

Experiências numa ETE

HISSASHI KAMIYAMA

Engenheiro, trabalha para a Superintendência de Apoio Técnico da Diretoria do Interior da Sabesp

DAGOBERTO ANTUNES DA ROCHA

Engenheiro, está à frente da Superintendência Regional da Sabesp na Baixada Santista

ROBERTO FERREIRA

Engenheiro, chefe da Divisão de Produção e Distribuição de Água e Coleta e Tratamento de Esgotos da Superintendência Regional da Sabesp na Baixada Santista

A pesar de sua simplicidade e de seu pequeno porte, a partida e operação experimental de uma estação de tratamento de esgotos trouxeram para a Sabesp valiosas experiências a nível operacional, servindo de importantes subsídios para projetos a serem elaborados ou mesmo para modificações ou ampliações de estações já existentes.

Colocar em efetiva operação uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), principalmente aquela com processo de Lodo Ativado (LA), é um trabalho exaustivo, exigindo dos responsáveis cuidados nos mínimos detalhes, além de um bom conhecimento teórico e prático a respeito do processo de tratamento.

A vivência nesse campo é ainda, entre nós, bastante escassa, razão por que decidimos tornar pública a experiência vivida pelo Departamento do Projeto do Interior (DPI/SAT/DI), juntamente com a Superintendência Regional da Baixada (SRB/DI), na ocasião da partida e operação inicial da ETE Jardim Humaitá, em São Vicente.

A ETE Humaitá foi construída para tratar todo o esgoto coletado do Conjunto Residencial Jardim Humaitá, com uma população prevista de cerca de 19.000 habitantes. A referida comunidade situa-se entre a Rodovia Pedro Taques e o rio Mariana. A população ali residente é de baixa renda, com a maioria das ruas internas ainda sem pavimentação.

A comunidade é totalmente atendida por rede coletora de esgotos, com extensão total de 21 mil metros, dividida em dois setores e com uma Estação Elevatória para cada setor.

A ETE Humaitá teve as obras civis e instalação de equipamentos terminadas aproximadamente em meados de 1985. Os problemas surgiram já na fase de testes iniciais, quando verificou-se que os equipamentos de aeração (aeradores mecânicos superficiais fixos de baixa rotação) não atendiam às especificações exigidas. Após diversas tentativas de correção, ficou demonstrado que aqueles equipamentos não correspondem às necessidades de projeto da ETE Humaitá (o relato detalhado deste problema foi apresentado no 14.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, São Paulo, set/87).

Diante desta constatação, a solução acordada entre a Sabesp e o fabricante de aeradores foi a substituição dos motores dos aeradores de 20 para 25 cv.

Finalmente, a Sabesp colocou a ETE Humaitá em operação, a título experimental, em 1.º de junho de 1987.

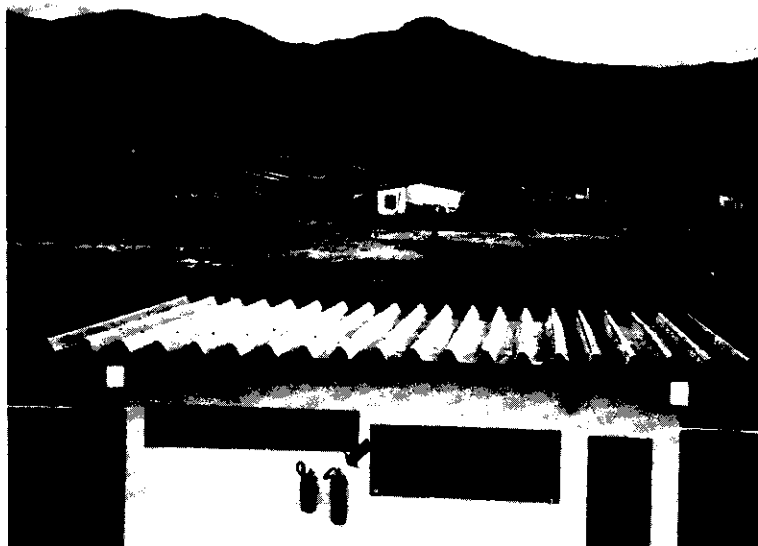


Foto 1 — Vista geral do Conjunto Residencial Humaitá

DESCRIÇÃO DA ETE HUMAITÁ

A ETE Humaitá compõe-se, atualmente, das seguintes unidades:

- 1) Grade e Caixa de Areia;
- 2) Estação Elevatória de Esgoto (2 x 45 l/s, 10 cv);
- 3) Tanques de Aeração (2 células, cada uma com 27 x 13,5 x 3,4m);
- 4) Decantadores Secundários (4 unidades, sem remoção mecânica de lodo);
- 5) Elevatórias para recirculação de lodos (2 unidades);
- 6) Tanque de Controle Hidráulico (2 unidades, com 12,5m³ cada);
- 7) Leitos (lagoas) de secagem de lodo (12 unidades, com 75m², 67,5m/3 cada);
- 8) Uma edificação contendo sala com bancada, pia, banheiro etc.

De acordo com a concepção do projeto, a ETE Humaitá deveria (hoje foi modificada) funcionar como Processo de Lodo Ativado de aeração prolongada, de mistura completa, com o tempo de aeração longo (15 horas) e idade de lodo avançada (20 dias). O controle biológico do T.A. é feito através da idade do lodo que, por sua vez, é controlado por meio de descarte de lodo, diretamente do T.A., utilizando o Tanque de Controle Hidráulico (TCH). O lodo descartado, após uma rápida decantação e adensamento no próprio TCH, é enviado ao leito de secagem. As paredes dos leitos dispõem de saídas com registros para drenagem dos sobrenadantes no leito. A figura 1 ilustra as disposições acima explanadas. Na figura 2, o leiaute geral da Estação. As fotos n.ºs 1 a 11 mostram algumas das unidades componentes da ETE.

PREPARATIVOS PARA A PARTIDA

Manual de Operação

Uma Estação de Tratamento, por mais simples que seja, para se operar e obter resultados previstos no projeto, necessita



Foto 2 — Vista parcial da ETE Humaitá — Decantadores e TA

estar acompanhada de um Manual de Operação e que haja um prévio treinamento do pessoal operacional de acordo com o mesmo. E cabe ao projetista da ETE a tarefa de confecção do Manual, já que ninguém melhor do que o próprio projetista para orientar a operação da Estação.

Tendo um bom Manual de Operação, um adequado acompanhamento e bons operadores, evita-se aquilo que freqüentemente vemos, ou seja, práticas operacionais sem embasamento teórico, nem correto, redundando, na maioria dos casos, em baixa qualidade do tratamento.

Assim entendendo, coube ao DPI elaborar o Manual de Operação da ETE Humaitá, trabalho este concluído já no final do ano de 1986. O referido Manual (*Manual de Operação da Estação de Tratamento de Esgotos — Jardim Humaitá — São Vicente — São Paulo, DPI/SAT/DI — Eng.º Hissashi Kamiyama — 117 páginas*) teve o cuidado de evitar aquilo que alguns manuais de operação da ETE têm repetido, isto é, resumir-se na explanação a respeito dos equipamentos instalados, procedimentos para operação dos mesmos etc. Não que tais aspectos tivessem pouca importância, mas na operação de uma ETE envolvendo processo biológico, como o de Lodo Ativado, é de fundamental importância transmitir aos responsáveis pela operação direta os conceitos básicos sobre o tratamento biológico ao qual aqueles são envolvidos.

