

# ÁGUA PARA USOS INDUSTRIAIS

BENTO AFINI JÚNIOR\*

## 1. ESTUDOS PRELIMINARES

O trabalho aqui apresentado resulta de levantamento de dados que temos tido oportunidade de proceder, mas ainda não completados. Dai o caráter de «estudos preliminares» que enfeixamos ao mesmo, pedindo escusas a aqueles que nos honrarem com sua leitura. Críticas ao mesmo serão recebidas com satisfação, pois é nosso desejo aprimorar o mesmo, para o que inclusive gostaríamos de contar com estudos da mesma natureza, com dados obtidos em outros Estados. A coleta de dados iniciou-se durante o Inquérito Sanitário Industrial da Área Metropolitana de São Paulo, quando foi atribuído ao então Escritório do Engenheiro Coordenador a tarefa de assessorar a firma norte-americana Hazen and Sawyer, contratada pela USAID, e que elaborava na ocasião o Relatório de Disposição de Esgótos da Área Metropolitana de São Paulo.

## 2. IMPORTANCIA DO ASSUNTO

Para a Área Metropolitana de São Paulo alguns estudos foram feitos visando estimar o consumo de água das indústrias. Indicações sobre o consumo estimado de água industrial foram apresentadas em 1952 pela firma Greeley and Hansen, em 1964 pelo Convênio Hibrace e em 1967 pela firma Hazen and Sawyer. As conclusões sobre este consumo podem ser analisadas pelo quadro a seguir:

Das 2.000 indústrias levantadas, apenas 500 são responsáveis por esse consumo, em vista do porte de suas instalações. As demais indústrias podem ser desprezadas, pois seus consumos no total são insignificantes ao total das 500 indústrias que passaremos a chamar «wet».

Do consumo diário aqui apresentado de 645.744 m<sup>3</sup>/dia, podemos organizar um outro quadro, a saber:

Origem da água	Consumo Diário (m <sup>3</sup> /dia)
Rios e Nascentes	460.346
Poços Profundos	130.722
Rêde Pública	54.676

Dois tipos de consumo de água são logo fáceis de caracterização: o uso sanitário e o uso industrial. O uso sanitário é caracterizado pelas necessidades vitais dos operários e empregados administrativos das fábricas, o uso industrial é muitas vezes muito diverso; podemos caracterizá-lo resumidamente como os seguintes: processo industrial, geração de vapor, resfriamento, limpeza eletrolítica, lavagem de peças, prevenção contra incêndio, etc. De outro lado, para alguns desses usos, a água utilizada pode ser de qualidade bem inferior aquela utilizada para consumo público ou uso sanitário.

Ano	Estimativa por	Consumo Diário (m <sup>3</sup> /dia)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /dia)
1952	Greeley and Hansen	192.610	2,2
1964	Convênio Hibrace	489.230	5,7
1967	Hazen and Sawyer	645.744	7,5

\* Engenheiro Encarregado de Setor Técnico da Diretoria de Planejamento e Contrôlo da SAEC.

### 3. O INQUÉRITO SANITARIO INDUSTRIAL

Das quase 2.000 indústrias levantadas pu-

demos classificar as 500, por atividade industrial, responsáveis pelo maior consumo de água. Podemos assim apresentar o quadro em anexo:

Atividades Industrial	Número	Consumo de água (m <sup>3</sup> /dia)		
		Rêde Pública	Rios	Poços Profundos
Construção Automobilística	43	5.076	6.022	12.822
Derivados de Petróleo e Produção de Gás	7	1.460	6.482	5.523
Produtos Metalúrgicos	53	4.378	4.185	6.770
Produtos de Borracha	6	911	3.418	4.664
Produtos Alimentícios	31	11.294	4.300	11.465
Textil e congêneres	117	11.299	25.135	34.208
Química e Farmacêutica	52	5.996	169.009	14.808
Papel e Papelão	29	3.181	160.627	1.497
Produtos Siderúrgicos	36	2.075	54.520	10.719
óleos e detergentes	16	932	10.380	4.041
Produtos de Cimento e Cerâmicos	14	94	3.662	4.766
Dispositivos Elétricos	26	4.962	—	6.687
Vídras e Cristais	8	431	2.152	1.609
Frigoríficos e congêneres	15	164	9.792	7.679
<b>Total Geral</b>	<b>482</b>	<b>54.676</b>	<b>459.866</b>	<b>130.722</b>

Os dados foram colhidos por uma equipe de Engenheiros e Estudantes de Engenharia, em cada indústria foi preenchido um questionário, que resumidamente solicitava os dados seguintes:

- Nome da Indústria e endereço completo
- Área construída e total do terreno
- Refeições fornecidas pelo restaurante ou refeitório (Número de unidades/dia)
- Matérias primas utilizadas
- Produtos fabricados e produção mensal média
- N.º de empregados na produção e administração da indústria

