

O impacto da tarifa na geração de efluentes industriais

Luis C. Porto Miglino *
Joseph J. Harrington **

RESUMO

O objetivo deste trabalho é descrever como três indústrias localizadas na Região Metropolitana de São Paulo reagiram à implementação, pela Sabesp, de um esquema de tarifação de seus efluentes industriais.

Após a apresentação da política tarifária utilizada pela Sabesp, são mostrados dados relativos à produção e às características dos efluentes das mencionadas indústrias, referentes a 1980, 81 e 82. Da análise destes dados é possível verificar que, apesar das limitações e deficiências do programa de monitoramento da Sabesp, os coeficientes unitários de poluição das três indústrias foram substancialmente reduzidos durante o período em questão.

A conclusão evidente, é que a geração de efluentes líquidos industriais é muito mais elástica em relação às tarifas cobradas do que previamente admitido e que mudanças de processo produtivo, em resposta ao esquema tarifário, podem resultar em substanciais reduções da carga poluidora de origem industrial. Em decorrência, é fundamental que no processo de planejamento de expansão de seus serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos, as Companhias de Saneamento levem em conta a ocorrência deste fenômeno. Caso contrário, poderão enfrentar sérios problemas econômicos no futuro, devido ao superdimensionamento de suas instalações.

1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de São Paulo compreende a cidade de São Paulo e 36 outras municipalidades. Cerca de 9% da atual população brasileira vive nesta região, que é responsável pela geração de cerca de 35% do PNB do país. Há cerca de 11 mil indústrias instaladas na área sendo que as de maior porte pertencem à indústria automobilística que é altamente concentrada no conjunto de cidades chamado ABC.

A partir de 1978, a Sabesp-Cia. de

Saneamento Básico do Estado de São Paulo iniciou a implementação de uma nova política tarifária diferenciada para o recebimento e tratamento de efluentes industriais. Inicialmente aplicada a um pequeno número de indústrias, esta política tarifária vem sendo estendida a um número crescente de firmas.

A idéia básica desta política é cobrar das indústrias uma tarifa que, além de cobrir os custos decorrentes, permita à Sabesp subsidiar os consumidores de baixa renda. Isto é particularmente importante quando se considera que sem este subsídio as tarifas resultantes seriam incompatíveis com a renda *per capita* da maioria da população da área. A hipótese básica desta política, é que o custo para as indústrias devido ao pagamento das tarifas seria sempre inferior aos custos decorrentes da construção e operação de instalações próprias de tratamento.

A hipótese da eventual adoção pelas indústrias de mudanças do processo produtivo com vistas à minimização de efluentes foi considerada improvável pela Sabesp, devido aos pretensos altos custos envolvidos.

2. POLÍTICA TARIFÁRIA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS DA SABESP

Os três parâmetros usados para a determinação da conta mensal são: volume, que é medido em metros cúbicos/mês; demanda bioquímica de oxigênio (DBO), em miligramas por litro, e sólidos em suspensão (SS), também, em miligramas por litro. Excepcionalmente, a demanda química de oxigênio (DQO) pode ser usada em lugar da DBO. Neste caso, a fórmula é adequadamente ajustada para levar em conta a DQO.

Como política geral, o pré-tratamento só será exigido nos casos em que através de um período de monitoramento de cerca de seis meses, for determinado que o efluente da indústria contém substâncias tóxicas ou danosas em concentrações consideradas inaceitáveis pela Sabesp. Os objetivos desta política são minimizar os gastos das firmas com pré-tratamento e maximizar a utilização das

unidades de tratamento que estão sendo colocados em funcionamento. A propósito, deve ser lembrado que de acordo com o decreto estadual n° 15.425 de 23-7-80, em áreas já servidas por redes de esgoto, as indústrias são obrigadas a descarregar seus efluentes líquidos na rede coletora de esgotos (respeitadas as restrições legais) mesmo nos casos em que o efluente preenche os requisitos para a descarga direta em curso d'água.

Atualmente, há cerca de 70 firmas ligadas à rede coletora de esgotos da Sabesp de acordo com a nova política tarifária. A empresa espera ter cerca de 600 indústrias ligadas em fins de 1985.

Em alguns casos especiais, devido à ausência de coletores no local ou à grande concentração dos efluentes, as firmas entregam o resíduo diretamente à unidade de tratamento mais próxima, através de caminhões-tanque.