Por outro lado, esses conceitos devem ser expostos e transmitidos de tal modo que tenham aplicabilidade concreta, com ilustração das diversas situações que o tratamento biológico possa apresentar, sugerindo soluções para possíveis problemas. Não tendo esse caráter de praticidade, os conceitos terão pouco valor aplicativo, além de criar desinteresse por parte dos leitores.

Com relação à necessidade de transmitir aos operadores os conceitos básicos sobre o tratamento adotado, muitos são céticos quanto aos resultados atingidos, alegando baixo nível de escolaridade da maioria dos operadores. Mas os fracassos que se conhece nas tentativas nesse sentido, acreditamos, se devem muito mais ao insucesso ou pouca preocupação em ligar, em harmonizar a teoria do Lodo Ativado aos casos práticos.

Mesmo que a escolaridade dos operadores fosse mais elevada (colegial, digamos), pouco retorno poder-se-ia esperar se,

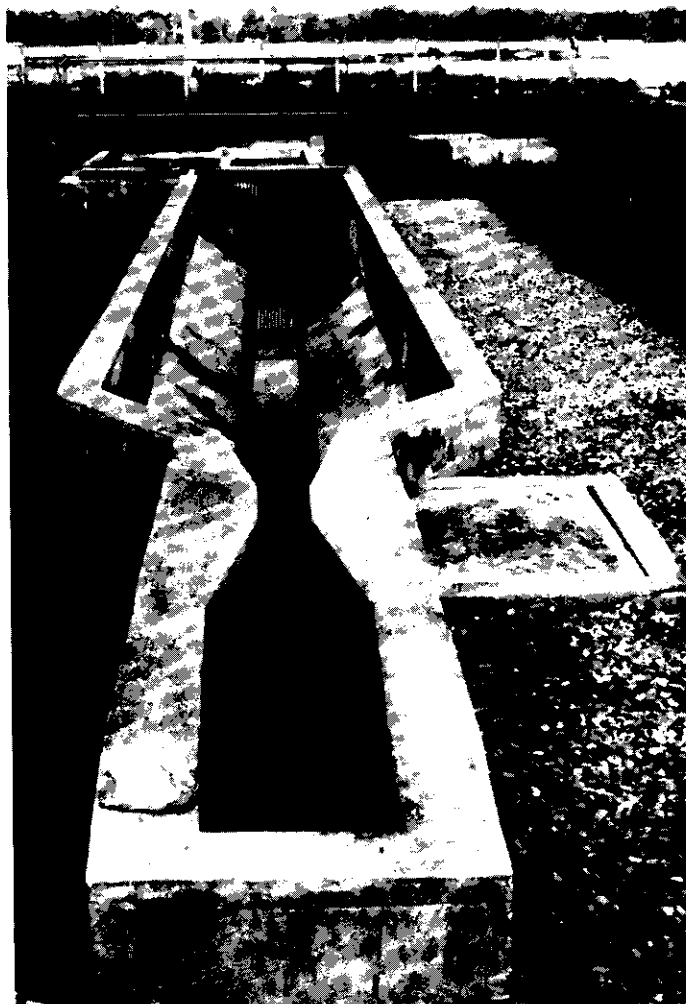


Foto 3 — Grade, caixa de areia e calha Parshall

por exemplo, fossem ministrados cursos de biologia ou microbiologia, na tentativa de transmitir algum conceito sobre o Lodo Ativo. No caso típico de Humaitá, a equipe de operação (um encarregado e quatro operadores) demonstrou grande interesse em assimilar os conceitos básicos, o que foi, de certo modo, uma agradável surpresa para nós.

O Manual de Operação elaborado pelo DPI foi dividido em três partes, tendo o cuidado em utilizar a linguagem mais simples possível. Na primeira parte, foram abordados temas como a teoria sobre o L.A., seguida de explanação acerca do processo de L.A. da ETE Humaitá, além da explanação e cálculo de todos os parâmetros de controle ali utilizados.

Já na segunda parte são apresentadas todas as unidades componentes da ETE, suas funções e como operá-las. O reator biológico foi aqui minuciosamente explicado, com ilustrações dos prováveis problemas que possam ali ocorrer e suas respectivas soluções. Os temas relacionados com a higiene e com a segurança dos operadores foram também assunto desta segunda parte.

As análises laboratoriais, as relações existentes entre cada um dos itens de análises e a operação foram objetos da terceira parte do Manual. A necessidade de registros de todos os dados, tanto laboratoriais quanto operacionais, foi exaustivamente realçada. Foram apresentados, também, diversos modelos de planilhas de registros.

Baseando-se neste Manual, o trabalho de instrução dos operadores, paralelamente à efetiva operação, está trazendo retornos consideráveis na melhoria do nível operacional da ETE Humaitá.

Os acertos finais para a partida

As unidades que mais nos preocuparam na fase preparatória foram o T.A. e os Decantadores, principalmente os seus equipamentos de aeração. Uma equipe de topógrafos foi solicitada para auxiliar na tarefa de nivelar uniformemente as bases e rotores dos quatro aeradores. Essa operação foi demorada, pois foi necessário averiguar paralelamente a amperagem dos motores sob condições similares às reais, já que tivemos que definir a cota dos rotores a partir das amperagens limites dos motores e não das submergências limites nominais (100 e 200 mm, respectivamente), como deveria ser. Foram niveladas, também,



Foto 4 — Caixa de areia (em operação)

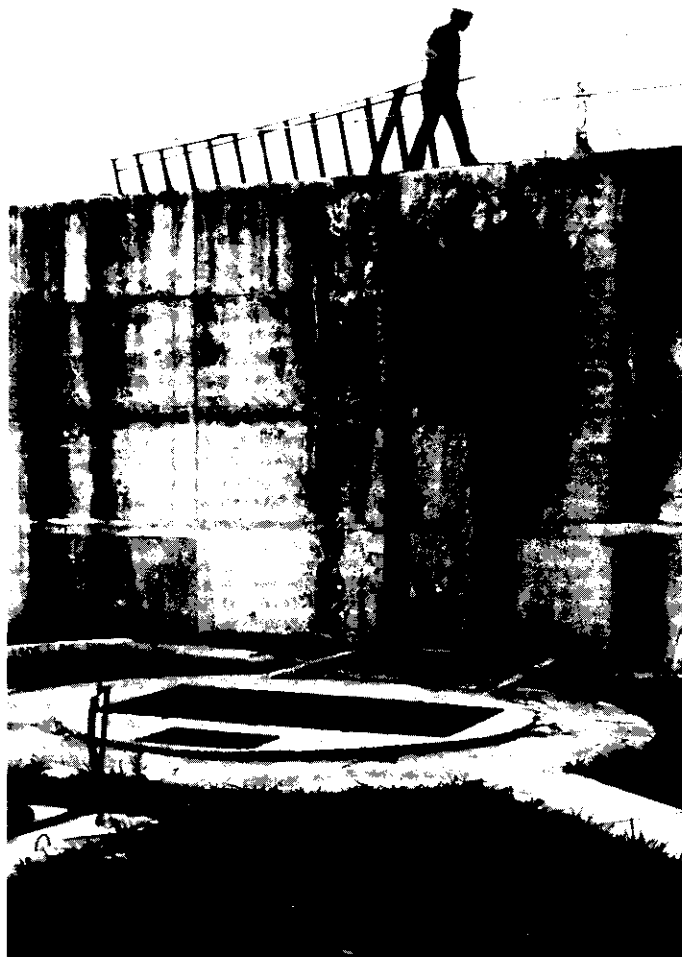


Foto 5 — Elevatória de esgotos



Foto 6 — Tanque de aeração com um dos AMS

todas as placas vertedoras dos decantadores, além de se vedar completamente os vãos existentes entre aquelas placas e as paredes de concreto, utilizando-se massas plásticas tipo epoxi.