- Água consumida: quantidade e procedência
- Despejos líquidos: quantidade e corpo receptor
- Processo de fabricação
- Equipamento utilizado para retirada de água de rios e poços profundos

Devido a localização das indústrias «wet» em Cubatão foi também feito um levantamento de dados nas 8 principais indústrias daquele Município cujos resultados são aqui apresentados, separadas as indústrias pelas bacias hidrográficas dos rios respectivos:

Bacia do Rio	Número	Consumo de água (m <sup>3</sup> /dia)		
		Rêde Pública	Rios	Poços Profundos
Cubatão	8	1.290	869.700	12.679
Tamanduateí	36	8.841	72.587	23.581
Tietê e Pinheiros	446	45.835	387.759	107.141
<b>Total Geral</b>	<b>490</b>	<b>55.966</b>	<b>1.330.046</b>	<b>143.401</b>

### 4. O CUSTO DA AGUA INDUSTRIAL

Dados estrangeiros

Tivemos oportunidade de obter alguns dados do custo da água industrial para os Estados

Unidos. Uma transformação de unidades tornou-se necessária, bem como uma atualização de custos, pois os dados que conseguimos não eram recentes. Datavam de 1955 e 1960, de modo que adotamos uma correção de 2% ao

ano para atualizá-los a 1970. Daí serem estes custos apenas estimativos, mas de certa forma dão uma idéia bem verdadeira.

Vilbrandt e Dryden<sup>5</sup> registram para o custo da água industrial:

#### Água de Resfriamento

Poços profundos .....	Cr\$ 0,030 a Cr\$ 0,151 por m <sup>3</sup>
Água de rio ou água salgada .....	Cr\$ 0,012 a Cr\$ 0,061 por m <sup>3</sup>
Torre de Resfriamento .....	Cr\$ 0,012 a Cr\$ 0,073 por m <sup>3</sup>

#### Água de Processo

Água da rede pública municipal .....	Cr\$ 0,121 a Cr\$ 0,363 por m <sup>3</sup>
Água de poços profundos .....	Cr\$ 0,030 a Cr\$ 0,151 por m <sup>3</sup>
Água filtrada e desmineralizada .....	Cr\$ 0,151 a Cr\$ 0,303 por m <sup>3</sup>
Água destilada .....	Cr\$ 0,967 a Cr\$ 1,512 por m <sup>3</sup>

Já Perry<sup>1</sup> registra os seguintes valores:

#### Água de Resfriamento

Costa do Golfo .....	Cr\$ 0,014 a Cr\$ 0,030 por m <sup>3</sup>
Nordeste dos Estados Unidos .....	Cr\$ 0,022 a Cr\$ 0,044 por m <sup>3</sup>

#### Água de Processo

Costa do Golfo .....	Cr\$ 0,148 a Cr\$ 0,372 por m <sup>3</sup>
Nordeste dos Estados Unidos .....	Cr\$ 0,221 a Cr\$ 0,443 por m <sup>3</sup>

### 5. O CUSTO DA ÁGUA INDUSTRIAL

#### Dados brasileiros

Tivemos oportunidade de realizar um levantamento expedito em 1967 de algumas indústrias que utilizam água do rio Tamanduateí, visitando suas instalações de captação, adução, tratamento e distribuição da água industrial e obtendo dados dos custos unitários da água utilizada. Esses dados serão apresentados no final deste trabalho. Omitiremos os nomes das indústrias visitadas por compromisso que com elas assumimos. Também seus custos unitários de produção de água industrial foram utilizados estimativas pelos colegas engenheiros de manutenção; a estes dados procedemos uma atualização de modo que eles são válidos para 1970.

Preenchemos toda a coleta de dados em formulário próprio adrede preparado, cujos itens solicitavam:

- Nome da indústria e endereço completo
- Fornecimentos principais de água
- Qualidade de água requerida pela indústria
  - químico
  - físico
  - bacteriológico
- Preço do m<sup>3</sup> de água tratada pela indústria para:
  - uso industrial
  - uso sanitário

- Tipo de tratamento usado para as águas captadas e unidades de tratamento existentes
- Percursos de utilização da água industrial após o tratamento, inclusive informes sobre reuso delas
- Motivos principais pelos quais a indústria não usava a rede pública de abastecimento
- Previsão da quantidade de água a ser captada dos rios ou poços para os anos de 1970, 1975 e 1980
- Qualidade da água residuária
- Esquema de localização da indústria e dos rios onde se captava água

Das 17 indústrias visitadas na bacia do Rio Tamanduateí conseguimos apurar as seguintes quantidades totais de unidades de tratamento:

Mistura rápida .....	1
Caixa de areia .....	1
Grade .....	6
Decantadores .....	16
Floculadores .....	13
Cloradores .....	10
Aeradores .....	6
Filtros lentos .....	6
Filtros de pressão .....	4

Filtros rápidos .....	6
Tanques de neutralização .....	6
Filtros biológicos .....	1
Aplicação de carvão ativado .....	2
Outros processos de tratamento .....	7

Posteriormente visitamos outras indústrias fora da bacia do Rio Tamanduatei. Seus resultados serão também aqui incluídos, respeitando-se todavia nosso compromisso de não divulgação de seus nomes.

