sup>3</sup>/d (35,6 l/s)

Porém, em termos de taxa linear de vazão sobre o vertedor, os valores são extremamente elevados, em relação à faixa recomendada (250 300 m<sup>3</sup>/d.m). A não ser que haja modificação, as vazões recomendáveis, do ponto de vista deste parâmetro, se limitarão, respectivamente, a 1.200 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup> (139 l/s).

f) Lagoa Facultativa.

Sendo de volume e área insignificantes, não será considerada.

g) Tanque Imhoff.

Posteriormente modificado para Rafa, não será analisado. No entanto, a vazão final de projeto deste é cerca de 40 l/s (3.450 m<sup>3</sup>/d).

h) Digestores Anaeróbios.

Digestor primário: considerando-se o tempo de detenção de 25 dias (sem aquecimento), é possível o lançamento diário de 32 m<sup>3</sup>/d. Se considerarmos em 2% (20 mil mg/l) a concentração de sólidos totais no lodo afluente, o digestor primário será capaz de receber 640 kg de sólidos por dia. É claro que a maior carga dependerá da capacidade de concentração do adensador de lodo, que a seguir passamos a analisar.

Teoricamente, o digestor primário é capaz de suportar cargas volumétricas superiores a 2 kg SV/m<sup>3</sup>. d. ou seja, 1.600 kg SV/dia ou cerca de 2.400 kg ST/dia. No entanto, para compatibilizar este valor com o tempo de digestão, é necessário que a concentração de sólidos afluentes ao digestor seja em torno de 75.000 mg/l, ou seja, 7,5% de sólidos totais, com a produção de cerca de 600 m<sup>3</sup>/d de gás.

Quadro 5

capacidade unidade		sem melhoria	com melhoria ou modificação
		Elevatória de Esgoto Bruto	130 a 180 l/s
Caixa de Areia		62 l/s	124 l/s
Lodo Ativado	Decantador primário	40 l/s	—
	Tanque de Aeração	36 l/s	conforme o processo a ser adotado
	Decantador secundário	23 l/s	36 l/s
Filtro Biológico	Filtros biológicos	—	35,6 l/s
	Decantadores finais	60 l/s	69 l/s
Rafa (Imhoff)		cerca de 40 l/s	—
Adensador de Lodo		372 m <sup>3</sup> /d ou 5220 kg ST/dia	—
Digestor primário		2400 kg ST/dia	—

#### i) Adensador de Lodo.

O adensador tem a finalidade de reduzir o volume de lodo a ser lançado ao digestor e, como este tem capacidade limitada, partimos dos valores limitantes do digestor para se chegar à capacidade do adensador.

Assim, tem-se:

concentração desejável de lodo adensado ..... : 75 mil mg/l (7,5%)

concentração de lodo afluente .... : 6 mil mg/l (0,6%)

vazão diária de lodo adensado .... : 32 m<sup>3</sup>/d

vazão diária de lodo não adensado: a calcular

taxa de aplicação superficial ..... : 10 m<sup>3</sup>/d.m<sup>2</sup> (max.)

taxa de aplicação superficial de sólidos ..... : 60 kg/d.m<sup>2</sup> (max.)

tempo de detenção hidráulica: 0,5 dia

$$T = \frac{V}{Q} \rightarrow Q = \frac{V}{T} = \frac{186}{0,5d} = 372 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Taxa de aplicação superficial} = \frac{372}{87} = 4,3 \text{ m}^3/\text{d.m}^2$$

$$\text{Taxa de aplicação superficial de sólido} = \frac{372,6}{14,1} = 26,4 \text{ kg}/\text{d.m}^2$$

87

Portanto, a constatação inicial é de que é possível lançar pelo menos 372 m<sup>3</sup>/d de lodo com concentração de 0,6%.

## 5 Conclusão da Avaliação Inicial da Capacidade Global de Tratamento da ETE do Ipiranga

Pelo exposto até agora são as seguintes as capacidades para cada uma das unidades (vazões médias):

Obs.: os filtros biológicos, para serem operados como de alta taxa, precisam sofrer modificações. Também há a hipótese do esgoto bruto, antes de ser enviado aos filtros, ser submetido a um pré-tratamento, tipo peneira rotativa.

Do quadro acima, verifica-se que:  
 a) a limitação atual da capacidade de tratamento presente é dada pela Caixa de Areia (62 l/s);

b) no sistema de lodo ativado, a limitação é oferecida pelo decantador secundário.

Desde que estes obstáculos sejam removidos, há possibilidade de ser tratado com as instalações existentes, a uma vazão de 112 l/s, ou cerca de 9.700 m<sup>3</sup>/d.

Quanto ao tratamento de lodo (adensador e digestores), é possível processar quantidade bem superior (dobro) do que é previsto para a vazão de 9.700 m<sup>3</sup>/d.