Impressionou-nos, durante o preparativo, o adiantado estado de deterioração dos equipamentos expostos às intempéries, devido, provavelmente, à alta umidade e à proximidade do

FIGURA 1

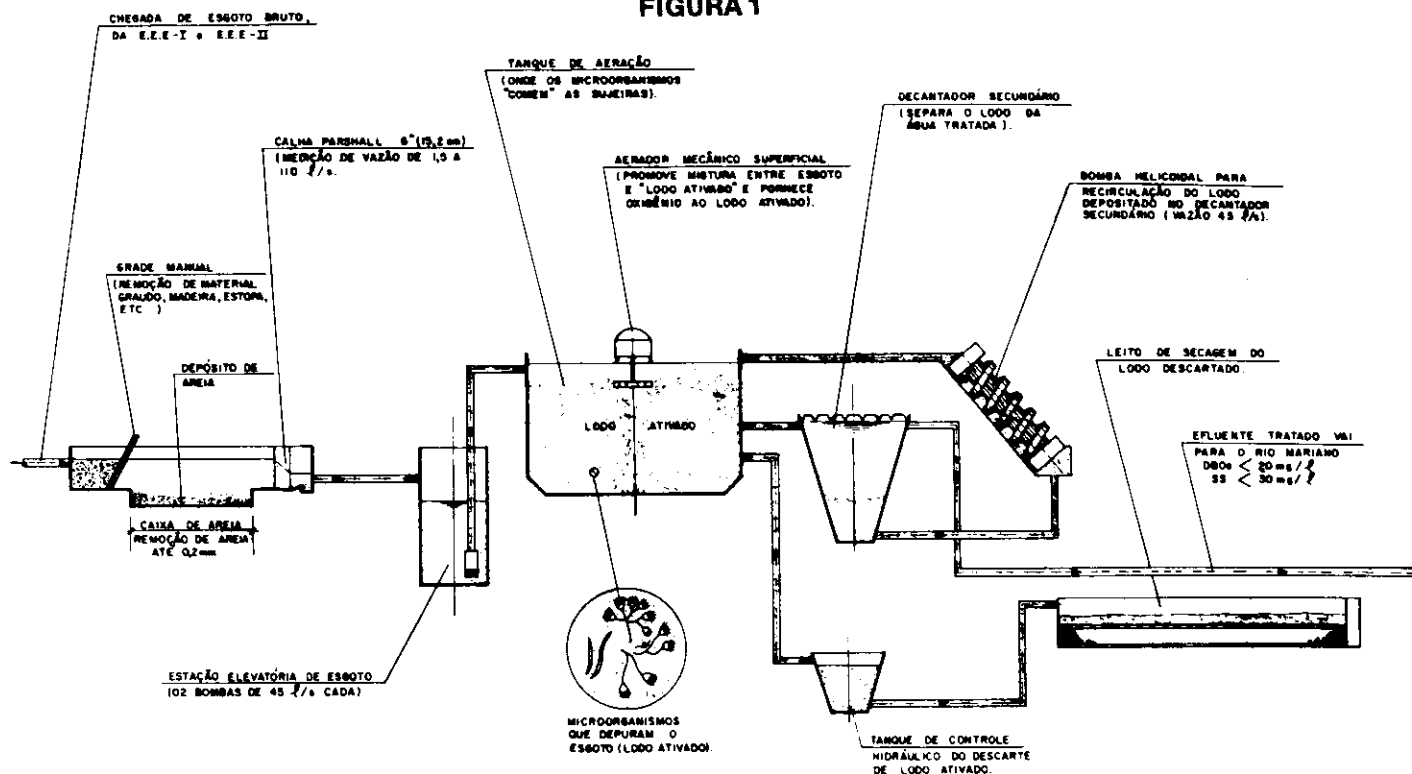
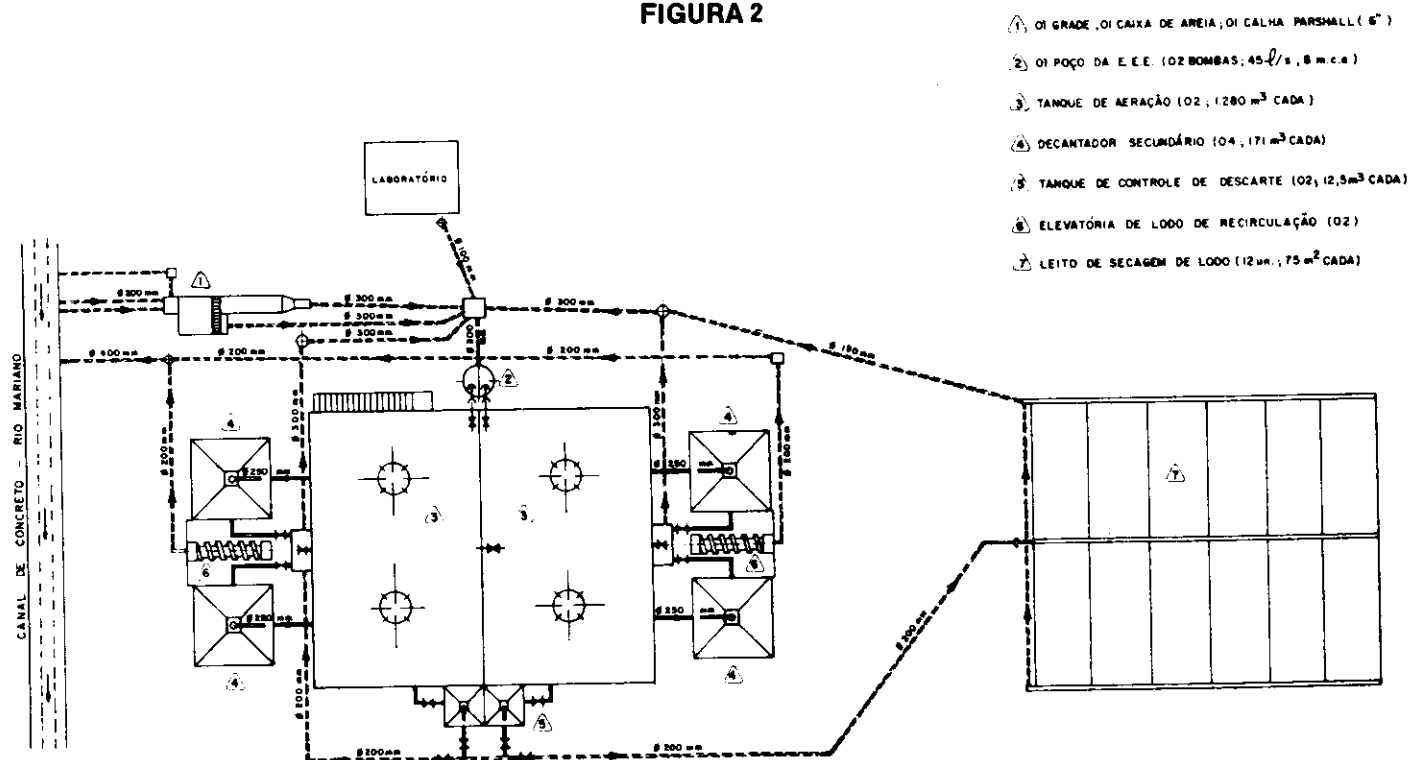


FIGURA 2



parque industrial de Cubatão. Assim, os eletrodutos em ferro galvanizado estavam quase que totalmente imprestáveis; diversas peças das bombas parafuso tiveram de ser substituídas ou recondicionadas.