## 6. INDÚSTRIAS VISITADAS

Passamos a seguir a apresentar os dados colhidos em cada uma das indústrias visitadas:

### 6.1 — Indústria A

Situa-se no Município de Mauá e retira água do Rio Tamanduatei e de poços profundos, na proporção de 600 m<sup>3</sup>/dia do primeiro para 288 m<sup>3</sup>/dia para os segundos. A água é utilizada para processamento e geração de vapor, sendo que para consumo sanitário é usada a água dos poços profundos, o excedente é também utilizado para fins industriais. A água de caldeira sofre um tratamento com tanino e amônia. No local o Rio Tamanduatei ainda não se apresenta muito poluído.

O custo de tratamento da água industrial é de Cr\$ 0,160 por m<sup>3</sup>, o tratamento restringe-se a gradeamento, decantador, floculador, filtros lentos de areia e tanques de neutralização para a parcela de água, usada na geração de vapor, bem como o uso de tanino e amônia como aglomerantes e para abrandamento.

### 6.2 — Indústria B

Situa-se no Município de Mauá e retira água do Rio Tamanduatei e de poços profundos, na proporção de 5.700 m<sup>3</sup>/dia para 427 m<sup>3</sup>/dia. A água é utilizada para resfriamento e processo industrial, uma parte da água tratada e daquela provinda dos poços é usada na geração de vapor. Para bombeamento do rio Tamanduatei a indústria necessita que o pH destas águas esteja entre 6,3 e 7,1. Da captação a água é jogada em dois reservatórios de acumulação, o primeiro de 160.000 m<sup>3</sup> e o segundo de 250.000 m<sup>3</sup>, interligados. Ai já ocorre uma decantação natural.

O custo de tratamento da água industrial é de Cr\$ 0,160 a Cr\$ 0,175 por m<sup>3</sup>, o tratamento compõe-se de uma estação clássica, porém sem

filtros rápidos ou lentos. Há aplicação de carvão ativado e a água para uso em caldeiras sofre um tratamento químico de abrandamento.

É uma indústria de grande porte e usa muito o resfriamento evaporativo, devido aos poucos recursos hídricos da região, limitados exclusivamente ao Rio Tamanduatei que já se apresenta poluído.

A água de poços profundos é utilizada para consumo sanitário dos operários e funcionários administrativos da indústria.

### 6.3 — Indústria C

Também situada no Município de Mauá, retira água do rio Tamanduatei com consumo de 9.000 m<sup>3</sup>/dia e de poços profundos com 300 m<sup>3</sup>/dia. A água do rio sofre algumas vezes um tratamento eventual de decantação, seu uso é limitado a resfriamento de serpentinas com ácido e lavagem de gases da fabricação de superfosfatos. A água dos poços profundos é usada para consumo sanitário dos empregados e para geração de vapor.

A firma não tem apropriação do custo da água industrial que inclusive pode ser usada «in natura». Também não tem interesse no uso da água da rede pública, pois seria um custo oneroso para um fim não nobre, agravado ao fato de que no local ainda não existe rede pública municipal de abastecimento de água.

A água de poços é somente utilizada para fins nobres, pois torna-se de um custo muito oneroso se usada para resfriamento e a produção local dos poços é muito limitada.

Estimamos que o custo da água industrial «in natura» seja hoje de Cr\$ 0,010 por m<sup>3</sup> através de uma apropriação de custo estimada que fizemos.

### 6.4 — Indústria D

Está localizada no Município de Santo André e retira água dos córregos Cassaquera e Trapuá, tributários do Rio Tamanduatei. Dos rios são retirados 1.000 m<sup>3</sup>/dia e de poços profundos cerca de 290 m<sup>3</sup>/dia. A água dos córregos depois do tratamento é utilizada para resfriamento, decapagem, processo industrial e uso sanitário. A água dos poços é somente usada para fins sanitários.

Seu tratamento é clássico, possuindo filtros lentos de areia e filtros de pressão, além de cloradores e separadores de água e óleo na água de resfriamento que é recirculada continuamente.

O custo da água para fins industriais é de Cr\$ 0,195 por m<sup>3</sup> e para fins sanitários de Cr\$ 0,265 por m<sup>3</sup>.

#### 6.5 — Indústria E

Também localizada no Município de Santo André, retira água do Rio Tamanduati com consumo estimado de 2.880 m<sup>3</sup>/dia e 2.400 m<sup>3</sup>/dia de poços profundos. A água do rio é utilizada para resfriamento de máquinas, uso sanitário (limpeza) e prevenção contra incêndio. A água dos poços é usada para consumo sanitário e integração do processamento.

