

# A Estação de Tratamento de Água do Guarará: Solução Metropolitana dentro da Realidade Brasileira

PROF. JOSÉ M. DE AZEVEDO NETTO(\*)  
ENG.º EDUARDO FERREIRA BORBA JÚNIOR(\*\*)  
ENG.º LUIZ HENRIQUE HORTA MACEDO(\*\*\*)

## 1. APRESENTAÇÃO E RESUMO

Em 1966 a cidade de São Paulo, com cerca de 5 milhões de habitantes, abastecia apenas a 69% da população, com aproximadamente 300 litros diários "per capita". A ampliação do sistema produtor era uma exigência urgente e reconhecia-se a conveniência de se realizar obra de grande porte, mudando-se, por assim dizer, a escala dos empreendimentos.

O antigo Departamento de Águas e Esgotos estava iniciando obras para aproveitamento das águas do Juqueri, em conjunto com outros mananciais da região Norte.

Tendo em vista a magnitude do empreendimento e a oportunidade que se apresentava, o Prof. Eduardo R. Yassuda, Secretário de Estado dos Serviços e Obras Públicas no período governamental de 1967 a 1971, decidiu recorrer à Consultoria Es-

trangeira com o propósito de assegurar novos recursos tecnológicos para as obras, sobretudo para a grande estação de tratamento de água que deveria ser projetada, prevendo a incorporação desses aperfeiçoamentos à técnica nacional.

Paralelamente, considerando a necessidade de assegurar condições adequadas de trabalho para empreendimentos dessa escala, decidiu-se criar, em 1968, a Companhia Metropolitana de Água de São Paulo — COMASP, entidade que, na época, era inovação considerada bastante arrojada no Estado, pois representava a introdução do conceito de administração empresarial, em substituição às tradicionais repartições ou departamentos públicos de água e esgotos (essa Companhia, em estágio subsequente após cinco anos, deu origem à SABESP, mediante fusão com outra empresa mais nova, a SANESP, e absorção dos remanescentes órgãos públicos estaduais de saneamento básico).

Outrossim, com base no Sistema Juqueri, posteriormente denominado Sistema Cantareira, a administração estadual desencadeou a implantação do conceito de solução metropolitana para os problemas de saneamento básico, por meio de sistemas in-

tegrados, substituindo as inviáveis soluções isoladas em nível municipal. A ETA GUARARÁ e o chamado SAM — Sistema Adutor Metropolitano foram colocados, assim, em posições avançadas não somente de progressos tecnológicos, como também de decisivas inovações político-administrativas.

Nestas condições, em setembro de 1967, foi contratado o anteprojeto básico da ETA GUARARÁ e em junho de 1968, como seqüência, foi firmado o segundo contrato para elaboração do seu projeto básico. Ambos os contratos foram feitos com a firma SERETE, que por sua vez contratou a JAMES M. MONTGOMERY (J. M. M.), de Pasadena, Califórnia, como Consultora.

O Eng. William W. Aultman, na ocasião Vice-Presidente Executivo da J. M. M., renomado especialista em tratamento de água e um dos autores do livro "Water Treatment Plant Design", da A. W. W. A., dedicou-se pessoalmente, com grande empenho e entusiasmo, à direção do projeto básico.

O projeto básico, concluído em fins de 1968, foi orientado no sentido de incorporar os avanços tecnológicos mais modernos do tratamento de água, desde que devidamente

(\*) Professor Catedrático de Tratamento das Águas de Abastecimento e Residuais, da USP, aposentado; Professor da Escola de Engenharia de São Carlos, da USP; Engenheiro Consultor.

(\*\*) Superintendente de Planejamento de Água e Esgotos para a Região I — SABESP.  
(\*\*\*) Chefe do Departamento de Controle Sanitário da SABESP.

comprovados e adaptáveis a uma prática de operação conservadora, compatível com o estágio de desenvolvimento técnico e industrial da Região Metropolitana de São Paulo. Foram aproveitados muitos ensinamentos obtidos na construção e operação de grandes estações de tratamento, principalmente da Califórnia, projetadas e acompanhadas pela mesma Consultora.

A partir de 1967, o desenvolvimento dos estudos propiciou a realização de proveitosas reuniões técnicas que contaram com a participação de engenheiros locais e dos projetistas e que tiveram como objetivo apresentar e discutir questões relacionadas com a evolução tecnológica ocorrida no campo da purificação das águas.

No próprio dizer do Eng. Aultman, "a ciência e a arte do tratamento de água avançaram mais rapidamente nos últimos cinco anos do que nos cinquenta anteriores" (isto naquele ano).

Deve-se a essa iniciativa a introdução em nosso meio de uma série de idéias e técnicas novas, dentre as quais podem ser destacadas: o emprego de polieletrólitos, critérios para projeto e avaliação de misturadores e floculadores com base no tipo de escoamento e no gradiente de velocidades, melhor conceituação para os fatores críticos de projeto dos decantadores convencionais, diversas inovações no projeto de filtros rápidos de dupla camada, incluindo novo sistema de controle das vazões e novo tipo de fundo de

filtro, sistemas centrais de comando, etc.

A elaboração do projeto executivo da estação foi confiada pela COMASP à PLANIDRO - Engenheiros Consultores S.A. em consórcio com o Escritório Técnico Figueiredo Ferraz, tendo a primeira firma constituído um grupo especial de trabalho para desenvolvimento do importante projeto, sob a direção de um dos autores deste trabalho, o Prof. Azevedo Netto, e com a coordenação do Eng. Newton Salgado.

A PLANIDRO, por sua vez, também introduziu vários aperfeiçoamentos no projeto básico, merecendo maior destaque os seguintes: reformulação completa do edifício da Casa de Química e Administração, otimizando o conjunto, reestudo do sistema de cloração, reformulação do projeto dos reservatórios de água para lavagem (condições de entrada e de saída), melhoria das condições hidráulicas da instalação de recalque de água filtrada, etc. Esses trabalhos de projeto foram concluídos em 1970.

A construção da Estação de Tratamento de Água do Guarau foi confiada à Construtora Alcindo Vieira, tendo sido basicamente concluída em fins de 1973, ocasião em que se realizou a inauguração oficial das instalações (26-12-1973).

O custo total da instalação (primeira etapa para 11 m<sup>3</sup>/s) elevou-se a Cr\$ 55.000.000 em moeda de 1970, o que correspondia aproximadamente a 1.200.000 UPC ou seja, Cr\$ 365.000.000 atualmente.

Presentemente encontram-se em fase final de projeto, contratado com a firma HIDROSERVICE em 1976, as seguintes instalações complementares à ETA Guarau:

- recuperação de água de lavagem dos filtros;
- disposição final dos lodos dos decantadores e filtros;
- barragem para retenção e regularização de águas acidentais e enchentes do córrego Guarau;
- paisagismo e arranjo final da área da ETA.

Tais projetos foram definidos e supervisionados pela Diretoria de Planejamento da SABESP, que contou com a assessoria do Eng. W. Aultman mediante consultoria contratada em 1975. Os estudos incluíram a realização de ensaios de desempenho da ETA Guarau, com a colaboração da Diretoria de Operação da SABESP para aperfeiçoamento de dados operacionais e verificação de parâmetros de interesse para os ulteriores projetos de ampliação da Estação.

O custo total destas obras, a serem iniciadas em 1979, está estimado em Cr\$ 176.850.000,00. Com o ganho da água recuperada, este conjunto de obras se pagará em aproximadamente 6 anos.

A Região Metropolitana de São Paulo, hoje com cerca de 11 milhões de habitantes, está atingindo expressivo índice de aproximadamente 90% de sua população com água encanada, neste momento em que a SABESP completa o chamado Programa de Abastecimento de Água — RMSP 1975/1978, cuja divulgação

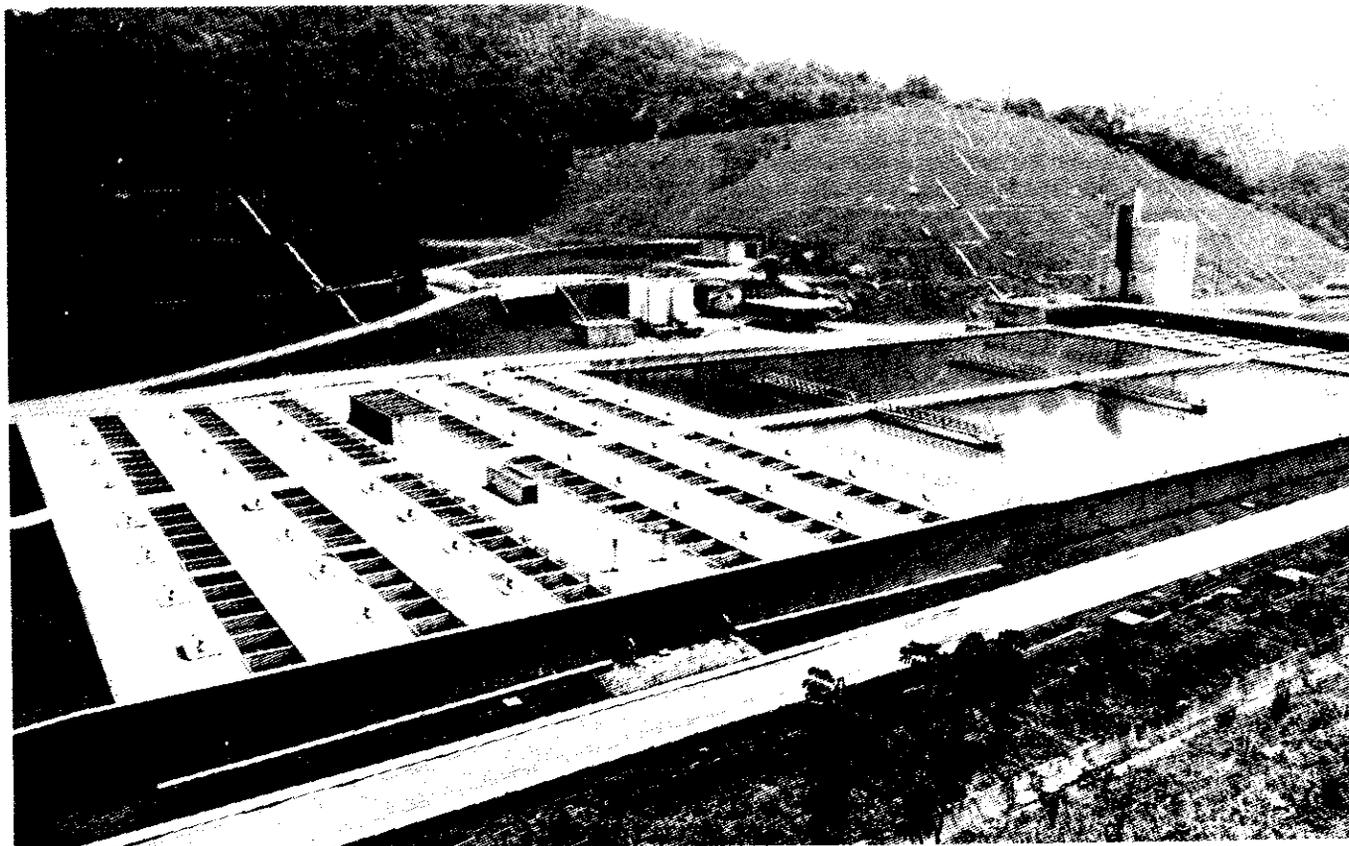


Ilustração 1 — Vista Geral da ETA GUARAU.