Na entrada de esgotos da ETE foi instalada uma caixa de amortecimento hidráulico para impedir a alta velocidade d'água na caixa de areia.

Devido a contratemplos, uma série de obras complementares deixaram de ser executadas, tornando a ETE Humaitá um

tanto insegura quanto às condições de trabalho. Estas deficiências, esperamos, serão sanadas oportunamente.

Mão-de-obra operacional e laboratorial

O número mínimo de empregados necessários para a operação, inicialmente previsto, era um encarregado, seis operadores e quatro ajudantes de operação.

Seriam formados três turnos, sendo que somente o turno do dia contaria com pelo menos dois operadores e três ajudantes, além do encarregado. Mas a carência de mão-de-obra operacional fez com que a equipe fosse reduzida a três operadores e um encarregado, sendo que os serviços gerais (limpeza da caixa de areia e dos decantadores, aparar gramas etc) foram feitos pela mão-de-obra externa à Sabesp, em caráter provisório.

Quanto ao laboratório, verificou-se, por diversas razões, que não eram viáveis análises físico-químico-biológicas *in loco*. Optou-se, então, provisoriamente, pela realização das análises necessárias no laboratório situado junto à Estação de Pré-condicionamento de Esgotos (EPC), em São Vicente.

Devido novamente à escassez de mão-de-obra, os itens de análises, assim como suas frequências, foram reduzidos grandemente.



Foto 7 — TA, com um dos *baffle* para amortecimento de ondas hidráulicas

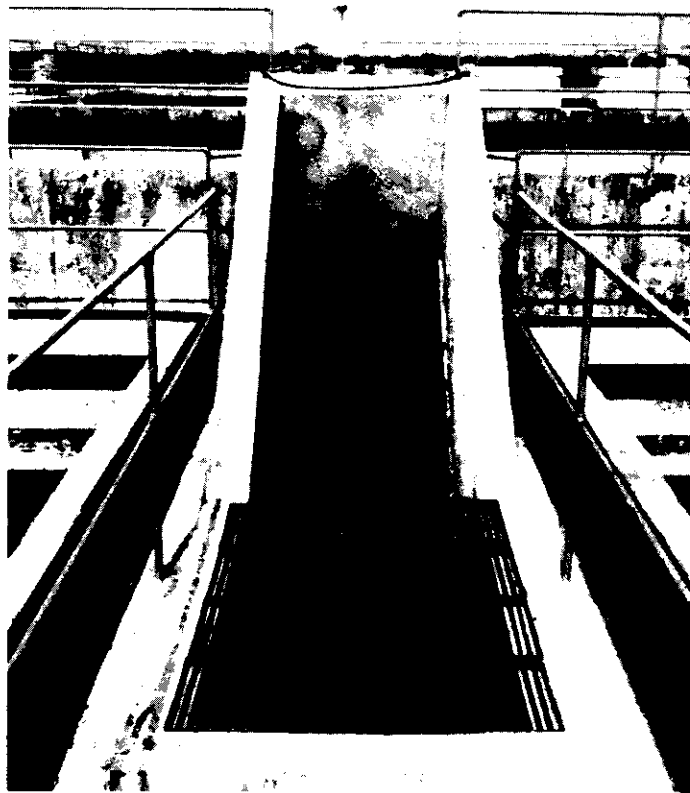


Foto 9 — Elevatória para recirculação de lodo, entre dois decantadores

A partida

Finalmente, a ETE Humaitá teve a operação iniciada em 1.º de junho de 1987. Para acelerar a formação de lodo biológico, foram colocados cerca de 200 litros de LA trazidos da ETE Jesus Netto (Ipiranga), o que fez com que se iniciasse a operação de descarte de lodo já a partir do quinto dia de operação.



Foto 8 — TA em operação (convencional)

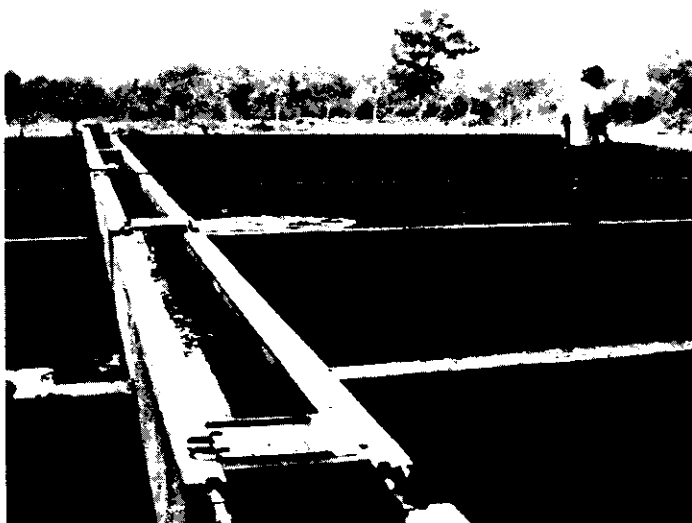


Foto 10 — Leito de secagem (em operação)

OS PROBLEMAS EMERGENTES DA OPERAÇÃO

Iniciada a operação, foram sendo notados diversos tipos de problemas. Alguns daqueles eram previsíveis, enquanto que outros não. Uns eram decorrentes da falha a nível de projetos, outros a nível construtivo. Enumeramos abaixo alguns dos que afetam mais diretamente a operação:

Grade

A grade instalada na ETE Humaitá, à montante da caixa de areia, tem o espaçamento de 2,5cm entre as barras. Esse espaçamento não está sendo adequado para reter e remover os materiais em suspensão. Sacos plásticos, estopas (a quantidade destes que ingressa na ETE é impressionante), cabelos etc., são muito pouco retidos por aquela grade. Isto acarreta os seguintes problemas a nível operacional: a) as estopas, sacos plásticos etc. aderem, com frequência, aos rotores dos aeradores, afetando a eficiência de aeração; b) aqueles materiais, ao ingressarem no Decantador, formam escumas que devem ser removidas com frequência. Por outro lado, obstruem, com facilidade, as válvulas tipo globo das tubulações de recirculação de lodo.

Calha Parshall

Instalada à jusante da caixa de areia, feita em concreto, apresentou os seguintes problemas: a) a leitura periódica de vazão é inviável, devido ao funcionamento não contínuo das elevatórias de recalque à montante; b) o degrau existente no final da caixa de areia e o piso da Calha Parshall (ver Foto 3) cria intensa turbulência no ponto de medição, principalmente sob baixa vazão; c) as imperfeições deixadas (por ser de concreto) não permitem a precisão na medição de vazão.

Pelas razões acima citadas, a medição de vazão utilizando a Calha Parshall foi abandonada, sendo substituída provisoriamente por tempo de funcionamento das bombas da elevatória, à jusante da calha.