A fórmula tarifária que foi usada no período abrangido por este trabalho é a seguinte:

$$CM = TV (0,63 + 0,37 K) + F \quad (1)$$

$$DBO + SS$$

$$\text{sendo: } K = \frac{\quad}{600}$$

CM = conta mensal (cruzeiro/mês)

T = tarifa de volume (cruzeiro/m³)

V = volume de esgoto (m³/mês)

K = fator de sobretarifa

DBO = concentração de DBO no efluente (mg/l)*

SS = concentração de sólidos suspensos no efluente (mg/l)*

F = taxa de monitoramento (cruzeiro/mês)

* Valores inferiores a 300 mg/l são considerados como 300 mg/l.

O valor de T é geralmente corrigido trimestralmente de acordo com a variação da correção monetária no período. Dependendo de especificações contratuais, o valor de T pode ser diferente para algumas firmas. Atualmente, a Sabesp está envidando esforços no sentido de uniformizar o valor T para todas as firmas. O valor de F (taxa de monitoramento) também é periodicamente corrigido tendo por base a variação das ORTNs no período.

* Ph. D. em Engenharia, Engenheiro da Diretoria de Planejamento da Sabesp

** Professor de Engenharia Ambiental da Universidade de Harvard, Cambridge, Massachusetts, EUA

Tendo em vista que a maioria das firmas não dispõe de medidores de vazão de esgotos, o volume de esgoto mensal para fins de faturamento é geralmente determinado através da soma do volume de água suprido pela Sabesp mais o volume captado pela firma de eventuais fontes próprias de abastecimento.

As concentrações de DBO e sólidos suspensos são determinadas através de amostras simples retiradas uma vez por mês, dos pontos de descarga das indústrias em datas não previamente conhecidas. Devido à ausência de instrumentos medidores de vazão em cada ponto de descarga da firma, é impossível se ponderar as concentrações proporcionalmente às vazões. Caso haja mais de um ponto de descarga na rede coletora, as concentrações da DBO e SS, inferiores a 300 mg/l são eliminadas como não representativas e é feita a média aritmética dos valores remanescentes. Tudo isto contribui para que os valores utilizados pela Sabesp em termos de fluxo de poluentes possam estar bem longe dos verdadeiros valores destes parâmetros, resultando tanto em ganhos como em perdas de receita, dependendo de cada caso.

A fórmula utilizada para a tarifação dos efluentes das firmas que fazem a entrega dos resíduos por caminhão-tanque é a seguinte:

$$CM = 0,37 KVT \quad (2)$$

onde, K, V, T são idênticos aos parâmetros já descritos anteriormente.

A fórmula de tarifação sofreu várias alterações recentemente, mas tendo em vista que a antiga foi usada durante quase todo o tempo abrangido por esta pesquisa, decidimos não discutir tais mudanças.

3. DESCRIÇÃO DAS INDÚSTRIAS E APRESENTAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Nesta seção, são apresentados os dados de produção e as características dos efluentes de três indústrias que assinaram contrato para tratamento de efluentes industriais com a Sabesp em épocas diferentes. Todas as indústrias estão localizadas na Região Metropolitana de São Paulo e, pelo menos desde janeiro de 1980, estão pagando tarifas à Sabesp pelos serviços de tratamento de seus efluentes.

As três indústrias, que serão descritas em detalhe, foram selecionadas dentre uma lista de cerca de 70 firmas que estão ligadas à rede coletora da Sabesp segundo a sistemática de tarifação anteriormente descrita. Os seguintes critérios foram observados na seleção das indústrias:

1. A firma deve estar entregando seus efluentes à Sabesp por um período razoável de tempo (no mínimo 36 meses, em nosso caso). Deve ser notado que a maioria das firmas listadas só recentemente foi enquadrada pela nova política tarifária da Sabesp.
2. A firma deve dispor de um sistema confiável de medição dos volumes de efluentes entregues, seja através de medidor de vazão no poço de visita, seja através do conhecimento exato do volume do veículo que faz a entrega do efluente à Sabesp.
3. Os dados arquivados referentes às características dos efluentes (volume, DBO, SS) devem ser consistentes e sem valores faltantes.