QUADRO 1 - RESERVATÓRIOS, TÚNEIS E ELEVATÓRIA DO SISTEMA CANTAREIRA

Reservatórios Túneis e Elevatória	Altura da Barragem (m)	N. A. Máx. Normal (m)	Volume Total (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Extensão do Túnel (Km)	Vazão Produzida em cada Reservatório (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Total Disponível Acumulada (m <sup>3</sup> /s)
Jaguari	55	844,00	140		18,0	18
Jacarei	50	844,00	898		4,0	22
Túnel 7				6,030		
Cachoeira	40	821,70	114		5,0	27
Túnel 6				5,250		
Atibainha	40	787,00	229		4,0	31
Túnel 5				9,840		
Paiva Castro (Juqueri)	22	745,00	36		2,0	33
Túnel 3				1,00		
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA SANTA INÊS						
Túnel 1				0,855		
Águas Claras	24	859,50	1,0			33
Túnel 2				4,80		
ETA-GUARAÚ						33

técnica foi feita na Revista DAE (n.º 107 e n.º 117, publicadas respectivamente em 1976 e 1978). Com esse Programa, o Sistema de Produção alcançou a capacidade de fornecer 32 m<sup>3</sup>/s para a Região. Inclue-se, neste total, a completa utilização da 1.ª etapa do Sistema Cantareira e, assim, da ETA Guaraú, com 11 m<sup>3</sup>/s.

De acordo com o seu Plano Diretor de Suprimento de Água para a Região Metropolitana de São Paulo, cuja divulgação técnica foi feita em 1977 pela Revista DAE n.º 111, a SABESP já deu início à construção da segunda e última etapa do Sistema Cantareira, integrante de seu Programa — 1978/1981. Neste período, a ETA GUARAÚ será complementada de modo a atingir a capacidade média de 22 m<sup>3</sup>/s, conforme projeto que está sendo elaborado pela firma AM-BITEC, associada à Consultora J.M.M.

Os resultados alcançados com a grandiosa obra, que é a ETA Guaraú, permitem afirmar que foram alcançadas, e até mesmo ultrapassadas, as expectativas da SABESP.

O impacto que o projeto exerceu (e continua a exercer) sobre a tecnologia de tratamento de água em nosso meio técnico trouxe uma série de inovações e benefícios para o setor, a ponto de haver contribuído com novas técnicas e expressões tais como a da "reabilitação de estações de tratamento de água".

Como primeiro exemplo sugestivo de transferência de tecnologia, pode ser citada a grande estação de tratamento de água de Campinas, projetada pela PLANIDRO e construída no período 1969/1971, incorporando os aperfeiçoamentos aplicados no projeto da ETA GUARAÚ.

Por sua vez, a "reabilitação de es-

tações de tratamento de água" trouxe imensas economias no Estado de São Paulo e em todo o País, pois os projetistas passaram a aumentar em duas ou mais vezes a capacidade de antigas estações de tratamento de água, com mínimos investimentos de construção civil, simplesmente por meio de reformas introduzindo os avanços tecnológicos de processo. Citam-se como exemplo as ETAs: São João, em Porto Alegre; Rio das Velhas, em Belo Horizonte; Guandu, no Rio de Janeiro; Laranjal, em Niterói; Americana, Franca e São Manuel, no Estado de São Paulo.

Os Autores sentem-se seguros ao considerar a Estação do Guaraú como uma solução metropolitana dentro da realidade brasileira, isto é, uma solução altamente eficiente e de baixo custo. E sentem-se honrados em fazer a presente documentação técnica, que registra essa fase de nossa evolução e procura fornecer subsídios aos que se dedicam às atividades de ensino, pesquisas, projeto, construção e operação de estações de tratamento de água, cujas dimensões tendem a crescer com o desenvolvimento de nossas cidades e, sobretudo, com as aglomerações metropolitanas que vem se formando em todo o País.

## 2. O SISTEMA CANTAREIRA

O Sistema Cantareira é o maior sistema produtor de água da Região Metropolitana, compreendendo cinco reservatórios de acumulação que aproveitam águas dos rios Jacarei, Jaguari, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, regularizadas por 5 barragens. No Quadro 1 mostra-se, em seqüência de montante para jusante, os re-

servatórios e túneis do Sistema. Inclue-se o reservatório de Águas Claras, que funciona como volante entre a Elevatória e a ETA.

## 3. A ETA GUARAÚ

### 3.1 A CAPACIDADE DA ETA GUARAÚ — ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

A Estação de Tratamento de Água do Guaraú recebeu o nome do pequeno vale onde está implantada.

Com capacidade para tratar nominalmente 33 m<sup>3</sup>/s (2,85 bilhões de litros por dia) na sua última etapa, ela terá condições para purificar até 36 m<sup>3</sup>/s em horas de demanda de ponta.

Com tal capacidade a estação, na ocasião em que foi projetada, classificava-se entre as maiores instalações do mundo:

Nome e Localização	Capacidade (m <sup>3</sup> /s)
ETA CENTRAL, Chicago (EUA)	74,4
ETA GUARAÚ, S. Paulo (Brasil)	33,0
ETA PALERMO, Buenos Aires (Argentina)	30,0
ETA ASAKA, Tóquio (Japão)	30,0
ETA GRANDU, R. de Janeiro (Brasil)	28,0
ETA NORTE, Moscou (URSS)	23,1

A vazão de 36 m<sup>3</sup>/s está condicionada à vazão máxima que poderá ser obtida através do sistema adutor de água bruta (Elevatória e Túneis), mais a vazão de reaproveitamento de águas de lavagem.

A ETA Guaraú foi projetada de maneira a possibilitar ajustamentos de capacidade das suas diversas partes,

QUADRO 2 — CAPACIDADES NOMINAIS MÁXIMAS POR ETAPAS E PARÂMETROS TÉCNICOS

Vazões			Conjs. de floculação			Decantadores			Filtros				Número mínimo		
m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /min.	4	6	8	4	6	8	16	24	32	48	Floc.	Decant.	Filtr.
			32536m <sup>3</sup>	48804	65072	23408m <sup>2</sup>	35112	46816	2816m <sup>2</sup>	4224	5632	8448			
950.000	11	660	49'	MINUTOS		41(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)		337(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)				4	4	16	
1.382.000	16	960	34'			59		491	327	245			4	4	24
1.900.000	22	1.320	24'	37'	81		54	450		337	225	4	4	32	
2.333.000	27	1.620	30'				66			414	276	6	6	48	
2.851.000	33	1.980	25'	33'	81		61			337		6	6	48	
3.110.000	36	2.160	23'	30'	89		66			368		6	8	48	
3.283.000	38	2.280	21'	29'			69			389		8	8	(48)	

PARÂMETROS BÁSICOS: FLOCULADORES: PERÍODO DE RETENÇÃO (MINUTOS) — VALOR MÍNIMO: 23 MINUTOS  
 DECANTADORES: TAXA DE APLICAÇÃO SUPERFICIAL (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia). VALOR MAX. 81 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>dia.  
 FILTROS: TAXA DE FILTRAÇÃO (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>dia). VALOR MAX: 370 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia.

em função do conhecimento progressivamente melhor da qualidade da água bruta e do comportamento real das suas unidades. Nessas condições, ficou previsto que a própria operação definirá, no futuro, a chamada "capacidade prática" e o número desejável de decantadores, de filtros etc., dependente inclusive da efetiva proteção dos mananciais contra a poluição.

Para assegurar a flexibilidade necessária, os canais e as tubulações foram dimensionados com certa folga.

O Quadro 2 resume valores para os diversos parâmetros de projeto, em função das vazões e do número de unidades.

A primeira etapa foi dimensionada para 11,0 m<sup>3</sup>/s, tendo sido construídos 4 conjuntos de floculação, 4 decantadores e 16 filtros.

A próxima etapa compreenderá a construção de mais 16 filtros, alcançando 22 m<sup>3</sup>/s de capacidade.

### 3.2 LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO

A Estação de Tratamento de Água foi localizada pelo antigo Departamento de Águas e Esgotos no vale

o Sistema Adutor Metropolitano (SAM).

A estação ocupa uma plataforma executada em vale relativamente estreito, com dimensões que poderão atingir 135 x 740 m (dimensão maior na direção NE-SO).

As condições de irregularidade do solo exigiram a colocação de uma camada espessa de material compactado sobre a superfície escavada de maneira a assegurar condições uniformes de sustentação para as estruturas principais.

O projeto da estação sofreu uma grande influência da topografia local e da forma do terreno disponível.

### 3.3 QUALIDADE DA ÁGUA

A água bruta, procedente de reservatórios de acumulação situados em região afastada da capital, apresenta qualidade relativamente boa. No futuro, dependerá do grau de controle sanitário a ser conseguido pela SABESP, principalmente na bacia do Jaguari no Estado de Minas Gerais.

Na ocasião em que se desenvolveu o projeto, esses reservatórios eram inexistentes e por isso não se podia

sultados obtidos em quase 5 anos de operação: nos reservatórios já construídos conforme mostra o Quadro 3.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DO PROJETO

Diversas técnicas hidráulico-sanitárias aplicadas à Estação do Guaraú conferem características inovadoras ao seu projeto, dentre as quais se destacam:

Mistura rápida por agitadores mecânicos especialmente projetados para aplicar, em tempo mínimo, elevada energia; garantindo-se, dessa maneira, a dispersão dos reagentes químicos em toda a massa hídrica, antes que ocorram ou se completem reações parciais entre uma parte excessiva desses reagentes em um volume reduzido de água.