Tanque de Aeração

Já dissemos que dispensamos especial atenção aos equipamentos de aeração, na fase preparativa da partida. Apesar disso, alguns problemas, após a efetiva operação, deixaram-nos perplexos:

a) Os aeradores mecânicos fixos adotados na ETE Humaitá demonstraram ser extremamente vulneráveis às variações de nível hidráulico no TA. Em consequência disso, os motores superaqueciam e o funcionamento era interrompido. A alternativa de reduzir a submergência dos rotores para minimização do problema encontrou sua limitação, pois nos intervalos entre os funcionamentos das bombas de recalque, as submergências dos rotores reduziam-se a níveis muito baixos (cerca de 5cm), comprometendo tanto a capacidade de mistura, quanto a introdução de oxigênio. O problema não foi ainda solucionado devidamente.

b) Devido à pequena distância vertical deixada entre o rotor e a passarela, esta sem a proteção lateral, os aerosóis gerados pelos rotores são bastante intensos, expondo os operadores em contato direto com o LA. O problema é agravado nos dias de ventos fortes, frequentes na região, tornando o trabalho bastante difícil.

c) Porém, o problema mais grave relacionado com aqueles aeradores é a baixa capacidade de transferência de oxigênio. Por conseguinte, a concentração de OD no TA raramente superava 1,0mg/l, mesmo na fase de aeração prolongada. Este problema será melhor detalhado mais adiante.

Decantadores

Os decantadores (duas unidades por TA) são do tipo gravitacional, sem equipamento para remoção mecânica de lodo. Como não há decantadores primários, acrescido da já mencionada deficiência de grade, há necessidade de limpeza manual daquelas sujeiras, absorvendo consideravelmente o tempo dos ajudantes.

Tendo o decantador o formato de um obelisco invertido e devido ao longo tempo de detenção de lodo, estes favorecem as condições de carência de oxigênio nos lodos sedimentados. Isto propiciou ocorrência de intensa denitrificação no primeiro mês de operação, resultando em uma formação dessas escumas na superfície dos decantadores, acarretando fuga de sólidos biológicos junto com o efluente e perdendo-se o controle sobre o processo. A partir daí, foi decidida a mudança do processo — de aeração prolongada para o convencional — aproveitando-se da baixa vazão afluyente na Estação. Com esta mudança, que resultou evidentemente em maior quantidade descartada de sólidos biológicos, foi contornado o problema de denitrificação. As fotos de n.ºs 12, 13, 14 e 15 demonstram os efeitos da denitrificação sobre o processo de tratamento. Houve, também, sensível queda no OD do TA (ODTA), já que apenas a metade



Foto 11 — Leito de secagem / Registros para drenagem

da capacidade da ETE está sendo utilizada. As escumas, tanto no TA quanto nos decantadores, foram eliminadas e a sedimentabilidade dos lodos voltou a ser boa, obtendo-se efluente límpido e isento de sólidos em suspensão, chegando-se a atingir o grau de transparência de cerca de 60cm.

Até o presente momento, não há qualquer indício da ocorrência de Bulking, geralmente causado pela deficiência de oxigênio dissolvido.

Leito de secagem

Essa unidade demonstrou-se totalmente insatisfatória à finalidade para a qual foi construída. Isto se deve a várias causas: a) umidade relativa média anual do ar na região é elevada, o que impede evaporação das águas intersticiais dos lodos; b) alto índice pluviométrico; c) caráter altamente hidrocópico do lodo biológico; d) processo de secagem parece ser distinto daquele observado para a secagem do lodo digerido anaerobicamente, não apresenta finos rachamentos na superfície, formando crostas rijas na superfície, que impedem a fuga da umidade das camadas inferiores à crosta.

Em consequência disso, a secagem de lodo em Humaitá é extremamente lenta. Para se ter uma idéia disso, um dos leitos com cerca de 900kg de sólidos secos, após 60 dias de secagem, apresentou lodos apenas parcialmente secos (ver fotos n.ºs 16, 17 e 18).

Um problema que esperávamos que ocorresse, principalmente após a mudança do processo de tratamento, era o odor proveniente de leitos. Para alívio da equipe de operação, aquela preocupação mostrou-se absolutamente desnecessária. Por outro lado, houve a proliferação intensa de moscas, similares àquelas observadas nos filtros biológicos de baixa taxa. No entanto, sendo aquelas moscas de reduzido raio de ação (normalmente estacionadas nas paredes dos leitos), não têm incomodado os operadores.

Esgoto afluente: as características e as vazões

O esgoto do Jardim Humaitá foi inicialmente previsto como de contribuição estritamente doméstica. Assim sendo, as cargas orgânicas afluentes à ETE foram estimadas tomando-se por base as concentrações, respectivamente, de 250mg/l (DBO) e de 500mg/l (DQO). A taxa de ingresso de areia, adotada, foi de 75 l/1000m³ de esgoto.

Todas estas estimativas foram amplamente superadas. A primeira campanha de 24 horas para coleta e análise dos esgotos, realizada para detectar o perfil das características dos esgotos afluentes e efluentes da ETE Humaitá, demonstrou que na realidade a concentração da carga orgânica média (em DQO) supera 600mg/l. Por outro lado, a DQO da amostra composta coletada entre 9:00 e 16:00 horas, foi superior a 1.100mg/l. Este valor é 2,2 vezes superior ao valor médio do projeto.

Quanto à quantidade de areia retida na caixa de areia, esta foi bem superior ao previsto. Numa estimativa grosseira, a taxa média afluente está em torno de 150 l/1000m³, tendo atingido o valor máximo de 300 l/1000m³ na fase inicial da operação. Se bem que este último número foi, provavelmente, devido ao afundamento de vários PV's da rede coletora, pois houve gradual redução na taxa à medida que foram sendo consertados os PV's.

A causa da discrepância entre os valores estimados e aqueles observados no campo, em termos de concentração da carga orgânica, na ETE Humaitá, pode provavelmente ser atribuída à instalação cada vez mais crescente de pequenos comércios, na sua maioria clandestinos. Para citar alguns exemplos, há hoje (set/87) instalados no Conjunto Residencial Humaitá pelo menos quatro abatedouros de aves, várias oficinas mecânicas (prin-