A água para geração de vapor provém dos poços profundos e sofre tratamento de desmineralização, havendo reuso.

A água utilizada para prevenção de incêndio passa por unidades de aeração e decantação, a água para outros usos na fábrica passa por um tratamento Orgateco. Há reuso das águas industriais quando possível, a admissão se faz para compensar as perdas no resfriamento.

O custo da água industrial inclusive com amortização dos equipamentos utilizados no tratamento é de Cr\$ 1,750 por m<sup>3</sup>. Trata-se de uma firma de grande porte e que retira as águas do Rio Tamanduati num ponto onde ele já se apresenta bastante poluído.

#### 6.6 — Indústria F

Localizada no Município de Santo André, retira água do Rio Guarará e de poços freáticos, com consumo de 100 m<sup>3</sup>/dia e 30 m<sup>3</sup>/dia. Recebe da rede pública 2 m<sup>3</sup>/dia que é usado para consumo sanitário. A água do Rio Guarará sofre um tratamento de decantação e é usada no resfriamento do produto acabado, antes de retornar ao rio passa por uma torre de resfriamento. A água dos poços é utilizada para o processo industrial.

O custo da água industrial foi baseado exclusivamente no consumo de energia elétrica que aciona os conjuntos elevatórios. Estima-se este custo em Cr\$ 0,012 por m<sup>3</sup>. Com amortização de equipamentos e materiais de consumo e mão de obra ele pode chegar a Cr\$ 0,020 por m<sup>3</sup>.

Trata-se de pequena indústria, suas instalações são modestas, não tem muito interesse no uso da água da rede pública, porquanto pode usar água bruta do próprio rio no resfriamento.

#### 6.7 — Indústria G

Está localizada quase que na região central de Santo André e usa água dos rios Cara-

petuba e Tamanduati. É uma das maiores indústrias do Município, consumindo 5.750 m<sup>3</sup>/dia dos rios; 5.200 m<sup>3</sup>/dia da rede pública; 4.100 m<sup>3</sup>/dia de poços profundos.

A água dos rios após tratamento é usada para resfriamento e processo industrial. A água dos poços profundos e da rede pública é utilizada para consumo sanitário e fabricação de produtos farmacêuticos, que faz parte de uma das suas três Divisões. Opera nos ramos textil e química.

O tratamento das águas industriais é clássico, possui também tanques de neutralização e filtros lentos de areia.

Seus consumos estimados distribuem-se como segue:

	Consumo de água (m <sup>3</sup> /dia)	
	Divisão Química	Divisão Textil
Rio Carapetuba	5.000	—
Rio Tamanduati	—	750
Rede Pública	4.000	1.200
Poços profundos	500	3.600

O custo da água industrial é de Cr\$ 0,230 por m<sup>3</sup>. A água retirada dos poços profundos também tem este custo de Cr\$ 0,230 por m<sup>3</sup>, os quais incluem amortização do capital, custos de operação e manutenção e salários.

#### 6.8 — Indústria H

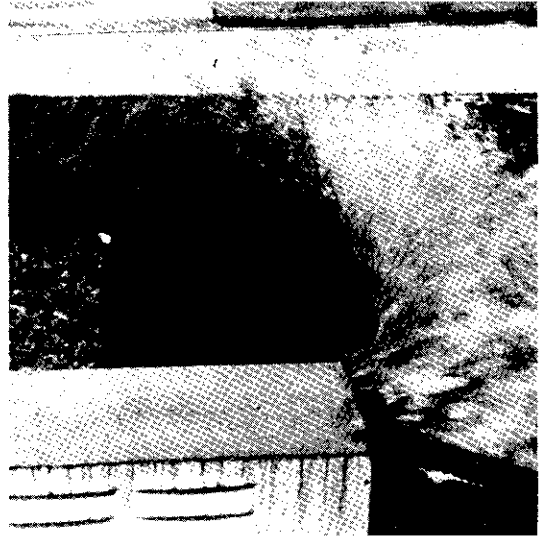
Encontra-se no sub-distrito de Utinga, ainda no Município de Santo André e utiliza águas do Rio Guaçu na razão de 2.938 m<sup>3</sup>/dia e de poços profundos (em número de cinco) no consumo estimado de 380 m<sup>3</sup>/dia.

A água dos poços é usada para consumo sanitário, geração de vapor após abrandamento e processo industrial, já que a indústria fabrica produtos alimentícios. A água dos rios é usada para resfriamento e outros usos menos nobres, após um tratamento que inclui decantador, floculador, clorador e filtros lentos de areia. Há uma pré-unidade de aeração, antes do início do tratamento.