Uso de polieletrólitos catiônicos, sempre que desejável, para facilitar ou melhorar os efeitos da coagulação da matéria coloidal presente, de acordo com a qualidade da água.

Proximidade conveniente entre as câmaras de mistura rápida e as câmaras de floculação, assegurando-se, com essa disposição, condições vantajosas de agitação da água no início da floculação. Floculação em conjuntos de câmaras, com agitadores mecânicos dimensionados para aplicar escalonadamente a energia necessária à formação de flocos compactos, rapidamente decantáveis. Decantação com taxa de aplicação superficial bastante elevada, possível graças à perfeita floculação. Saída de água decantada através de calhas vertedoras convenientemente espaçadas e suficientemente longas para reduzir o arrastamento de flocos.

Utilização, sempre que desejada, de polieletrólitos aniônicos na água decantada, para facilitar a re-

QUADRO 3 — QUALIDADE DA ÁGUA

	Previsões		Valores obtidos	
	Per. Seco	Per. Chuvoso	Per. Seco	Per. Chuvoso
Turbidês, FTU	5 — 20	30 — 100	5 — 10	30 — 50
Cor	20 — 50	40 — 80	20 — 40	30 — 100

do córrego Guaraú, na região Norte da Capital, em cota relativamente elevada: 829,40.

Nessas condições, a água produzida é conduzida por gravidade até o grande reservatório de água tratada, passando desse reservatório para

dispor de análises de água. A qualidade da água pôde entretanto ser estimada com base em resultados obtidos em outros reservatórios semelhantes, existentes na região.

Agora é possível fazer um cotejo entre os valores previstos e os re-

tenção de impurezas em suspensão no leito filtrante.

Emprego de filtros com cama dupla, constituída de antracito e areia, que permitem maior taxa de filtração, melhor qualidade da água filtrada e maior tempo de funcionamento entre lavagens. Adoção do padrão de turbidês, com determinações mais precisas, como exigência de grande rigor, já que a remoção de turbidês se correlaciona com a remoção de vírus, bactérias e outros microrganismos. Possibilidade assegurada para a aplicação de um produto químico suplementar em qualquer um dos três pontos de mistura rápida ao longo do processo. O sistema global de controle da Estação, com um painel central, é outro aspecto que merece destaque.

3.5 SEQUÊNCIA DO TRATAMENTO

O tratamento de água na Estação será feito na seguinte seqüência de unidades, processos e operações:

- Chegada de água bruta
- Medição de vazão afluente
- Mistura rápida I
  - Sulfato de Alumínio (Solução)
  - Cal (Suspensão)
  - Polieletrólito
  - Produto Químico Suplementar
- Floculação
- Decantação
- Mistura rápida II
  - Polieletrólito
  - Suspensão de cal
  - Fluor
  - Produto Químico Suplementar
  - Cloro
- Filtração rápida
- Mistura rápida III
  - Cloro
  - Produto Químico Suplementar
  - Fluor
  - Suspensão de cal.
- Medida de vazão efluente.

Existem, portanto, basicamente três pontos de aplicação de reagentes químicos: na entrada de água bruta, no canal de água decantada e na saída de água filtrada.

A indicação de reagentes para cada local de mistura não significa que todos serão aplicados, existindo a possibilidade de alternativas para os pontos de aplicação.

3.5.1 Dosagens previstas e dosagens atuais

Conforme já foi exposto em outro item, por ocasião do projeto não estavam construídos os reservatórios de acumulação e, conseqüentemente,

não se dispunha de água bruta para a realização de análises e de ensaios tão vantajosos para um projeto desta magnitude.

As previsões de qualidade e de dosagem de reagentes químicos foram feitas com apoio na grande experiência local em outros mananciais da região.

O Quadro 4 resume as dosagens previstas em 1968 e as dosagens atuais.

3.5.2 Chegada de água bruta e mistura rápida

A água bruta chega ao local da Estação pelo Túnel N.º 2, em cuja boca foram instaladas três válvulas dissipadoras de energia, do tipo Howell-Bunger, cada uma capaz de operar entre 0 a 16,5 m³/s. Essas válvulas descarregam a água em uma pequena bacia de dissipação. As cotas no local de chegada são as seguintes:

QUADRO 4 — DOSAGENS, mg/1

Reagentes	Previsões			Dados Operacionais		
	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.	Máx.
Cloro-Pré cloração	0	1,0	3,0			
Cloro-Cloração Intermed.	0	0,5	1,0			
Cloro-Pós cloração	0	0,5	1,0			
Sulfato de Alumínio	5	15	40	12	14	16
Cal	5	7	20	5	7	10
Fluoreto	0,5	0,7	1,0	—	—	—
Polieletrólito aniônico	0,01	0,02	0,05	—	—	—
Reagente Complementar	0,01	0,1	0,5	—	—	—

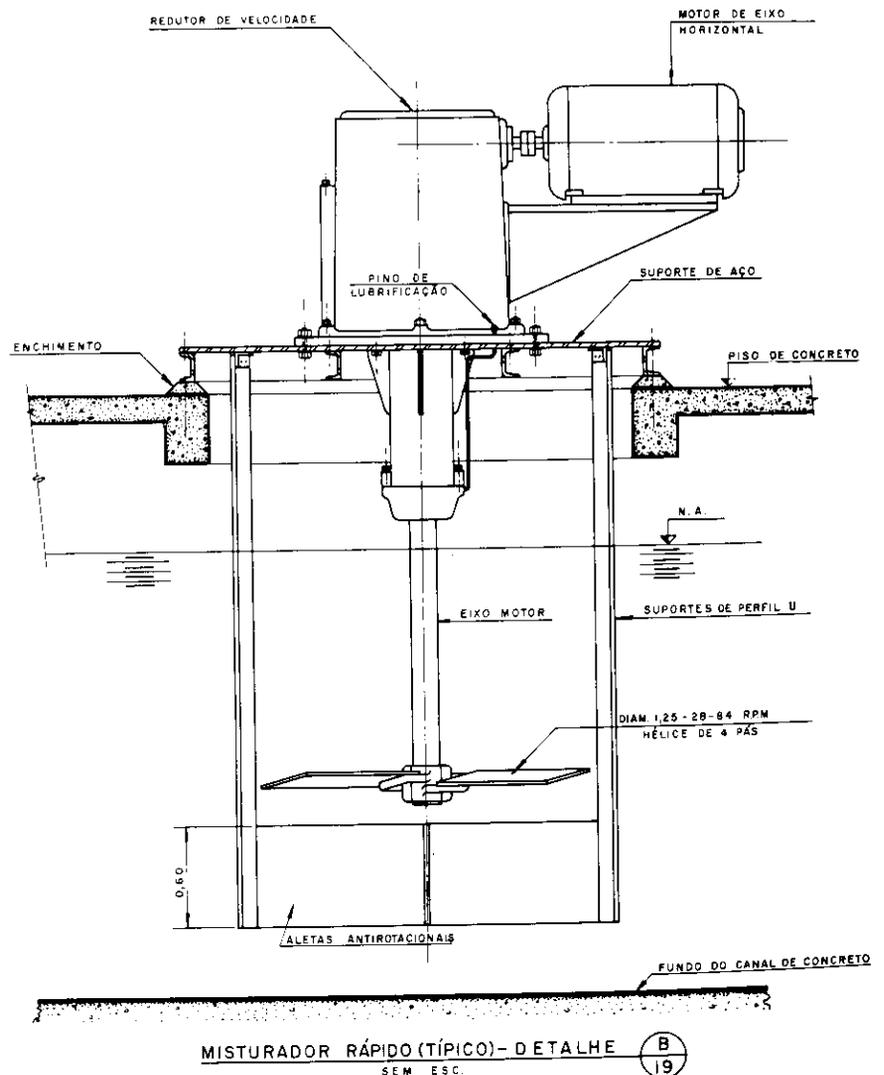
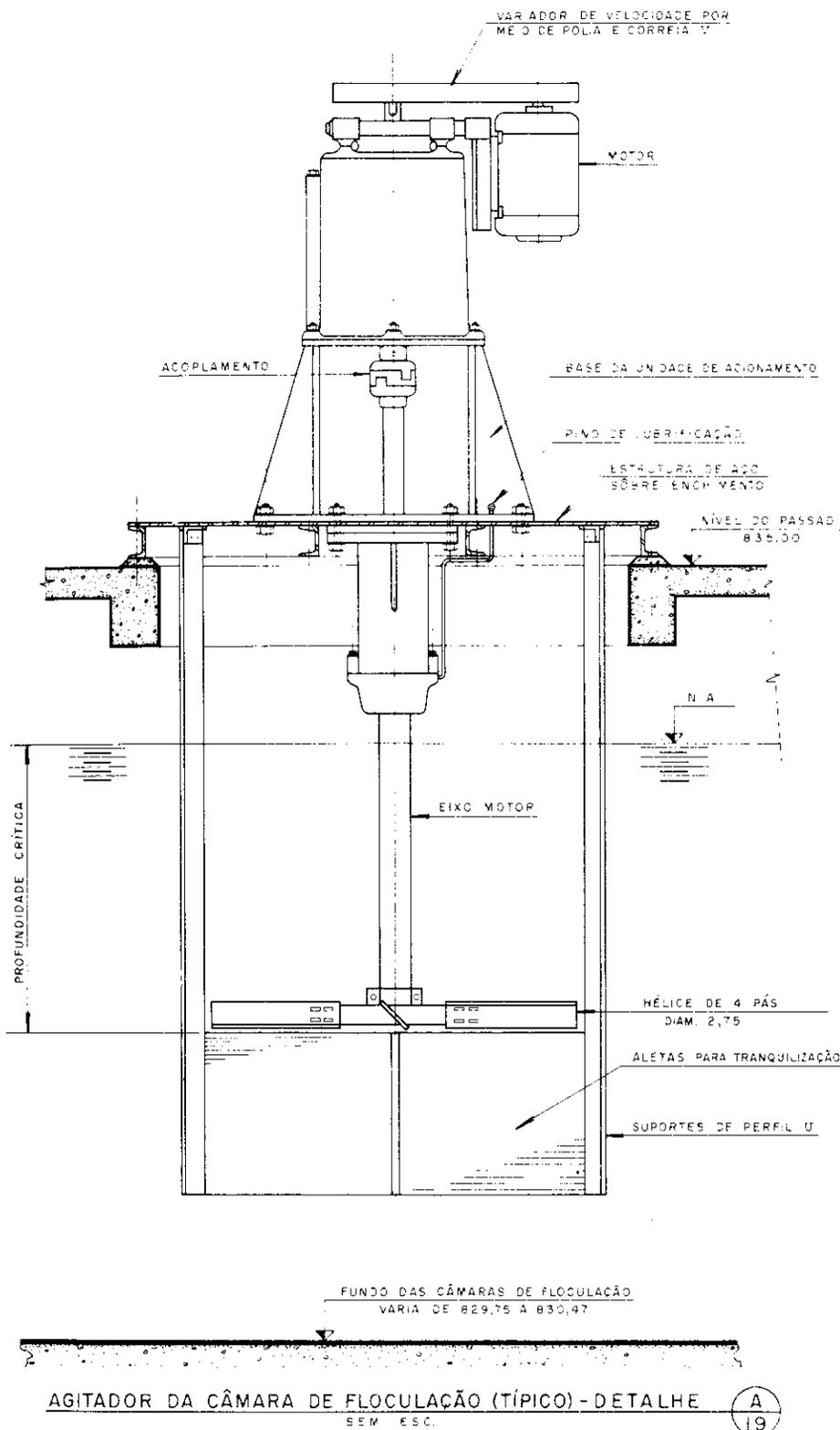


Fig. 1 — Misturador rápido.