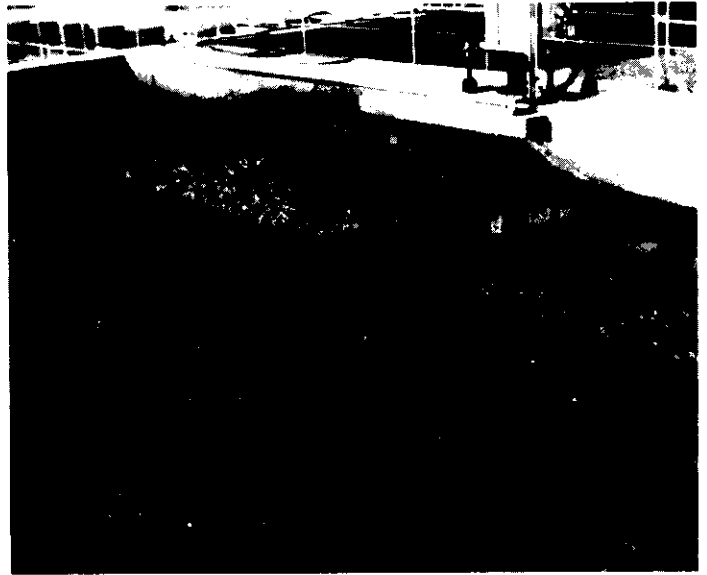


Foto 12 — TA com espuma causada pela desnitrificação

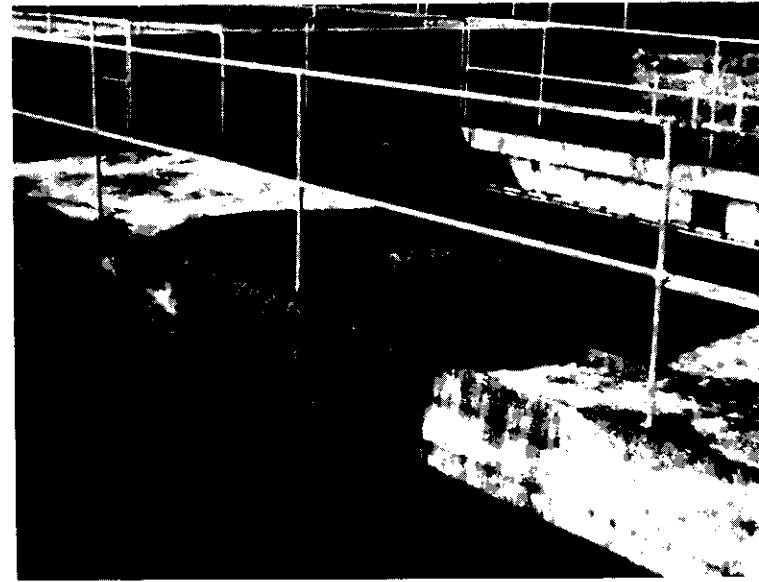


Foto 13 — Lodo denitrificado ao ingressar no DS

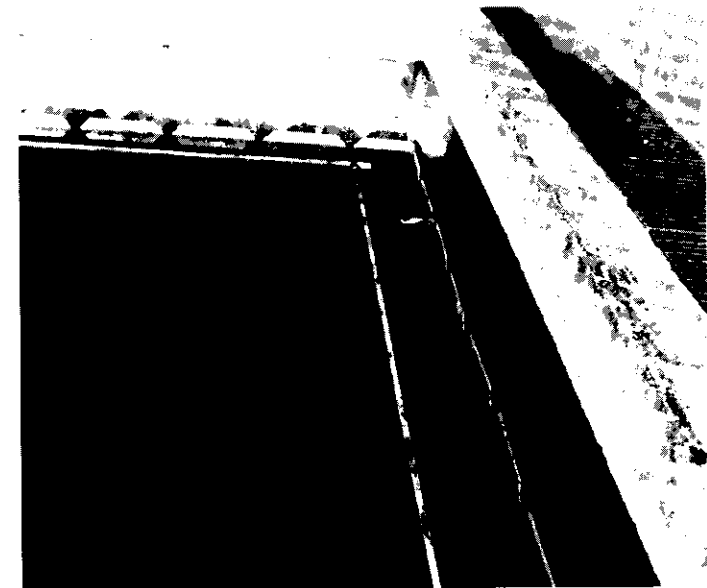


Foto 14 — Aspectos da espuma no DS causada pela desnitrificação

principalmente as de bicicletas), um número muito grande de bares, além de outros comércios, basicamente no ramo de alimentos.

Por outro lado, a vazão afluyente à Estação, apesar daquela comunidade estar quase que toda ocupada, está sendo inferior à estimada no projeto. A vazão hoje afluyente oscila entre 1.500 a 4.000m³/dia, inferior à média de 4.000m³/dia prevista no projeto. Este fato contribui, evidentemente, para aumentar a concentração da carga orgânica.

OS RESULTADOS DA OPERAÇÃO

Três meses após a partida inicial, a ETE Humaitá, apesar dos problemas acima descritos, está satisfazendo, com êxito, a finalidade para a qual foi construída. Em termos de remoção de carga orgânica, a Estação chegou a atingir desempenho excepcional de 97% (DBO afluyente de 440mg/l e da afluyente 11mg/l, medidos pela Cetesb), além de manter o grau de transparência médio superior a 30cm, chegando a atingir 60cm.

O controle operacional do processo biológico está sendo feito através de descarte de lodo, utilizando-se o tanque de controle. A existência deste tanque de controle torna a operação bastante simples, dispensando a determinação de SSTA ou do SSLR. Por outro lado, a ausência de laboratório aparelhado no local torna bastante precário o acompanhamento operacional. Efetivamente, o controle está sendo reduzido a métodos bastante simples, tais como volume de lodo (VL) dos lodos de TA e do retorno, observações detidas sobre o comportamento dos lodos na proveta, além da medição do grau de transparência no afluyente.

Hoje, com processo convencional, observou-se que com o VL do TA na faixa entre 200 a 500ml/l obtém-se um efluyente bastante límpido, com baixa concentração de sólidos em suspensão (20 - 50mg por litro). A idade do lodo está sendo mantida entre cinco a sete dias. Quanto ao VL do lodo de retorno, este foi sempre elevado na ETE Humaitá (500 - 950ml por litro), provavelmente devido ao alto tempo de detenção de lodos

nos decantadores e do formato deles mesmos que favorece a maior concentração de lodo sedimentado. O alto VL e as relativamente reduzidas dimensões superficiais dos decantadores faz com que aqueles que sejam bastantes sensíveis às flutuações de vazão afluyente ou mesmo aos ventos fortes, resultando em saída dos lodos biológicos juntamente com o efluyente.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS PROJETOS

Apesar da sua simplicidade e de ser de pequeno porte, a partida e operação experimental da ETE Humaitá trouxe para a Sabesp valiosas experiências a nível operacional que certamente servirão de importantes subsídios para projetos a serem doravante elaborados ou mesmo para modificações ou ampliações das Estações já existentes.