Para que se pudesse interpretar corretamente alguma eventual tendência observada nas características dos efluentes ao longo do tempo, tornou-

se imperativo conhecer os dados de produção (em unidades físicas) de cada indústria analisada. Após o recebimento das informações acerca da produção de cada firma, foram visitadas todas as indústrias, na tentativa de descobrir como as reduções de emissões poluidoras foram conseguidas e, principalmente, se foram resultado de uma política consistente de controle de poluição ou se decorreram de casualidades.

Devido às limitações de espaço foi decidido apresentar os dados de produção e característica dos efluentes em uma forma abreviada. Os dados completos podem ser fornecidos a pedido dos eventuais interessados.

Finalmente, devido a um compromisso assumido com os dirigentes das indústrias que nos forneceram os dados, foram omitidos dados que pudessem levar à identificação das referidas firmas (nome, endereço etc.).

Tabela 1 — Dados de produção de heparina de uma indústria de produtos farmacêuticos em São Paulo

ANO	1980	1981	1982
Min (*)	31	0	0
Méd (*)	116,6	124,2	142,4
Máx (*)	169	230	206
Total (**)	1.399	1.490	1.709

(*) kg/mês

Fonte: Arquivos de uma dada companhia

(**) kg/ano

Tabela 2 — Características do efluente de uma indústria de produtos farmacêuticos em São Paulo

ANO	1980			1981			1982		
	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)
Min	1.840	0,0	0,0	1.700	10,7	1,3	200	0,54	0,13
Média	2.051	58,1	9,6	1.901	51,0	20,0	1.270	50,0	6,3
Max	2.300	117,0	47,6	2.040	101,5	84,3	1.860	95,5	25,9
Total	24.615	697,6	115,4	22.807	611,5	240,2	15.240	599,8	75,9

(1) m³/mês

Fonte: SABESP - Departamento de Efluentes Industriais

(2) ton DBO/mês

(3) ton SS/mês

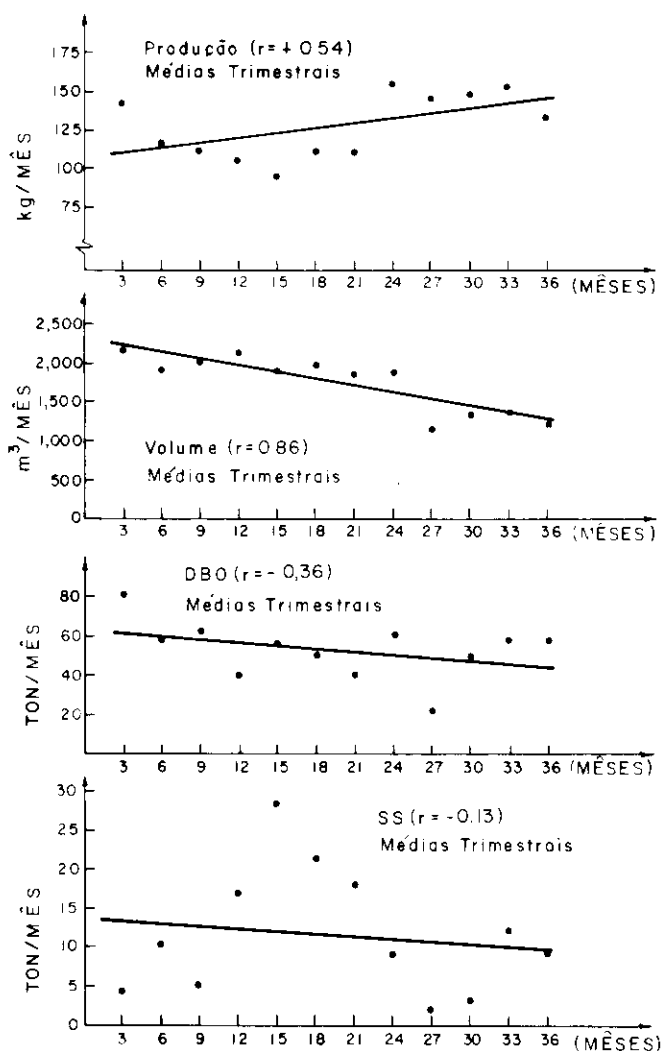


Figura 1 — Dados de produção e características do efluente de uma indústria de produtos farmacêuticos em São Paulo (excluída a sazonalidade).

A — Caso da indústria de produtos farmacêuticos.

O primeiro exemplo refere-se a uma indústria farmacêutica, que produz heparina, que é um medicamento caro, produzido da mucosa intestinal de gado e suínos, e entrega seus efluentes através de caminhão-tanque com uma frequência de cerca de 52 viagens/mês.