Essas linhas terminam em uma caixa de passagem de onde saem os condutos de concreto em direção aos misturadores rápidos I.

Existem 2 equipamentos mecânicos de mistura rápida instalados em série, em um canal de 5,00 m de largura.

As características desses misturadores são as seguintes:

Número	.....	2
Potência de cada misturador	.....	150 cv.
Dimensões de cada "câmara"	.....	5,00 x 5,00 x 3,50
Volume de cada câmara	.....	87,5 m <sup>3</sup>
Volume das duas "câmaras"	.....	185 m <sup>3</sup>
Período de detenção:		
P/ 11,0 m <sup>3</sup> /s	.....	16 segundos
22,0 "	.....	8 "
36,0 "	.....	5 "
Diâmetro da hélice	.....	1,25 m
Número de pás	.....	4
N.º de Rotações	.....	28-84 rpm
Valores do Gradiente de Velocidade	.....	950 s <sup>-1</sup>

### 3.5.3 Floculação

Existe um conjunto de floculadores para cada decantador. Cada conjunto de floculação compreende 12 agitadores mecânicos instalados em câmaras de 11,80 x 11,75 m, com profundidade variável de 4,00 a 4,75 m.

Esses agitadores são dispostos em 3 fileiras, cada uma delas com 4 equipamentos. O valor do gradiente de velocidade (G) poderá variar de 75 nas duas primeiras fileiras para 50 na terceira.

Os equipamentos mecânicos individuais têm as seguintes características:

- Fabricante: LINK BELT
- Tipo: Eixo vertical suspenso com hélice
- Diâmetro da hélice: 2,75 m
- Números de pás: 4
- Potência:
  - Agitadores de maior gradiente: 5 HP
  - Agitadores de menor gradiente: 2 HP

Os conjuntos de floculação apresentam as seguintes dimensões:

Fig. 2 — Floculador.

Soleira no túnel	.....	842,45
Geratriz superior	.....	846,95
N.A. na Bacia de dissipação	.....	836,34

O controle de vazão de entrada é feito pelas válvulas Howell-Bunger, que podem ser acionadas à distância, da Casa de Química.

Da bacia de dissipação partem duas linhas, uma de 3.200 mm e outra de 2.300 mm, nas quais foram previstos medidores Venturi. A primeira dessas linhas foi inteiramente executada, enquanto que a segunda será completada em etapa futura.

### QUADRO 5 — PARÂMETROS DA DECANTAÇÃO

	Concepção Inicial	Valores Máximos Admitidos
Taxa de Aplicação Superficial	41 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia	81 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia
Período de detenção	3 hs	1 1/2 h
Velocidade de escoamento	0,7m/min.	1,4m/min.
Vazão especif. nos vertedores de saída	2,9 l/s m.	5,8 l/s m.

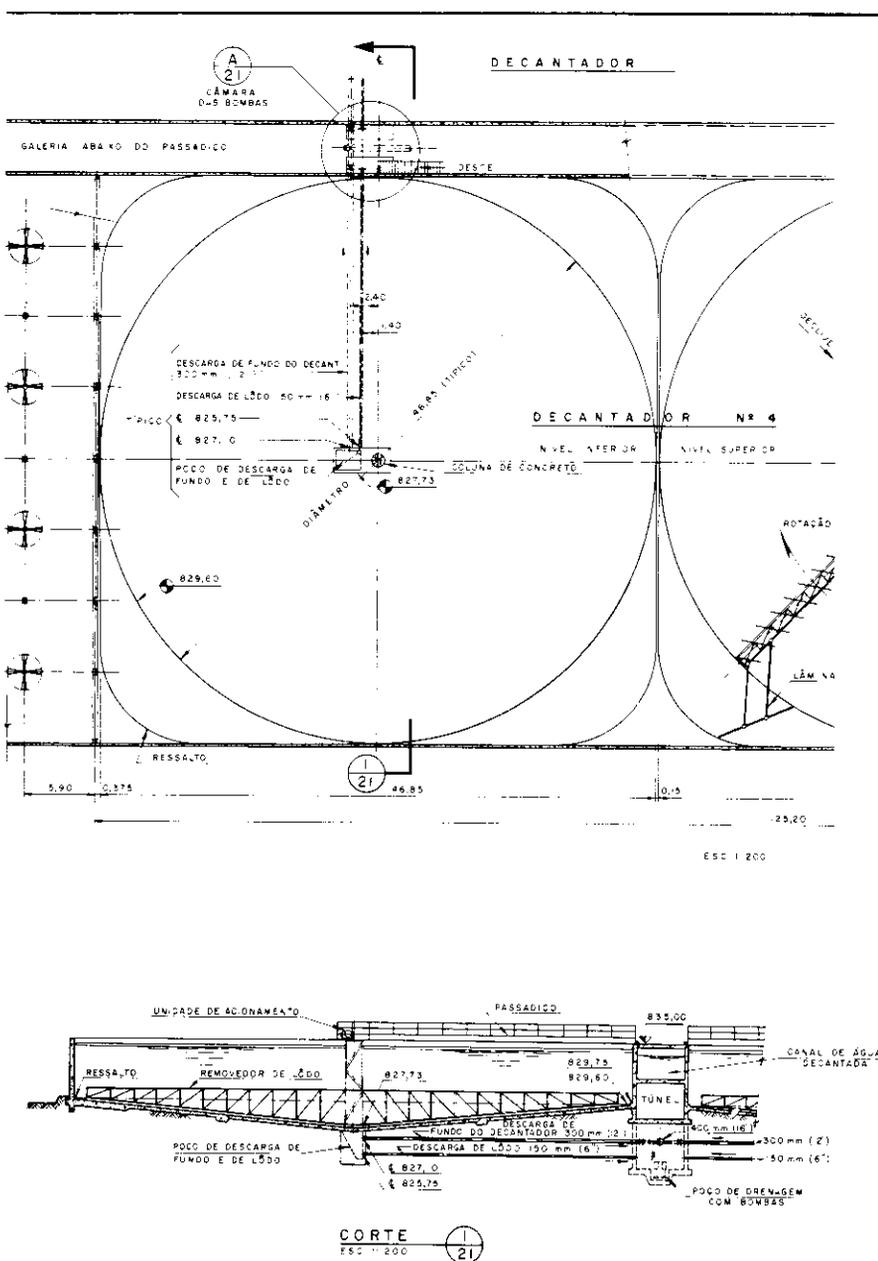


Fig. 3 — Decantadores.

Dimensões internas de cada conjunto ..	47,00x 35,30 m
Área .....	16.660 m <sup>2</sup>
Profundidade média .....	4,90 m
Volume de cada conjunto .....	8.134 m <sup>3</sup>
Volume total (4 conjuntos) .....	32.536 m <sup>3</sup>
Período de detenção: (ver Quadro 2)	30 a 49 min.

**3.5.4 Decantação**

A estação foi projetada com decantadores convencionais, com taxas de aplicação elevadas e recursos da moderna técnica, inclusive com removedores mecânicos de lodo.

Inicialmente foram previstos 8 decantadores, correspondendo 4 à etapa inicial, com uma taxa de aplicação de 41 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia. Admitiu-se, entretanto, que essa taxa, provavelmente, poderia ser consideravelmente aumentada. Em 1975, o estudo feito para a expansão da Estação (2.ª etapa) passou a considerar apenas 6 decantadores na etapa final, os quais funcionarão com taxas de aplicação de 81 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia para 33 m<sup>3</sup>/s e 89 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia para 36 m<sup>3</sup>/s.

As dimensões de cada decantador são as seguintes:

Largura .....	47 m
Comprimento .....	124,5 m
Profundidade lateral .....	4,90
Profundidade no centro .....	6,77
Área de cada decantador .....	5.852 m <sup>2</sup>
Volume de cada decantador .....	29.375 m <sup>3</sup>
Extensão dos vertedores de saída .....	906 m
Número de calhas coletoras .....	14
Espaçamento das calhas vertedoras .....	3,30 m
Extensão de cada calha vertedora .....	30,20 m