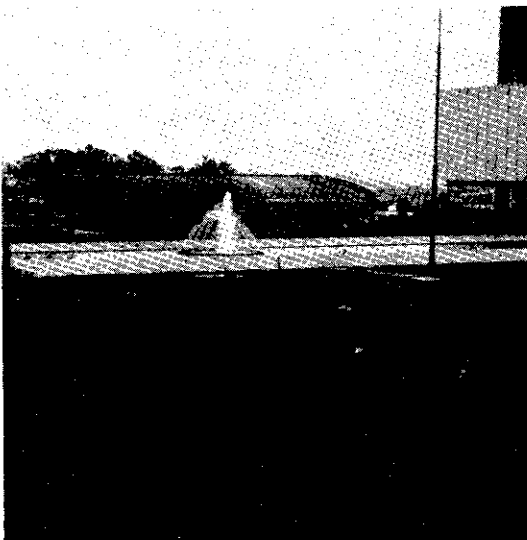
O custo da água industrial sem incluir amortização do equipamento e unidades de tratamento e desinfecção é de Cr\$ 0,225 por m<sup>3</sup>. A água dos poços, nas mesmas condições, custa Cr\$ 0,036 por m<sup>3</sup>.



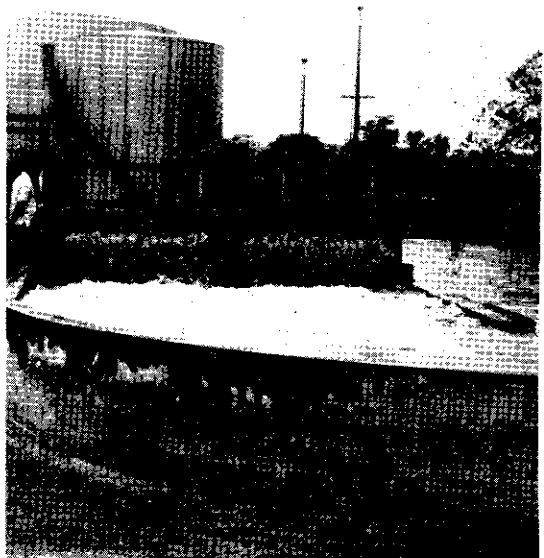
**Detalhe de Escôvas Kessener usadas em aeração de águas poluídas.**



**Movimentação das escovas Kessener na aeração de águas usadas para fins industriais.**



**Indústria que faz pré-aeração das águas captadas no Rio Tamanduati, para depois submetê-las a tratamento convencional.**



**Em algumas indústrias a água também é usada para fins ornamentais.**

## 6.9 -- Indústria I

Também em Utinga no Município de Santo André. Usa água dos Rios Tamanduatei e Guaçu e de poços profundos, com consumo estimado de 2.000 m<sup>3</sup>/dia dos rios e 1.700 m<sup>3</sup>/dia dos poços profundos. A água dos rios é utilizada para resfriamento e processo industrial, a água de poços é usada para processo, consumo sanitário e uso em geração de vapor após abrandamento. O tratamento compõe-se de floculador, decantador, filtros de pressão, clorador e tanques de neutralização.

O custo da água para fins industriais incluindo-se amortização é de Cr\$ 0,282 por m<sup>3</sup>. Foi informado que a água dos poços profundos também tem este custo de Cr\$ 0,282 por m<sup>3</sup>.

## 6.10 -- Indústria J

Localizada no bairro de Vila Prosperidade, no Município de Santo André. Trata-se de uma grande indústria siderúrgica que utiliza água do Rio Tamanduatei, de uma nascente e lagoa nos terrenos de sua propriedade ao lado do Rio Guaçu e de poços profundos. Do Tamanduatei são retirados 2.500 m<sup>3</sup>/dia, da lagoa 2.400 m<sup>3</sup>/dia e dos poços 675 m<sup>3</sup>/dia. A água industrial do Rio Tamanduatei e da lagoa são utilizadas para resfriamento, a do rio passa por um decantador. A água da lagoa é usada nas divisões de fornos de aço e de redução; a água do Tamanduatei é utilizada após tratamento na laminação e no desbaste. Há reaproveitamento de ambas as águas, as admissões se fazem somente para suprir perdas por evaporação da água aquecida.

A água dos poços é usada para consumo sanitário única e exclusivamente.

A firma não possuía na ocasião estudos feitos para o custo da água industrial que é quase que usada «in natura». De posse dos dados da firma sobre equipamentos e instalações pudemos fazer uma apropriação estimativa de custo e encontramos cerca de Cr\$ 0,013 por m<sup>3</sup> para a água de resfriamento.

## 6.11 -- Indústria K

Localizada no Município de São Caetano do Sul, onde é uma das principais indústrias. Retira 1.440 m<sup>3</sup>/dia do Rio Tamanduatei e cerca de 720 m<sup>3</sup>/dia de poços profundos.

As águas do Rio, após o tratamento que inclui: gradeamento, canal de captação, pré-decantador, aerador, floculador, decantador, filtros de pressão e tanque pulmão, é usada para: máqui-

nas de lavar, decapagem, descargas de toilettes, limpeza da fábrica, proteção contra incêndio, cabines de pintura, irrigação dos jardins, etc.