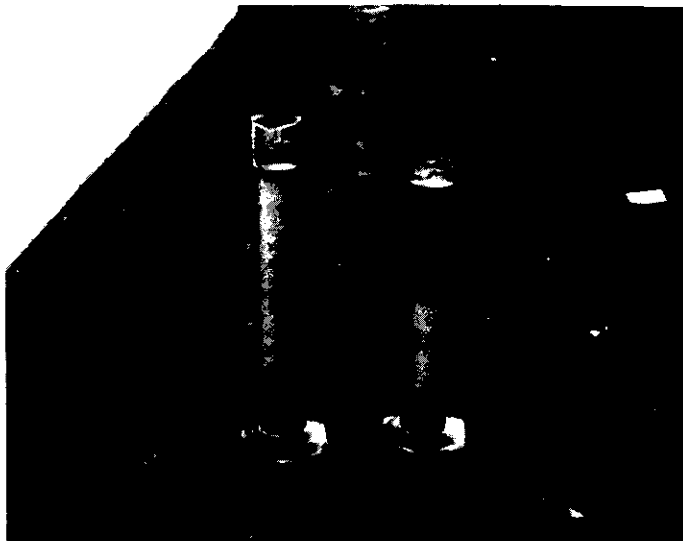


Foto 15 — Aspectos do lodo denitrificado na proveta

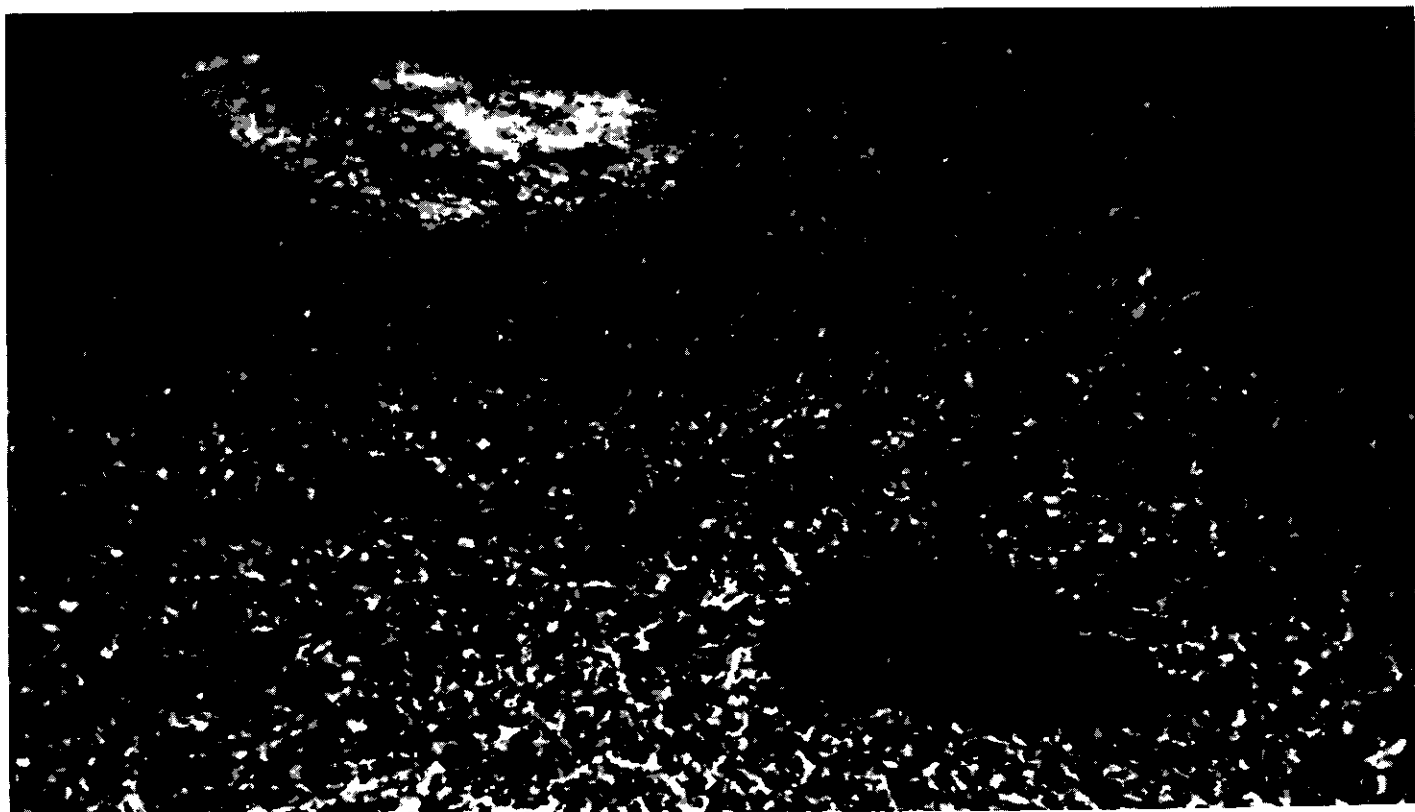


Foto 16 — Lodo retrado e disposto no solo, apresentando rijas na superfície

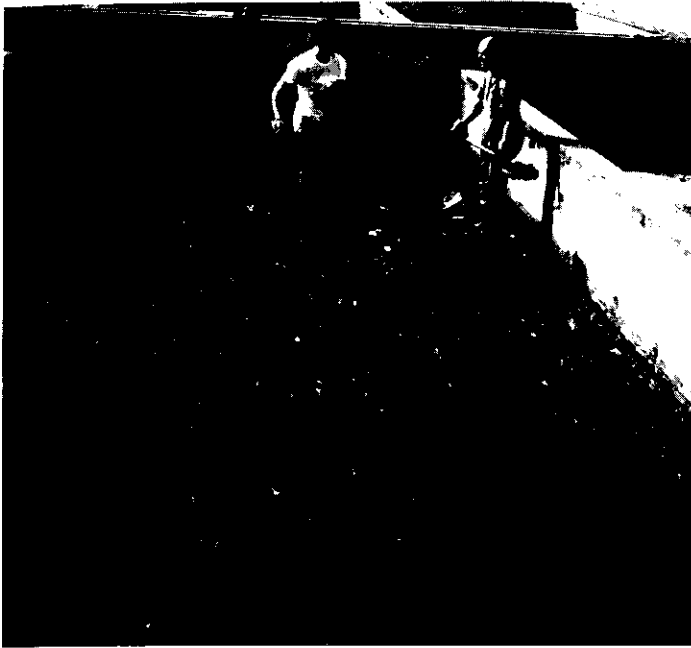


Foto 17 — Remoção de lodo do leito, após 60 dias

A reconhecida carência de mão-de-obra operacional e a falta de um laboratório devidamente aparelhado tem-nos impedido de acompanhar e de orientar com minúcias necessárias a operação da ETE Humaitá. Felizmente, está em curso a aprovação para construção de um laboratório junto à ETE, cuja finalidade é, além de atender as necessidades locais, atender com cursos práticos e estágios na própria ETE Humaitá, a necessidade que as Superintendências Regionais do Interior têm de instruir seus operadores das ETE's, principalmente daquelas com o processo de lodo ativado.

As conclusões e recomendações que se seguem são decorrentes estritamente das experiências e observações obtidas da operação da ETE Humaitá. São basicamente as seguintes:

Quanto à estimativa dos parâmetros de projeto

Carga orgânica

Num Conjunto Habitacional como os de Humaitá, isolado dos centros comerciais e carente de meio de transporte, com população de baixa renda, é quase que inevitável o surgimento de pequenos comércios visando suprir a deficiência de abastecimento, notadamente no setor alimentício.

Tanto assim que o Conjunto Humaitá dispõe hoje, além de um grupo de comércio regularmente constituído (supermercado, panificadora, açougue, bares etc.), um outro grupo de comércio espalhado por todo o Conjunto Habitacional, na maioria irregularmente estabelecidos.

Pelo menos quatro abatedouros de aves são conhecidos; alguns açougues e quitandas, casa de materiais de construção, oficinas mecânicas, comércio de roupas e calçados etc., formam aquele grupo. Mas o que mais se destaca neste grupo são os bares: seu número é tão elevado que até torna difícil a exata determinação do mesmo.

Estas características fizeram com que a estimativa de concentração da carga orgânica fosse amplamente superada. Apesar de não ser definitiva, a campanha de coleta e análise (24 horas), realizada pelo SRB, demonstrou que em termos de DQO o valor médio é superior a 600 mg/l, sendo que nos horários de pico aquele valor supera os 1.100 mg/l.

Evidentemente vamos prosseguir com as campanhas para melhor caracterizar o comportamento dos esgotos no Jardim

Humaitá, mas desde já podemos abstrair dos dados até agora obtidos que a amplitude de variação na concentração de carga orgânica afluyente é bastante elevada, provavelmente superior a 3:1 entre os picos máximo e mínimo. Tanto a concentração média quanto a máxima distanciam-se consideravelmente das estimativas iniciais.

Estas constatações nos remetem à necessidade de rever alguns procedimentos correntemente adotados no cálculo dos reatores biológicos, como veremos adiante.

Do que foi exposto neste item, torna-se evidente a necessidade de se pesquisar melhor sobre a comunidade atendida, no que concerne à carga orgânica contribuinte. Não basta apenas considerar a taxa de contribuição per capita tradicionalmente adotada (54g DBO/hab. x d, no caso presente), mas levar em consideração aquelas contribuições adicionais que somente poderão ser detectadas após um trabalho de levantamento das condições sócio-econômicas da população em questão.

Areia

A taxa de ingresso de areia adotada no projeto foi de 75 l/1.000m³. No entanto, para uma comunidade como a de Humaitá, situada na região litorânea e com a maioria de suas ruas sem pavimentação, aquele valor demonstrou ser inadequado.