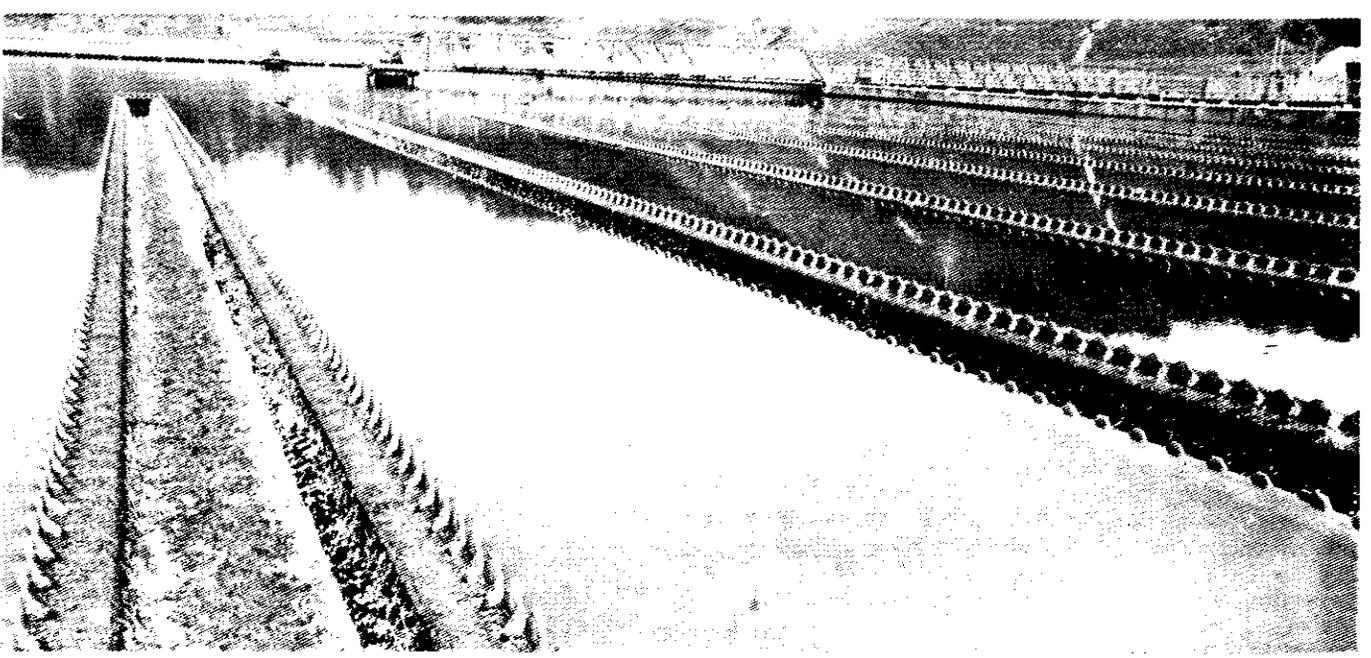


Ilustração 2 — Calhas de Coleta de Água Decantada.

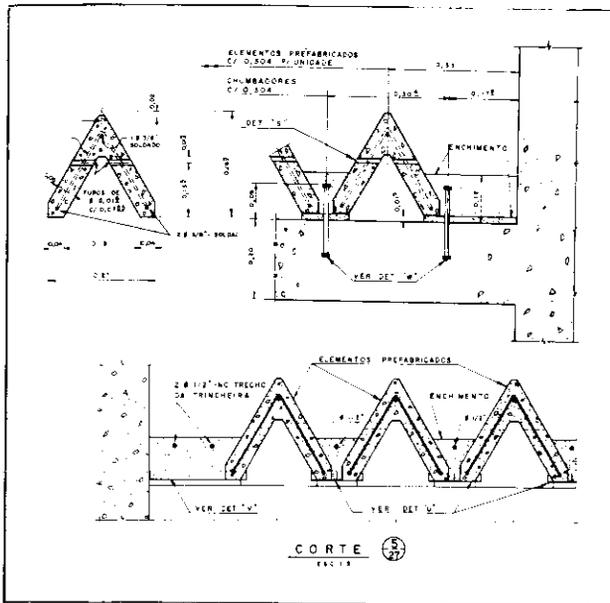


Fig. 4 — FILTROS: Corte Transversal.

Cada decantador é equipado com dois removedores mecânicos de lodo do tipo "squarex", cobrindo círculos de raspagem de 46,85 m. A parte final dos decantadores, onde ocorre uma deposição relativamente pequena de lodo, não dispõe de remoção mecânica. Considerando-se que mais de 75% do lodo fica sedimentado na primeira metade do decantador e que a remoção mecânica cobre 75% da área dos decantadores, avalia-se que 90% do lodo produzido será afastado mecanicamente.

#### Equipamentos:

Fabricante .....	EIMCO
Dimensão diâmetral .....	46,85 m
Potência .....	1 1/2 HP
N.º de rotações .....	1/2 rph
Velocidade máxima periférica .....	1 m/min.

A descarga de lodo é feita através de uma tubulação de 150 mm, conectada a bombas de lodo com comando temporizado.

Foram instaladas linhas de água sob pressão, com 150 mm de diâmetro, para facilitar a operação de limpeza periódica.

### 3.5.5 Produção e Destino dos lodos

A quantidade de lodos produzidos na decantação foi inicialmente avaliada pela fórmula de Nielsen:

$$L = d \times 2,75 + T \times 8,34$$

L = Quantidade diária de lodos, em libras/MGD

d = dose de sulfato de Alumínio (mg/l)

T = Turbidês em unidades Jackson.

□ Valor médio:

$$25 \times 2,75 + 32 \times 8,34 = 335 \text{ lb/dia/MGD}$$

$$\text{ou } 0,04 \text{ kg/dia por m}^3/\text{d.}$$

$$\text{ou ainda } 3456 \text{ kg/dia por m}^3/\text{s.}$$

QUADRO 6 — CARACTERÍSTICAS DAS CAMADAS FILTRANTES

Camadas	Espessuras m	Tam. Efet. mm	Coef. Unif.
ANTRACITO	0,53	0,85 — 0,90	Inf. a 1,70
AREIA	0,30	0,41 — 0,45	Inf. a 1,55

□ Valor máximo:

$$40 \times 2,75 + 60 \times 8,34 = 610$$

lb/dia/MGD

$$\text{ou } 0,07 \text{ kg/dia por m}^3/\text{d.}$$

$$\text{ou ainda } 6.048 \text{ kg/dia por m}^3/\text{s.}$$

Esse lodo, com alto teor de umidade, inicialmente está sendo descarregado no córrego Guaraú. Futuramente será lançado na rede de esgotos sanitários, sendo encaminhado através do sistema sanitário para a Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri.

### 3.5.6 Filtração

O projeto da ETA Guaraú previu a construção de 48 filtros duplos no fim do plano, os quais serão suficientes para purificar até 36 m<sup>3</sup>/s com uma taxa de filtração de 368 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia, próxima do limite superior atualmente admitido para a instalação. Já se encontram em operação 16 filtros executados na primeira etapa e se considera a construção imediata de outras 16 unidades.

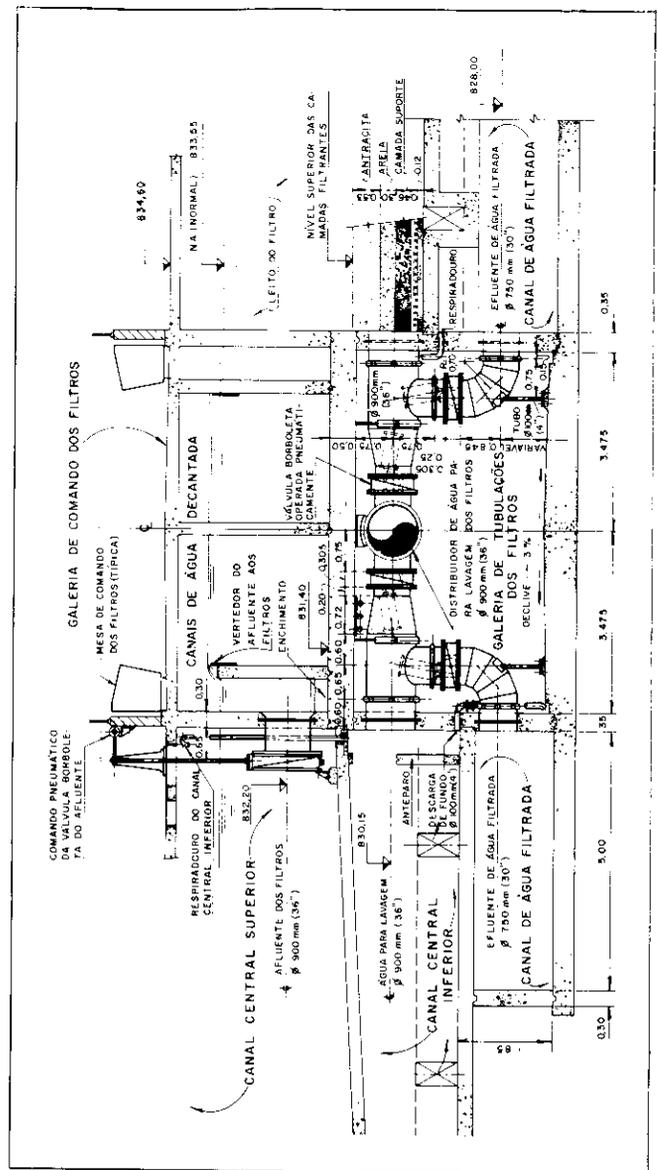


Fig. 5 — Detalhe do fundo dos Filtros.

As dimensões principais de cada filtro são:

Dimensões internas em planta .....	9,90 x 22,00m
Dimensões de meio filtro .....	4,00 x 22,00m
Largura do canal central .....	1,50 m
Área útil de cada filtro	176 m <sup>2</sup> /filtro
Profundidade total ....	5,00 m
Altura livre .....	0,95 m
Altura de água sobre o leito filtrante .....	2,65 m
Camada de antracito .	0,53 m
Camada de areia ....	0,30 m
Camada suporte .....	0,46 m
Topo das calhas ao leito filtrante .....	1,50 m
Parte inferior das calhas ao leito filtrante	1,04 m
Topo das calhas ao respaldo dos filtros .....	2,10 m

A camada suporte é constituída

por pedregulhos com tamanhos crescentes de cima para baixo, desde 1,4 mm até 38 mm (1/16" a 1 1/2").

O fundo do filtro, de tipo usual na Califórnia, é constituído por peças premoldadas de concreto em forma de V invertido, com furos nos lados, furos estes guarnecidos com tubos de PVC de 5/16" com espessura de parede de 5 mm. Entre as peças premoldadas foi feito um enchimento de argamassa de cimento, com 0,12 m de altura, ficando abaixo dos furos. Os furos são espaçados de 7,55 cm.

Cada meio filtro dispõe de 10 calhas de água de lavagem, espaçadas de 2,20 m centro a centro, com secção clássica, tendo cada calha internamente 0,86 m de largura, e 0,36 de altura lateral e 0,46 de altura no centro.

As comportas e canalizações imediatas apresentam as seguintes dimensões constantes do Quadro 7.

QUADRO 7 — CANALIZAÇÕES IMEDIATAS

Peça	Dimensões		Veloc. (m/s)
	Pol	mm	
Afluente	36"	900 mm	1,09
Efluente	30"	750 mm	1,56
Descarga água lavag.	48"	1.200 mm	1,98
Água para lavag.	36"	900 mm	5,09
Dreno	4"	100 mm	—
Água p/lav. superficial	16"	400 mm	2,96

As válvulas são do tipo borboleta, operadas pneumaticamente.

Os canais de água decantada ficam sob o corredor de comando e acima da galeria de tubulações. Os canais de água filtrada foram projetados sob os filtros. A tubulação de água para lavagem está presa com alças e suportes na lage superior da galeria de tubulações.