As águas dos poços profundos são utilizadas para os restaurantes, lavatórios, chuveiros, bebedouros, anodização, geradores de vapor, torre de refrigeração, etc.

O custo da água industrial inclui amortização e é da ordem de Cr\$ 0,365 por m<sup>3</sup>, a água para fins sanitários custa Cr\$ 0,350 por m<sup>3</sup>.

## 6.12 -- Indústria L

Está localizada no Município de São Caetano do Sul e utiliza água do rio Tamanduatei e da rede pública, sendo 1.550 m<sup>3</sup>/dia e 50 m<sup>3</sup>/dia respectivamente. A água do Rio Tamanduatei, após tratamento clássico, porém sem filtros, é utilizada para resfriamento e a água da rede pública é usada para geração de vapor e consumo sanitário.

Trata-se de uma indústria que opera no ramo siderúrgico e produz barras de aço.

O custo da água industrial incluindo amortização, salários, reagentes e energia elétrica é de Cr\$ 0,350 por m<sup>3</sup>.

No local onde a firma capta água o rio Tamanduatei tem para esta um pH em torno de 5,0. O tratamento compõe-se de captação, adução, floculação e decantação. Não há filtros na instalação, a água usada apresenta-se ainda com sólidos totais.

## 6.13 -- Indústria M

Localiza-se em São Caetano do Sul e capta água do Rio dos Meninos com consumo de cerca de 27.216 m<sup>3</sup>/dia; da rede pública recebe 380 m<sup>3</sup>/dia e de poços profundos cerca de 228 m<sup>3</sup>/dia.

A água do Rio dos Meninos é utilizada para fins industriais podendo ser também utilizada para fins sanitários após tratamento completo e desinfecção. O tratamento compreende: bacia de acumulação, decantador, floculador, tanques de aeração, pré e pós-cloração, filtros rápidos de areia, filtros biológicos e outros processos não especificados.

A firma possui um complexo que inclui 5 fábricas e uma refinária de petróleo, todas atendidas de água por esse sistema.

O custo da água industrial é de Cr\$ 0,185 por m<sup>3</sup> incluindo-se amortização e quando é feito o tratamento complementar para uso sanitário o custo aumenta para Cr\$ 0,195 por m<sup>3</sup>.

#### 6.14 — Indústria N

Situa-se no Município de São Bernardo do Campo e opera no ramo da construção automobilística. Consome 3.500 m<sup>3</sup>/dia do Córrego Taboão e cêrsa de 750 m<sup>3</sup>/dia de poços profundos. A água dos poços serve para uso sanitário e industrial mais nobre. A água dos rios serve para processamento, usos industriais menos nobres e eventualmente para uso sanitário quando então é feito o tratamento complementar e desinfecção. O tratamento é clássico, incluindo alguns usos da água a passagem através de tanques de neutralização. A água dos poços profundos, quando para uso sanitário, também é clorada.

Os custos são os seguintes: água industrial Cr\$ 0,283 por m<sup>3</sup>, água potável dos poços Cr\$ 0,170 por m<sup>3</sup>.

#### 6.15 — Indústria O

Também localizada no Município de São Bernardo do Campo, utilizando água do Ribeirão dos Couros e de poços profundos, na razão 1.000 m<sup>3</sup>/dia e 900 m<sup>3</sup>/dia, respectivamente.

Seu tratamento é clássico. Como opera em seus processos industriais fabricando produtos farmacêuticos a água que usa deve ser potável ou se encontrar quase que nessas condições.

A água dos poços profundos serve para uso sanitário e para uso no processo industrial, sendo o excedente de água industrial suprido pelo rio. O tratamento da água do rio é clássico, incluindo-se desmineralização total para as águas destinadas às caldeiras (na geração de vapor). Parte da água é também usada para resfriamento.

Foi informado que são praticamente iguais os custos de produção de água, quer industrial, quer potável, ou seja cêrsa de Cr\$ 0,170 por m<sup>3</sup> incluindo-se aqui também amortização das instalações de tratamento.

Não é usada água da rede pública porque nas proximidades da fábrica esta ainda não existe. Foi assinalado: «não temos motivos para a não utilização».

#### 6.16 — Indústria P

Localizada em São Bernardo do Campo, nas proximidades da Via Anchieta. Utiliza água de uma lagoa nos fundos do terreno de sua propriedade, junto ao Ribeirão dos Couros, de onde também aproveita para drenar água. Está localizada quase que nas nascentes dêsse Ribeirão.

Retira da lagoa e do Ribeirão dos Couros cêrsa de 500 m<sup>3</sup>/dia e da rede pública recebe 120 m<sup>3</sup>/dia.

A água industrial sofre um tratamento consistente de: decantação, filtros rápidos de areia e aplicação de carvão ativado, sendo utilizada exclusivamente para fins de resfriamento.