Como pode ser verificado nas tabelas 1 e 2 e figura 1, de 1980 a 1982 a produção da indústria cresceu de 1.399 kg/ano para 1.709 kg/ano (um acréscimo de 22%) enquanto que a média mensal do volume de efluente entregue à Sabesp decresceu de 2.051 m³/mês para 1.270 m³/mês (uma redução de 38%). Com respeito à carga de DBO, a média mensal caiu de 58,1 t/mês para 50,0 t/mês (uma redução de 13,9%), enquanto que a média mensal da carga de sólidos suspensos decresceu de 9,6 t/mês, para 6,3 t/mês (um decréscimo de 34,4%).

Uma vez conhecidos estes dados, pode-se calcular as variações havidas

nos coeficientes unitários de poluição para a indústria no período abrangido. Como pode ser visto na tabela 3 e na figura 2, o coeficiente unitário de poluição relativo ao volume de efluentes sofreu redução de 49% enquanto que os relativos à DBO e SS sofreram redução de 29,6% e 46,3% respectivamente. Isto significa que em 1982, para produzir 1 kg de heparina a companhia gerou cerca de 49% menos efluente que em 1980 para produzir a mesma quantidade do medicamento. Evidentemente o consumo de água no processo foi reduzido de 49%.

Os dados apresentados na figura (1) foram submetidos a uma análise estatística a fim de se eliminar os efeitos sazonais. Basicamente, as médias de cada mês foram divididas pela média de todas estas médias. Os valores resultantes foram tomados como índices de variação sazonal. Para eliminar a sazonalidade dos dados originais, todos os valores foram divididos pelo correspondente índice mensal de sazonalidade. A referência (1) contém maiores detalhes sobre a metodologia usada no processo.

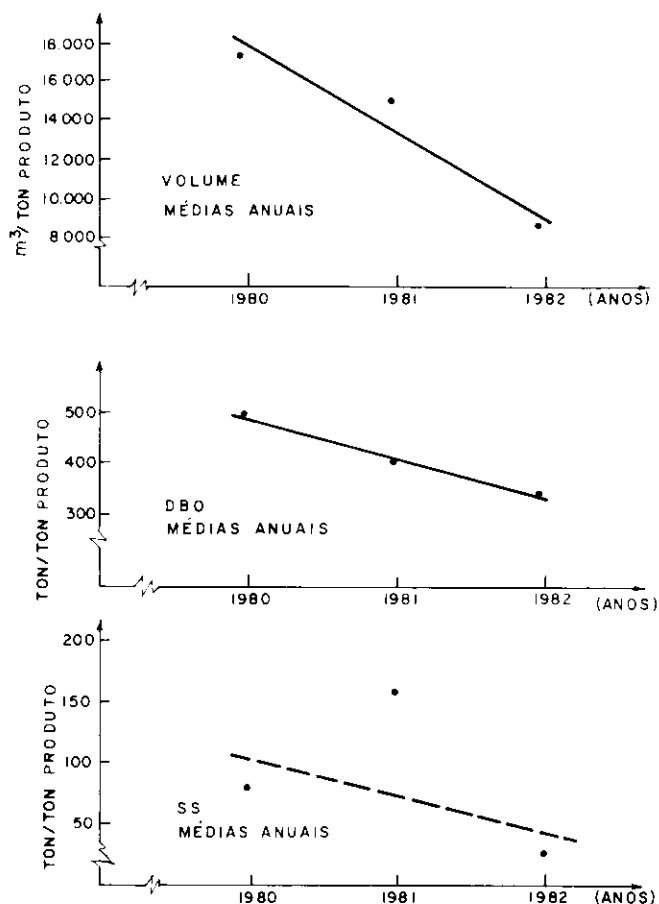


Figura 2 — Coeficientes unitários de poluição para uma indústria de produtos farmacêuticos em São Paulo.

De acordo com a Companhia, a redução no volume de efluentes que foi observada pode ser atribuída a dois fatores:

1. Uma substancial parte da heparina produzida foi obtida através do reprocessamento de heparina de baixo teor que havia sido acumulada no estoque em anos anteriores pelo antigo proprietário da indústria.
2. Melhorias do processo produtivo da indústria implementadas desde fins de 1978 pela nova administração.