Os filtros foram projetados para funcionar com vazão constante, com controle de nível d'água.

A água decantada é distribuída para todos os filtros, existindo na entrada de cada filtro dois vertedores de 2,40 m de extensão cada um, descarregando água para uma antecâmara de 0,65 m de largura.

O nível d'água em cada filtro é controlado por um sistema que aciona a válvula existente no efluente de água filtrada.

O grande canal de água filtrada alimenta 5 bombas de água para lavagem, existindo um vertedor que mantém o nível d'água em cota satisfatória.

**3.5.7 Lavagem dos filtros**

A lavagem dos filtros se fará com uma velocidade ascensional máxima de 0,76 m/min., suficiente para asse-

gurar uma expansão de 50% no antracito e de 35% na areia.

A vazão máxima é de 2,24 m<sup>3</sup>/s.

Estimou-se em 12 hs o tempo mínimo entre lavagens consecutivas.

Há também a lavagem superficial que se faz por um sistema de tubulações fixas de 50 mm (2") espaçadas de 1,10 m, com furos de 6 mm (1/4") de ambos os lados, cada 0,20 m. Essas tubulações são alimentadas por uma linha de 400 mm (16") instalada ao longo do eixo longitudinal dos filtros. A água para lavagem superficial é aplicada sob pressão pouco acima da superfície do antracito. A água para lavagem dos filtros será fornecida por dois reservatórios construídos sobre uma plataforma na encosta lateral. Na etapa atual foi construído apenas um desses reservatórios. As suas dimensões são:

Diâmetro .....	22,00 m
Altura útil .....	10,00
Altura livre adicional ...	1,00
Volume .....	3.785 m <sup>3</sup>
Cota do fundo .....	862,00
Cota do bordo das calhas de lavagem .....	832,50
Canalização principal de saída .....	1.250 mm
Canalização de água para	

serviços auxiliares .....	300 mm
Extravasor .....	450 mm

Um estudo econômico mostrou a conveniência de se adotar várias bombas pequenas para alimentar esses reservatórios. Foram projetadas 5 bombas de eixo vertical de 280 l/s., já tendo sido instaladas 3 conjuntos.

O tempo de lavagem dos filtros foi admitido em torno de 6 minutos, gastando-se 946 m<sup>3</sup> na lavagem de uma unidade.

A determinação da hora de lavar um filtro poderá se basear em dois critérios: o critério da turbidês da água filtrada produzida ou o critério da perda de carga (O limite recomendado para a perda de carga é 2,40 m).

**3.5.8 Desinfecção**

A desinfecção da água será feita pela aplicação de Cloro tendo sido estabelecidos três pontos de aplicação, conforme já indicado.

O cloro é conduzido, recebido e "armazenado" em estado líquido, por carros tanque especiais, de 15 t de capacidade.

Esses carros ficam estacionados em área própria junto à Casa de Química, sendo ligados aos equipamentos do Sistema de Cloração.

O sistema compreende evaporadores e aparelhos cloradores, com capacidade para aplicar até 1820 kg/dia (etapa atual).

Evaporadores:

Fabricante ...	FISCHER E PORTER
Tipo .....	7-IV-1008
Número de unidades .	4

Cloradores:

Fabricante ...	FISCHER E PORTER
Modelo .....	S. 704500
Capacidade .....	3,5 t/d
Número de unidades .	4

**3.6 DESTINO DAS AGUAS DE LAVAGEM DOS FILTROS**

Inicialmente considerou-se a disposição das águas de lavagem dos filtros no córrego Guaraú.

Posteriormente, tendo-se em consideração o elevado recalque de água para a região e os incômodos que o simples lançamento das águas de lavagem no córrego Guaraú poderia trazer para a área a jusante, foi contratado em 1975 o estudo específico para a disposição dessas águas de lavagem. Após a realização desse estudo, resolveu-se recuperar as águas de lavagem dos filtros, assim como aproveitar as descargas naturais do córrego Guaraú, perfazendo uma vazão adicional de 1,2 m<sup>3</sup>/s.

Estas águas são atualmente coletadas e encaminhadas para jusante da ETA através de uma galeria de concreto, que também coletava os esgotos, as águas de lavagem dos filtros e as descargas naturais do

Guaraú serão captadas em determinado ponto da galeria de concreto e a partir daí encaminhadas para uma estação elevatória, por meio de dois condutos de concreto armado, com a secção de 1,20 x 1,00 m cada um. A tomada d'água junto à galeria principal do Guaraú será provida de comportas, permitindo interromper a admissão de água no caso de limpeza do sistema a jusante ou em caso de chuvas intensas que elevariam o teor de sólidos na descarga natural do Guaraú, tornando-a indesejável para recuperação.

A estação elevatória terá dois poços de sucção interligados entre si, com capacidade total para 1.248 m<sup>3</sup>, e 4 conjuntos motor-bomba (sendo 1 de reserva), tipo vertical, cada um com capacidade de 400 l/s, com altura manométrica de 33 m. Na primeira etapa serão instalados apenas 2 conjuntos (um dos quais de reserva). A partir da estação elevatória a água será recalçada, por uma tubulação de 1,00 m de diâmetro e 420 m de extensão, a uma bacia de decantação composta de duas células, em concreto armado, cada uma com 60 m de comprimento, 15 m de largura e profundidade média de 2,50 m. Na primeira etapa será construída apenas uma célula. A remoção do lodo sedimentado será feita por raspador mecânico, tipo ponte rolante até poços de acumulação, de onde será encaminhado à tubulação de esgotos da ETA.

A água decantada será encaminhada até a entrada da ETA, na chamada bacia de tranquilização, por uma adutora de 0,80 m de diâmetro e extensão de 300 m, prosseguindo após "stand-pipe" por uma linha de menor diâmetro.

A vazão recuperada corresponderá a aproximadamente 3% da vazão tratada na ETA (água de lavagem dos filtros mais descarga natural do córrego Guaraú).

Estas obras estão orçadas em cerca de Cr\$ 52.000.000,00.

As águas de lavagem dos filtros apresentam um teor de sólidos de 160 a 180 mg/litro, compreendendo principalmente hidróxido de alumínio e argila.

### 3.7 DISPOSIÇÃO FINAL DOS LODOS DOS DECANTADORES E ESGOTOS SANITÁRIOS

O aproveitamento das águas de lavagem dos filtros e descargas naturais do Córrego Guaraú tornam inaceitável o lançamento na galeria do Guaraú dos seguintes despejos:

- Lodo dos decantadores e da nova bacia de decantação, para recuperação da água de lavagem dos filtros.
- Águas de lavagem dos pisos de oficinas e casa de máquinas.
- Esgotos Sanitários e do laboratório.

Águas do fundo do poço de sucção de nova elevatória para recuperação da água de lavagem. Para o afastamento destes despejos tornou-se necessário:

- Construção de uma rede coletora de esgotos interna à ETA, de modo a desviar da galeria principal do Guaraú todos os despejos acima e, assim, conduzi-los ao início do coletor tronco do córrego Guaraú.
- Entendimentos com a Prefeitura de São Paulo para abertura dos fundos do Vale do Guaraú e do principal vale de jusante, o córrego Cabuçú de Baixo.
- Estudo das conseqüências do lançamento desses esgotos, em particular do lodo dos decantadores, na nova Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri.
- Construção de 6.330 m de coletor-tronco com diâmetro de 0,40 a 1,00 m às margens do Guaraú até seu encontro com o coletor-tronco da margem direita do Cabuçú de Baixo. Numa primeira etapa serão construídos apenas 1.250 m iniciais, aguardando-se, para a execução do restante, as obras de urbanização da Prefeitura de São Paulo, programadas no Plano SANEGRAN e com recursos já definidos.

### 3.8 OBRAS PARA REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES ACIDENTAIS DA ETA E DAS CHEIAS DO CÓRREGO GUARAÚ

Tendo em vista a posição mais alta da ETA Guaraú, em relação a grande parte urbanizada da zona norte São Paulo, tornou-se necessário prover obras especiais e regularização de vazões excepcionais na área da ETA Guaraú, originárias de eventual acidente no controle das vazões da entrada à ETA ou mesmo no controle das vazões, já na fase de tratamento e armazenamento.

Para tanto será construída logo a jusante da ETA, uma barragem de terra com maciço de 40.000 m<sup>3</sup>, capaz de armazenar um volume aproximado de 268.000 m<sup>3</sup>. Este volume de acumulação será capaz de, subsidia-

riamente, laminar a cheia decamilar, de 111 m<sup>3</sup>/s, do Córrego Guaraú, mantendo a jusante uma vazão máxima de 7 m<sup>3</sup>/s. Para o encaminhamento das águas acidentais da ETA Guaraú a esta nova barragem, deverão ser construídas também dois diques, projetados com critério funcional e paisagístico.

### 3.9 CANAIS E CONDUTOS

Nas estações de grande porte o problema das canalizações, interligações, descargas, extravazores etc. se reveste de grande importância.

No caso do Guaraú, os canais e condutos mereceram particular atenção tendo em vista o número de etapas (3) e a flexibilidade que se desejou assegurar para a instalação.

O Quadro 8 resume os dados principais.

Ao longo do eixo longitudinal da estação existe um túnel seco (galeria) de 4,00 m de largura, onde foram instaladas várias tubulações (água, recalque de lodos etc.). Esse túnel serve de acesso para as instalações de bombeamento de lodo dos decantadores e de água de drenagem de terreno.

A instalação inclui um grande extravazador de água decantada que funcionará sempre que houver recusa de água por parte dos filtros. A sua capacidade nominal é de 24 m<sup>3</sup>/s.

### 3.10 CASA DE QUÍMICA E EDIFÍCIO DE ADMINISTRAÇÃO E CONTROLE

O edifício principal localizado junto aos filtros consta de um subsolo e quatro andares com área total de 3.800 m<sup>2</sup>.