O custo da água industrial é de Cr\$ 0,053 por m<sup>3</sup>, incluindo-se aqui amortização do equipamento usado para extração de água e custos de material, mão de obra e energia elétrica. Não foram incluídos os custos de amortização das instalações de tratamento.

#### 6.17 — Indústria Q

Está localizada na bacia do Rio Grande, sendo uma das maiores indústrias e consumindo 53.000 m<sup>3</sup>/dia dêste rio. O tratamento da água é o convencional, dividindo-se depois os seus usos em: geração de vapor (com abrandamento), resfriamento e consumo sanitário para os empregados e as casas da Vila Operária.

O custo da água quer para fins industriais ou sanitários é de Cr\$ 0,125 por m<sup>3</sup>.

#### 6.18 — Indústria R

Localiza-se no bairro do Ipiranga, em São Paulo e utiliza água da rede pública e do Rio Tamanduati, na razão de 1.200 m<sup>3</sup>/dia e 800 m<sup>3</sup>/dia respectivamente. Há contudo recuperação da água industrial proveniente do retorno das máquinas sendo estimado um reuso diário de 2.000 m<sup>3</sup>/dia.

O tratamento da água do Rio Tamanduati inclui: captação e adução; pré-cloração com agente auxiliar de floculação; floculação Accelerator (mistura rápida + reagentes: sulfato de alumínio, cal ou ácido), decantadores, filtros rápidos de areia. A capacidade da E.T.A. é de 6.000 m<sup>3</sup>/dia e a ela chegam as águas do Rio Tamanduati mais as águas de retorno das máquinas de fabricação do papel e papelão.

A água da rede pública é usada para fins sanitários e industriais mais nobres (geração de vapor, processo, etc.). A água tratada é utilizada nas máquinas de fabricação do papel e papelão. Tivemos oportunidade de obter um dado referente ao consumo específico de água para fins industriais: 45 a 50 litros de água/kg de papel (papelão ou cartolina) produzidos.

O custo da água industrial é de Cr\$ 0,050 por m<sup>3</sup>, entrando na composição dêste só mão de obra e reagentes. O custo de amortização das instalações, equipamentos, energia elétrica, etc. não foram acrescentados.



## 6.19 — Indústria S

Localiza-se no Município de São José dos Campos. Sua inclusão aqui fez-se exclusivamente porque é uma das indústrias que possui uma

das melhores apropriações de custo da água produzida para seus processos industriais.

Capta água do Rio Paraíba, no local denominado Braço do Furado e seu consumo bastante preciso é assim qualificado:

Tipo de água	Consumo horário (m <sup>3</sup> /h)
Água bruta .....	3.200
Água tratada (potável) .....	400 (dos quais)
— para fins sanitários .....	20
— para fins industriais (uso direto) .....	280
— para transformação em água permutada .....	75
— para transformação em água desmineralizada .....	25
<b>Total Geral .....</b>	<b>3.600 m<sup>3</sup>/h</b>

A firma tem uma excelente apropriação de custo mensal. Dados de Janeiro de 1970, mostram os seguintes custos:

Água bruta .....	Cr\$ 0,013 por m <sup>3</sup>
Água potável .....	Cr\$ 0,056 por m <sup>3</sup>
Água permutada (resinas trocadoras iônicas) .....	Cr\$ 0,138 por m <sup>3</sup>
Água desionizada (desmineralizada totalmente) .....	Cr\$ 0,487 por m <sup>3</sup>

Na composição de custos entram os seguintes itens:

- matéria prima
- mão de obra
- materiais de consumo (areia, reagentes e coagulantes)
- conservação
- energia elétrica

f) energia térmica

g) amortização do capital

(No caso específico desta indústria a amortização do capital representa 25% no total do custo).

Como a grande parcela do uso de água por essa firma é água bruta utilizada para resfriamento, fizemos um estudo para estimarmos o custo médio do m<sup>3</sup> de água e encontramos: Cr\$ 0,22. Ressalta-se aqui o elevado peso ponderal da parcela de água bruta (3.200 m<sup>3</sup>/h) contra o peso total (3.600 m<sup>3</sup>/h).