Como já dissemos, a Estação recebe hoje já areia numa proporção média de 150 l/1.000m³. Este valor, acreditamos, tenderá a se reduzir, na medida em que alguns PV's danificados forem sendo consertados. Mesmo assim, acreditamos que a taxa não será inferior a 100 l/1.000m³.

Estes fatos demonstram a necessidade de se considerar, nos projetos de caixas de areia localizadas nas comunidades litorâneas com características similares às de Humaitá, métodos de remoção de areias retidas diversos do processo manual, como é feito hoje. Isto porque a quantidade de areias flutuantes daquelas comunidades faz absorver tempo considerável da mão-de-obra, além de expor a saúde dos trabalhadores ao risco, pois os colocam em contato direto com o esgoto bruto.

O outro aspecto a ser considerado na remoção manual da areia depositada é a exalação de odores quase insuportáveis. Devido à proximidade das residências, este fenômeno deve ser evitado.

Analisando os aspectos negativos acima mencionados, a solução adequada para caixas de areia no litoral parece ser a caixa aerada, com ou sem sistema mecânico de remoção de areia depositada. Tal tipo de caixa resulta em areias livres de matérias orgânicas, sem odores, além de poder servir como tanque de equalização, que é de grande utilidade ao processo biológico de tratamento, principalmente quando o esgoto é proveniente de elevatórias de esgotos, que têm funcionamentos intermitentes.

Quanto ao projeto do reator biológico (TA)

O cálculo do processo biológico se faz, correntemente, utilizando os valores médios da vazão e da respectiva concentração de carga orgânica, ambos estimados previamente. Assim também se procedeu no caso de Humaitá.

Como já foi demonstrado, na ETE Humaitá, além da concentração orgânica média ser superior à estimada, a amplitude de variação observada é elevada (superior a 3:1). Isto significa, em termos práticos, que a quantidade de oxigênio necessária também varia aproximadamente naquela proporção. Se assim fosse, o processo de cálculo para quantificação dos aeradores correntemente adotado não é adequado para casos como estes. Ademais, sabe-se que os aeradores mecânicos superficiais apresentam, na maioria dos casos, as eficiências de aeração inferiores às nominais, como comprovado por nós, o que agrava o problema de deficiência de oxigênio.

Outra agravante, no caso prático de Humaitá, é o consumo de oxigênio devido à nitrificação. Este consumo adicional não foi previsto, apesar do processo previsto ser de aeração prolongada. O déficit de oxigênio, originado pelas causas acima apontadas, justifica a baixa concentração de OD residual (0~1,0 mg/l).

Pergunta-se, então: diante destas constatações, qual a solução por parte do projetista?

Se o projetista, no seu cálculo do reator biológico, quantificar os aeradores de tal modo a atender a demanda de oxigênio no seu pico, este procedimento, apesar de parecer ideal, não será adequado do ponto de vista de operação do reator biológico. A não ser que os aeradores dispusessem de variadores de velocidade, o sistema de aeração assim quantificado levaria inevitavelmente a uma superaeração durante o horário de baixa carga, prejudicando a qualidade do efluente final do decantador.

O desligamento de algumas unidades de aeradores durante o horário de baixa carga, prática freqüentemente adotada, pode causar o acúmulo de sólidos biológicos no fundo dos reatores, podendo tornar aqueles sólidos inativos, reduzindo, por conseguinte, a massa biológica ativa, elevando a taxa de aplicação orgânica do reator no momento seguinte, que é de pico.

Todavia, se os aeradores fossem de menor potência, mas em número maior e preferencialmente flutuantes, a operação dos reatores biológicos seria bem mais flexível, além de a demanda energética ser estável, não sendo influenciada pelo nível hidráulico no TA.

Se o sistema de aeração escolhido fosse o de ar difuso, a solução seria mais simples. Seriam instaladas unidades complementares de sopradores que poderiam ser acionados nos momentos de maior demanda de oxigênio. Não seria aconselhável a instalação de sopradores de grande potência, com dispositivos para variação de vazão de ar, pois consumiriam igualmente energia, mesmo nas horas de baixa vazão. Desejável seria a instalação de várias unidades de sopradores de potência menor, o que permitiria maior flexibilidade operacional e economia energética.

É claro que um projeto racional que considerasse os fatores acima mencionados pode conduzir a alternativas como a adoção de várias unidades de reatores ou até um sistema combinado de aeração (aerador superficial + ar difuso). Tudo depende da conveniência, considerando-se as condições reais do local.

Quanto ao Controle do Processo Biológico por idade do lodo, a existência dos tanques de controle torna a operação bastante simples e prática, pois não necessita medição do SSTA ou do SSLR, nem da vazão de descarte.

Quanto à passagem do TA para decantadores, verificou-se a necessidade de se instalar vertedores falsos, de longa extensão, para minimizar a variação do nível hidráulico no interior do TA.

Decantadores secundários

O processo de LA, com Aeração Prolongada, tem sido adotado em diversos países como sendo alternativa adequada para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. As principais vantagens oferecidas por tal escolha são: a) facilidade operacional; b) efluente de qualidade estável e nitrificado; c) lodo descartado já bastante estabilizado e de volume reduzido, podendo ser disposto diretamente para o leito de secagem; d) absorve com maior facilidade os choques de carga ou de vazão.

Pelas mesmas razões, os projetistas brasileiros têm feito suas opções sobre Aeração Prolongada, escolhendo, concomitantemente, decantadores sem sistema de remoção mecânica de lodos sedimentados.

Tais opções, evidentemente, têm suas razões. A deficiência de manutenção mecânica, custo elevado de instalação inicial etc., fazem com que os projetistas se afastem da opção mecanizada de decantadores.

A experiência em Humaitá revelou, no entanto, que a combinação de aeração prolongada mais decantadores não mecanizados é inadequada, como já foi aqui descrito (item *Decantadores*). A solução encontrada foi a mudança do processo, de aeração prolongada para o convencional.

Desidratação de lodo e a disposição final

Como descrito no item *leito de secagem*, sua opção é ineficaz para a desidratação de lodo biológico. A alternativa viável para o caso como o de Humaitá, com considerável volume de lodo descartado (200 - 250 m³/dia) e a massa de sólidos oscilando entre 600 a 1.000 kg/dia, é a desidratação mecânica. Isto possibilitará manuseio mais simples do material para a disposição final.

Comprovou-se na ETE Humaitá que o lodo biológico tem elevado potencial nutritivo como fertilizante, pelo menos em relação às gramíneas e algumas espécies de árvores ali plantadas. Este fato não constitui, na verdade, nenhuma novidade relevante. Vários municípios no Japão processam o lodo resultante do tratamento de esgotos sob diversas formas e o comercializam como fertilizante ou condicionador de solos. O mesmo ocorre nos EUA e nos países da Europa.

No caso de Humaitá, um fator que favorece o aproveitamento do lodo como fertilizante é a ausência de substâncias tóxicas que restringem o amplo uso de lodos. Após o devido processamento (desidratação e compostagem) aquele material poderá ter pleno aproveitamento.

Gradeamento e medição de vazão

O gradeamento de esgotos brutos, nas estações onde não se dispõe de decantador primário, deve ser composto de mais de uma grade, sendo uma de espaçamento médio e outra de espaçamento fino, para evitar os problemas descritos no item *grade*.

Os medidores de vazão, quando não houver tanque de equalização à montante e tendo esgotos provenientes de elevatórias, devem ser instalados à jusante da ETE e não à montante (ver item *Calha Parshall*). É desejável que o sistema de medição seja acompanhado de registradores contínuos de vazão, o que confere, assim, maior precisão nos dados.



Foto 18 — Disposição de lodo removido no solo