No subsolo ficam os equipamentos de apoio tais como os pequenos compressores de ar, tanques de ar comprimido e área para depósito. No andar térreo está o hall de entrada, os escritórios de supervisão, administração e operação, refeitório, vestiários, oficina mecânica e sanitários. O primeiro andar inclui sala de controle, laboratórios de química e de bacteriologia e três salas para os dosadores. O segundo andar compreende os silos de cal, os tanques

QUADRO 8 — CANAIS E CONDUTOS PRINCIPAIS

Condutos	Dimensões m	Área Útil m <sup>2</sup>	Veloc. Máx.	
			11 m <sup>3</sup> /s	33 m <sup>3</sup> /s
Túnel de água bruta	D = 4,50	20	0,55	1,65
Conduto afluyente (água bruta)	D = 3,20	8	1,38	2,07
Canal afluyente p/os floculadores	5,00 x 3,50	17,5	0,63	1,26
Canal de água decantada	5,00 x 2,40	12	0,91	0,91
Canal de água filtrada	4,00 x 5,35	21,4	0,51	0,51
Canal de descarga de água de lavagem	1,50 x 1,25	1,9	1,18	1,18
Conduto de água tratada	3,70 x 3,70	13,7	0,80	2,40

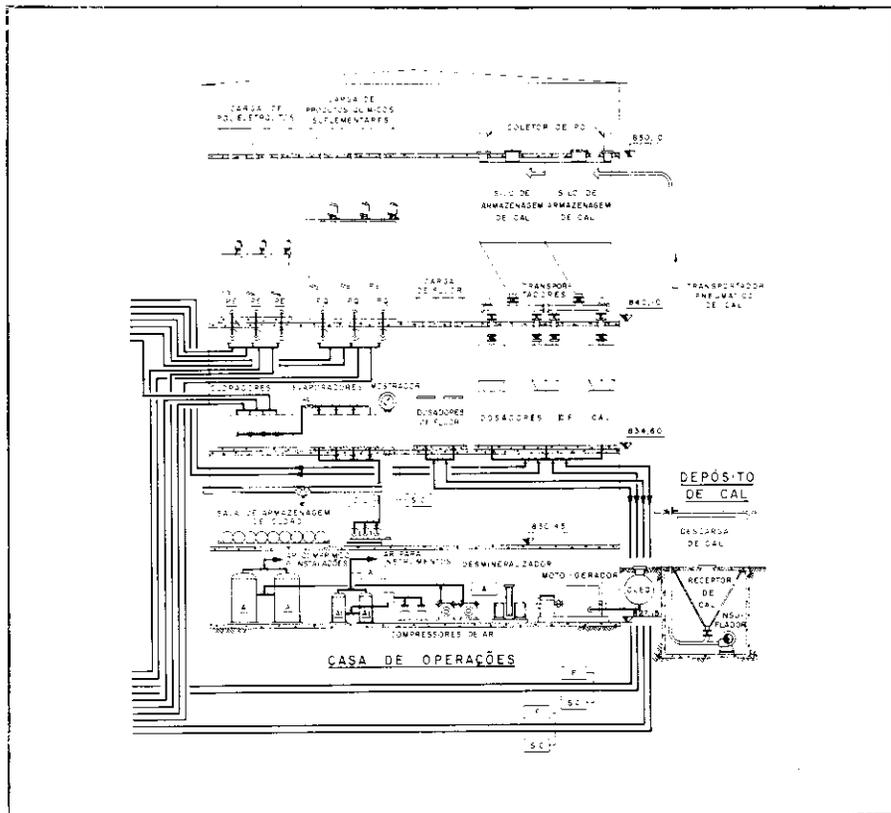


Fig. 6 — CASA DE QUÍMICA: Disposição Esquemática dos Dosadores.

de soluções de polieletrólitos, os tanques de soluções de reagentes químicos suplementares e depósito de fluoreto. O terceiro e último pavimento é destinado ao armazenamento de produtos químicos, aos tanques de dissolução de polieletrólitos e de reagentes suplementares e aos "alcapões" para carregamento dos silos de cal.

Servindo a todos os pavimentos existe um elevador industrial de 2,00 x 3,00 m com capacidade para transportar até 3 ton.

A estocagem de sulfato de alumínio e de cloro é feita em áreas externas, medindo respectivamente 15,00 x 30,00 e 14,00 x 17,00 m.

A capacidade dos depósitos de reagentes corresponde às necessidades de consumo máximo durante pelo menos 7 dias.

As canalizações que conduzem soluções ou suspensões são sempre duplas, para cada ponto de aplicação.

### 3.11. MANUSEIO E DOSAGEM DE SULFATO DE ALUMÍNIO

O sulfato de Alumínio transportado em carros-tanques especiais e recebido em forma líquida de solução concentrada com as seguintes características:

- Material Insolúvel ... Max. 0,1%
- Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> solúvel ..... Min. 7,5%
- Fa<sub>2</sub> O<sub>3</sub> solúvel ..... Max. 0,5%
- Acidez livre ..... Max. 1,0%

Externamente, mas bem próximo à Casa de Química estão os tanques verticais para depósito de sulfato (2 tanques na etapa atual e mais 2 futuramente).

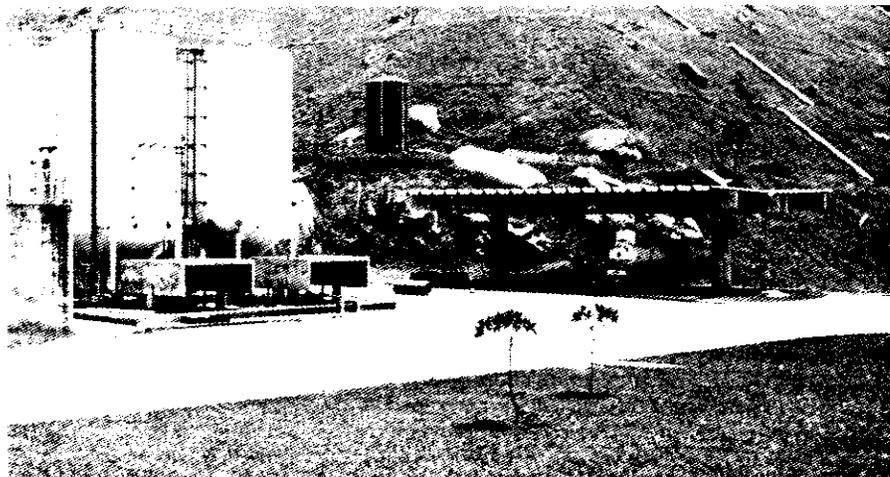


Ilustração 3 — Tanques de Sulfato de Alumínio Líquido.

Cada tanque tem 4,75 m de diâmetro, 8,00 m de altura na parte cilíndrica e mais 2,12 m de altura na parte cônica inferior perfazendo um volume de 113 m<sup>3</sup>. Esses tanques são agitados por ar comprimido.

As operações de descarga do sulfato e alimentação dos tanques de armazenamento serão efetuadas por bombas especiais.

Dos tanques a solução será conduzida por tubulações de 40 mm (1 1/2") para os pontos de aplicação nas câmaras de mistura rápida.

Os dosadores de sulfato são do tipo "ROTC-DIP", fabricados pela BIF.

### 3.12. MANUSEIO E DOSAGEM DE CAL

A cal virgem é transportada a granel para a estação em carros-silos de aço e descarregada em um receptor que fica abaixo do nível do solo. Uma vez descarregada ela é conduzida por um sistema pneumático para os três silos elevados, cada um com capacidade para acumular 200 ton. do produto.

Esses silos alimentam os dosadores gravimétricos que, por sua vez, descarregam a cal em extintores contínuos providos de dispositivos para remoção de insolúveis.

A cal pode ser aplicada nos seguintes pontos:

- A montante dos misturadores rápidos de água bruta
- A montante dos misturadores rápidos de água decantada
- A montante dos misturadores rápidos de água filtrada

O extintor de cal é de fabricação da Wallace e Tiernam e os dosadores são BIF.

### 3.13. MANUSEIO E DOSAGEM DE CLORO

O cloro é transportado, fornecido e armazenado em estado líquido utilizando-se carros tanque especialmente projetados, com 15 ton. de capacidade.

Esses carros ficam estacionados em plataforma próxima à Casa de Química.

O sistema de cloração compreende evaporadores de cloro antes da alimentação dos aparelhos cloradores. Estes últimos ficam instalados em compartimentos especiais na Casa de Química.

Outros equipamentos modernos incluem Analisadores de Cloro e Detectores para proteção do ambiente. O cloro poderá ser aplicado a jusante de qualquer misturador rápido (água bruta, água decantada e água filtrada).

### 3.14. MANUSEIO E DOSAGEM DE FLUOR

A fluoretação das águas é feita pelo emprego de fluorsilicato de Sódio. Esse produto é recebido em sa-

cos e transportado pelo elevador até a área de depósito situado no 2.º pavimento imediatamente acima dos silos que alimentam os dosadores. A capacidade de cada silo é 1,25 m³.

A aplicação do produto pode ser feita tanto na mistura rápida II (que precede os filtros) ou na água filtrada (mistura rápida III).

### 3.15. MANUSEIO E DOSAGEM DE POLIELETRÓLITOS

O projeto previu a possibilidade de aplicar polieletrólitos, de dois tipos, um catiônico para a coagulação de água e outro aniônico para melhorar as condições de filtração; serão recebidos em sacos e enviados ao último pavimento da Casa de Química. Nesse mesmo pavimento estão 3 pequenos tanques de dissolução do produto que descarregam a solução para os tanques de solução com 12,7 m³ de capacidade.

Estes tanques têm 1,90 m de diâmetro, 4,50 m de altura e estão equipados com agitadores mecânicos.

Os polieletrólitos serão diluídos até 0,5%, podendo ser aplicados nos seguintes pontos:

- Na mistura rápida de água bruta
- Na mistura rápida de água decantada

### 3.16. MEDIDORES E INDICADORES

A instrumentação da ETA Guarau foi objeto de cuidadoso estudo no qual participou o Sr. Murray Todd (JMM).

Os principais medidores são os seguintes:

- a) Medidores de vazão
  - Água bruta (afluente, com totalizador)
  - Água para lavagem (incluindo lavagem superficial)
  - Água tratada (efluente)
- b) Indicadores de Nível de Água:
  - N.A. no Reservatório de Água Bruta (Águas Claras)
  - N.A. nos filtros
  - N.A. no reservatório de água tratada
  - N.A. no reservatório de água para lavagem
  - N.A. nos tanques de solução e de suspensão.
- c) Outros Indicadores:
  - Perda de carga nos filtros
  - Quantidade de Cloro nos carros tanques (peso)
  - Turbidês do Afluente e do Efluente da Estação
  - Turbidês da Água na saída dos filtros
  - PH do Afluente e Efluente da Estação
  - Residual de Cloro na água tratada.

### 3.17. LABORATÓRIOS

Todas as determinações físicas e análises químicas de rotina, bem como os ensaios básicos para condução do tratamento químico serão realizados na própria estação.

Para essas finalidades, existe na Estação o Laboratório de Química com 145 m² de área.