## 7. CUSTO DA AGUA INDUSTRIAL

### Tabela de Dados Brasileiros

Ressalvamos que os dados aqui inseridos são frutos ainda de poucas observações. Esperamos que estas sejam incrementadas. Temos:

#### Água de Resfriamento

Água bruta de rio (quase nenhum tratamento) .....	Cr\$ 0,010 a Cr\$ 0,053 por m <sup>3</sup>
Água bruta de rio (tratamento simplificado devido a natureza do uso industrial) .....	Cr\$ 0,012 a Cr\$ 0,350 por m <sup>3</sup>
Água de poços profundos (1) .....	Cr\$ 0,050 a Cr\$ 0,160 por m <sup>3</sup>

#### Água de processo

Água bruta de rio poluído, exigindo tratamento simplificado devido a natureza do uso industrial .....	Cr\$ 0,160 a Cr\$ 0,283 por m <sup>3</sup>
Água de rio muito poluído (tratamento completo, inclusive pré-cloração e aeração) .....	Cr\$ 0,230 a Cr\$ 1,750 por m <sup>3</sup>
Água desmineralizada parcialmente .....	Cr\$ 0,125 a Cr\$ 0,487 por m <sup>3</sup>
Água com desmineralização total .....	Cr\$ 0,487 a Cr\$ 1,750 por m <sup>3</sup>
Água de poços profundos (1) .....	Cr\$ 0,230 a Cr\$ 0,282 por m <sup>3</sup>

## Água de uso sanitário e fins industriais nobres

Água de rios muito poluídos (tratamento completo e algumas vezes especial) .....	Cr\$ 0,195 a Cr\$ 0,350 por m <sup>3</sup>
Água de rios não muito poluídos (tratamento convencional) .....	Cr\$ 0,056 a Cr\$ 0,265 por m <sup>3</sup>
Poços Profundos (1) .....	Cr\$ 0,036 a Cr\$ 0,282 por m <sup>3</sup>

- (1) Ressalte-se contudo que a região de São Paulo não é propícia aos recursos hídricos do sub-solo, sendo que os poços profundos dão uma produtividade média de 2.000 a 10.000 l/h.

## 8. AGRADECIMENTOS

Não podemos aqui nominalmente mencionar todos os colegas que contribuíram para a realização deste trabalho. Tal relação seria por demais extensa, incluindo desde aqueles que nas firmas entrevistadas nos forneceram os dados aqui contidos, até aqueles que judiciosamente ajudaram-nos a analisar e interpretar estes dados. A todos eles o nosso profundo reconhecimento.

Porém cumpre-nos ressaltar os nomes do Eng.º José Vulf Kochen, Diretor da Diretoria de Planejamento e Contrôlo e Eng.º Fuad Kotait, Chefe da Equipe Técnica de Planejamento de Água, da S.A.E.C., que não mediram esforços para que pudéssemos elaborar este modesto trabalho e prestar assim nossa despretenciosa colaboração. Estes dois Engenheiros animaram-nos desde o começo, participaram ativamente da redação deste trabalho e apresentaram excelentes sugestões, ao lerem pacientemente nossos originais. A eles o nosso profundo agradecimento.

Este trabalho não esgota o assunto. Há ainda muito a fazer e esperamos que outros colegas o façam também. Agradecemos assim tôdas as críticas que nos forem encaminhadas e prometemos dar seqüência às pesquisas iniciadas na medida do possível.

## 9. CONCLUSÕES FINAIS

Verificamos que o custo da água industrial em alguns casos é bem superior àquela da rede pública de abastecimento. As instalações de tratamento e distribuição de água industrial são bem mais simples do que aquelas do Poder Público, não exigindo grandes redes distribuidoras cujo orçamento cobre 70% dos custos de construção. Por outro lado a indústria não conta

com recursos hídricos disponíveis, necessitando muitas vezes usar uma água de qualidade inferior para suas atividades fabris. Assim ela têm interesse em receber do Poder Público a maior parcela de água, para consumo sanitário de seus empregados e para os seus usos mais nobres. Água bruta daquela que encontramos em nossos rios, muitas vezes, com pequeno tratamento, já pode satisfazer as necessidades de águas de uso menos nobre (resfriamento; prevenção de incêndio, irrigação de gramados e jardins fronteiros às fábricas; etc.).

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Obras que foram consultadas para o preparo deste trabalho ou que recomendamos para leitura complementar e mais aprofundada:

1. BERSOU, Aristóteles — *Rio Tamanduatei, Consumo e Poluição de suas Águas no A.B.C.* Revista D.A.E., No. 52, Março, 1964, pp. 65 e 72.
2. Convênio HIBRACE — *Estudo Preliminar sobre o Abastecimento de Água na Bacia do Alto Tietê*. Vol. I — R-24-567, Cap. I, II e III, Junho, 1967, pp. 24 a 34.
3. HAZEN and SAWYER — *Abastecimentos Superficiais de Água Industrial*. Apêndice 6.6 do Relatório sobre Disposição de Esgotos, Julho, 1967, pp. 1 a 3.
4. PERRY C. — *Chemical Engineering Handbook*. McGraw Hill Book Co. 4.ª Edição, 1960, pp. 26 a 29.
5. VILBRANDT e DRYDEN — *Chemical Engineering Plant Design*. John Wiley & Sons, Inc. 1955, pp. 52 a 55.
6. O DIRIGENTE INDUSTRIAL — *Água pode ser Comêço ou Fim da Fábrica*. Publicações Dirigentes, Dezembro, 1966, pp. 59 a 65.