Esses laboratórios foram cuidadosamente planejados, incluindo salas para serviço de lavagem, para balanças, etc.

Existe um sistema completo de coleta automática de amostras de água servindo a todos os pontos críticos da estação.

Um sistema de água desmineralizada fornece água para preparação de soluções e determinações químicas.

### 3.18. CONTROLE DAS OPERAÇÕES

Os instrumentos e controles para quase todas as operações de tratamento estão colocados em um grande painel central, onde estão também os indicadores e registradores de vazão afluente e efluente.

Nesse painel podem ser observadas as condições de funcionamento dos dosadores e dos equipamentos de mistura, floculação e decantação.

Os operadores dispõem dos dispositivos necessários à regulagem e ajustagem de dosagens, exceção feita para o caso do Cloro, que terá os ajustamentos feitos nos próprios aparelhos.

Todos os dosadores de produtos químicos poderão ser regulados automaticamente em função da vazão de água bruta, sem prejuízo para a operação e regulagem manual, em qualquer ocasião.

A sala de controle da Estação, onde se encontra o painel de controle, é, portanto o centro operacional da instalação.

Eventuais falhas ou omissões serão acusadas por sinais acústicos e luminosos. O sistema de advertência acústica somente pode ser desligado após a correção da falha apontada.

### 3.19. NIVEIS E COTAS

A diferença de níveis entre a chegada de água bruta às câmaras de mistura rápida e o conduto de água filtrada que deixa a instalação é de 6,00 m. Os níveis d'água nas unidades de tratamento são os seguintes:

Bacia de dissipação (N. Min.)	836,34
Câmaras de mistura rápida	834,92
Floculadores	834,50
Decantadores	834,50
Canal de água decantada	834,10
Filtros (N. Normal)	833,55
Canal de água filtrada	830,85
Conduto efluente da estação	828,90
Cota do extravasor da estação	834,10
Reservatório de água para lavagem (N. Max.)	872,00

### 3.20. INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES E EQUIPAMENTOS AUXILIARES

A ETA Guarau dispõe de várias instalações complementares, além das áreas especiais para depósito de sulfato e estocagem de Cloro. Elas

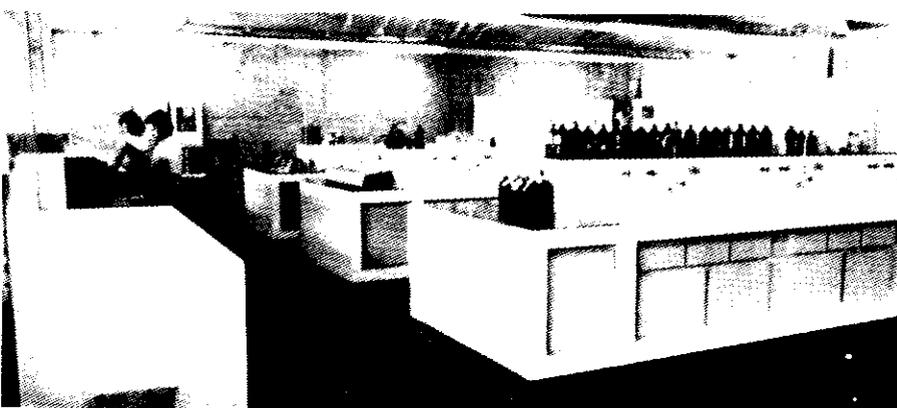


Ilustração 4 — Laboratório.

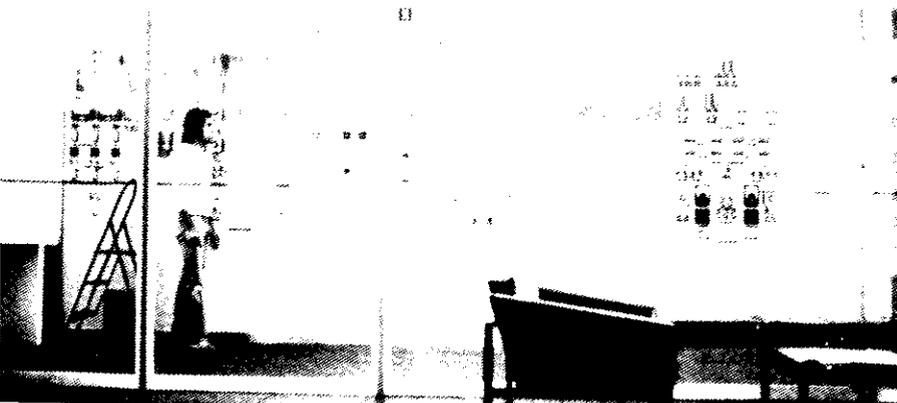


Ilustração 5 — Painel Geral de Controle.

incluem a Casa de Força, um gerador de emergência com capacidade de 600 kw, compressores de ar (grandes), heliporto etc.

Foi construída também uma pequena instalação (tanque séptico) para receber os esgotos sanitários da estação, enquanto os mesmos não forem encaminhados à rede coletora urbana, conforme previsão feita.

Uma rede de telefones e um sistema de intercomunicações facilitarão contactos externos e com todos os setores e dependências da Estação.

Foi instalado um sistema central de ar comprimido para utilização em equipamentos, instrumentos e medidores e para usos comuns nos laboratórios.

### 3.21. ASPECTOS CONSTRUTIVOS

A ETA Guaraú incorporou inúmeras inovações técnicas nas suas instalações. Assim, por exemplo, as estruturas foram projetadas e construídas para não receber revestimentos, tendo sido empregadas formas adequadas e concreto de alta qualidade.

Sob todas as estruturas importantes foi executado um sistema de drenagem cuidadosamente projetado, sistema este em que os drenos funcionam com filtros de areia e pedregulho e descarregam em pontos sob controle.

Ao longo do eixo da Estação foi projetado uma galeria ("túnel") para receber tubulações e dutos auxiliares e para facilitar o acesso às instalações de recalque de lodos.

### 3.22. RESERVATÓRIO DE ÁGUA TRATADA

O reservatório de água tratada está situado próximo à estação e tem uma capacidade de 37.400 m<sup>3</sup> entre as cotas 826,00 e 829,78.

Com essa capacidade os períodos de detenção resultam:

Q = 11 m<sup>3</sup>/s ..... Aprox. 56 min.  
 Q = 22 m<sup>3</sup>/s ..... Aprox. 28 min.  
 Q = 33 m<sup>3</sup>/s ..... Aprox. 19 min.

Desse reservatório parte o chamado Sistema Adutor Metropolitano (SAM), com mais de 100 km de extensão, que alimenta um grande número de reservatórios de distribuição.

O quadro 9 a seguir indica dosagem de produtos químicos referente ao ano de 1977, com exceção de cloro.

### 3.23. ARQUITETURA

A elaboração do projeto de um edifício para servir à Administração, a preparação e manipulação de reagentes (Casa de Química) e realização de exames, análises e ensaios, apresenta algumas dificuldades. O edifício deve compreender um grande número de salas, as quais deverão ser dispostas convenientemente para conjugar as diversas funções, facilitar os trabalhos e eliminar percursos desnecessários.

Tendo em vista esses princípios e a importância do projeto a empresa projetista (Planidro S.A.) subcontratou a conhecida firma de arquitetos Croce - Aflalo e Gasperini, a qual juntamente com o grupo de projeto desenvolveu um trabalho à altura do empreendimento.

### 3.24. OBRAS DE PAISAGISMO E ARRANJO FINAL DA ETA

O objetivo principal destas obras é de manter a área da ETA totalmente isolada e sob o controle do pessoal de operação, bem como de dar

o tratamento paisagístico necessário para integrar a ETA Guaraú no ambiente da região.

Para tanto serão necessárias as seguintes obras:

□ relocação de trecho da estrada intermunicipal de Sta. Inês, que anteriormente atravessava terrenos da ETA. Este trecho será substituído por um novo, retificado e afastado da ETA.

□ implantação de vias de acesso às novas obras programadas:

barragem de acumulação, estação elevatória e bacias de decantação para recuperação da água de lavagem de filtros.

□ relocação da Portaria e cercas de fechamento dos terrenos da ETA.

□ tratamento de taludes da barragem, dos diques, das áreas de empréstimo, das áreas de contorno da nova estação elevatória e da bacia de decantação.

□ desapropriações: para a implantação da barragem de acumulação, dos canais de montante e jusante, bem como das áreas de empréstimo, acessos e bota-fora, bem como para a segurança das áreas imediatamente contíguas da ETA (à jusante) será necessário desapropriar uma área total de cerca de 100.000 m<sup>2</sup>.

## 4. RESULTADOS OPERACIONAIS

Os primeiros anos de operação fornecem uma série de dados operacionais interessantes e que são apresentados no Quadro 10.

QUADRO 9 — DOSAGENS DE PRODUTOS QUÍMICOS (1977)

Produto Químico	Dosagem (mg/l)		
	Min.	Med.	Max.
Sulfato de Alumínio	12,7	13,8	14,3
Cal	5,1	7,2	9,5
Fluoreto	—	—	—
Polieletrólito Aniônico	—	—	—
Reagente Complementar	—	—	—
Polieletrólito não iônico (testes preliminares)	0,10	0,15	0,20

QUADRO 10 — RESULTADOS OPERACIONAIS

Pontos	Parâmetros	1975			1976			1977			1978		
		Min.	Max.	Med.									
ÁGUA BRUTA	Turbidez	10	156	37	28	42	29	14	52	22	21	47	30
	Cor	21	109	—	60	92	72	33	100	47	48	78	63
ÁGUA DECANTADA	Turbidez	2	25	4	4,5	8,8	6,4	2,2	11,3	4,0	2,5	6,0	3,8
	Cor	0,1	0,8	—	0,43	1,24	0,76	0,18	2,2	0,31	0,11	0,51	0,20
ÁGUA FILTRADA	Turbidez	0,1	0,8	—	0,43	1,24	0,76	0,18	2,2	0,31	0,11	0,51	0,20
	Cor	2	3	—	2,5	2,5	2,5	2,5	2,9	2,5	2,5	2,5	2,5
	Dosagens de Sulfato (mg/l)	16	25	20	14,1	20	16,7	12,7	14,3	13,8	13,2	16,9	14,9

OBS.: — Médias anuais referentes as médias mensais calculadas a partir das médias diárias.  
 — Mínima e Máxima: média anual referente a média mensal.  
 — Média mensal: calculada a partir de resultados mínimo e máximo diário.  
 — Dados de 1978, referentes ao período de janeiro a março.