Com respeito aos decréscimos das cargas de DBO e sólidos suspensos, três razões foram mencionadas:

1. Mudança de matéria-prima. A mucosa intestinal de suínos que é mais rica em gorduras (e DBO) está sendo substituída pela mucosa intestinal de gado.
2. Mudanças adotadas no processamento da mucosa nos matadouros. Lá, parte da gordura é removida por centrifugação para a produção de gordura neutra que é vendida pelos matadouros.
3. Reprocessamento pela Companhia, da gordura remanescente para fins

de extração de fosfolípidios que são, então, vendidos como subprodutos da produção de heparina (usados na produção de cosméticos, base para fabricação de supositórios etc.).

Durante nossa visita à indústria o gerente mencionou que o objetivo de longo prazo da Companhia é reprocessar todo o efluente de modo a recuperar matérias-primas para usos posteriores. Neste caso, a entrega de efluentes à Sabesp para tratamento seria eliminada.

B — Caso da indústria de produtos alimentícios

O segundo exemplo é uma indústria de produtos alimentícios de porte, que produz margarina, sabão, glicerina, maionese e outros produtos, e está conectada diretamente a um interceptor da Sabesp. Neste caso, o volume de efluente descarregado mensalmente na rede é estimado através de uso de medidor de vazão instalado pela Companhia no poço de visita imediatamente anterior à descarga no interceptor.

Como pode ser visto na tabela 4, de 1980 a 1982, a produção combinada total da fábrica cresceu de 132.996 t/ano para 140.645 t/ano (um acréscimo de 6%).

De acordo com informações fornecidas pelo gerente da fábrica, e existentes em um estudo anterior realizado na indústria (2), cerca de 2/3 do efluente industrial originam-se nas operações de refinação do óleo cosmético que constitui a matéria-prima para a produção da maioria dos produtos finais. Ademais, a produção de margarina representa cerca de 73% da produção total da indústria, valor que se mantém relativamente constante durante o ano todo.

A produção de sabão (subproduto da refinação do óleo) representa cerca de 11% da produção total da fábrica. Os outros produtos (maionese, gordura, glicerina e creme de amendoim) perfazem os 16% restantes da produção total da fábrica.

A fábrica é bem antiga (cerca de 50 anos) e a tecnologia usada está longe de ser a mais moderna existente.

A tabela 5 e a figura 3 mostram que no período 1980-1982 o volume médio mensal de efluentes industriais caiu de 19.804 m³/mês para 12.118 m³/mês (uma redução de 39%). A carga média mensal de DBO associada ao efluente decresceu de 73,9 t/mês para 45,1 t/mês (uma redução de 39%) enquanto que a carga de sólidos suspensos foi reduzida de 26,5 t/mês para 15,9 t/mês (uma redução de 40%).

Tabela 3 — Coeficientes unitários de poluição de uma indústria de produtos farmacêuticos em São Paulo (médias anuais)

ANO \ PARÂMETROS	1980	1981	1982	REDUÇÃO NO PERÍODO (%)
	Volume (1)	17.595	15.307	
BOD (2)	500	410	351	29,6%
SS (3)	82,5	161	44,4	46,3%

(1) m³ de efluente/ton de produto

(2) ton DBO/ton de produto

(3) ton SS/ton de produto

Tabela 4 — Dados totais de produção de uma indústria de produtos alimentícios em São Paulo

ANO	1980	1981	1982
Mín (*)	9.973	7.451	9.367
Média (*)	11.083	10.779	11.720
Max (*)	12.403	12.329	13.750
Total (**)	132.996	129.348	140.645

(*) t/mês

Fonte: Arquivos de uma dada companhia

(**) t/ano

Tabela 5 — Características do efluente de uma indústria de produtos alimentícios em São Paulo

ANO \ PARÂMETROS	1980			1981			1982		
	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)
Mín	18.476	14,7	0,87	11.984	1,8	1,3	5.741	16,6	0,87
Média	19.804	73,9	26,5	15.581	41,2	15,1	12.118	45,1	15,9
Max	21.028	332,2	68,3	24.433	63,7	26,6	14.880	91,5	46,3
Total	237.654	886,6	318,4	186.971	494,2	181,7	145.415	541,4	191,4

(1) m³/mês

Fonte: SABESP - Departamento de Efluentes Industriais

(2) ton DBO/mês

(3) ton SS/mês

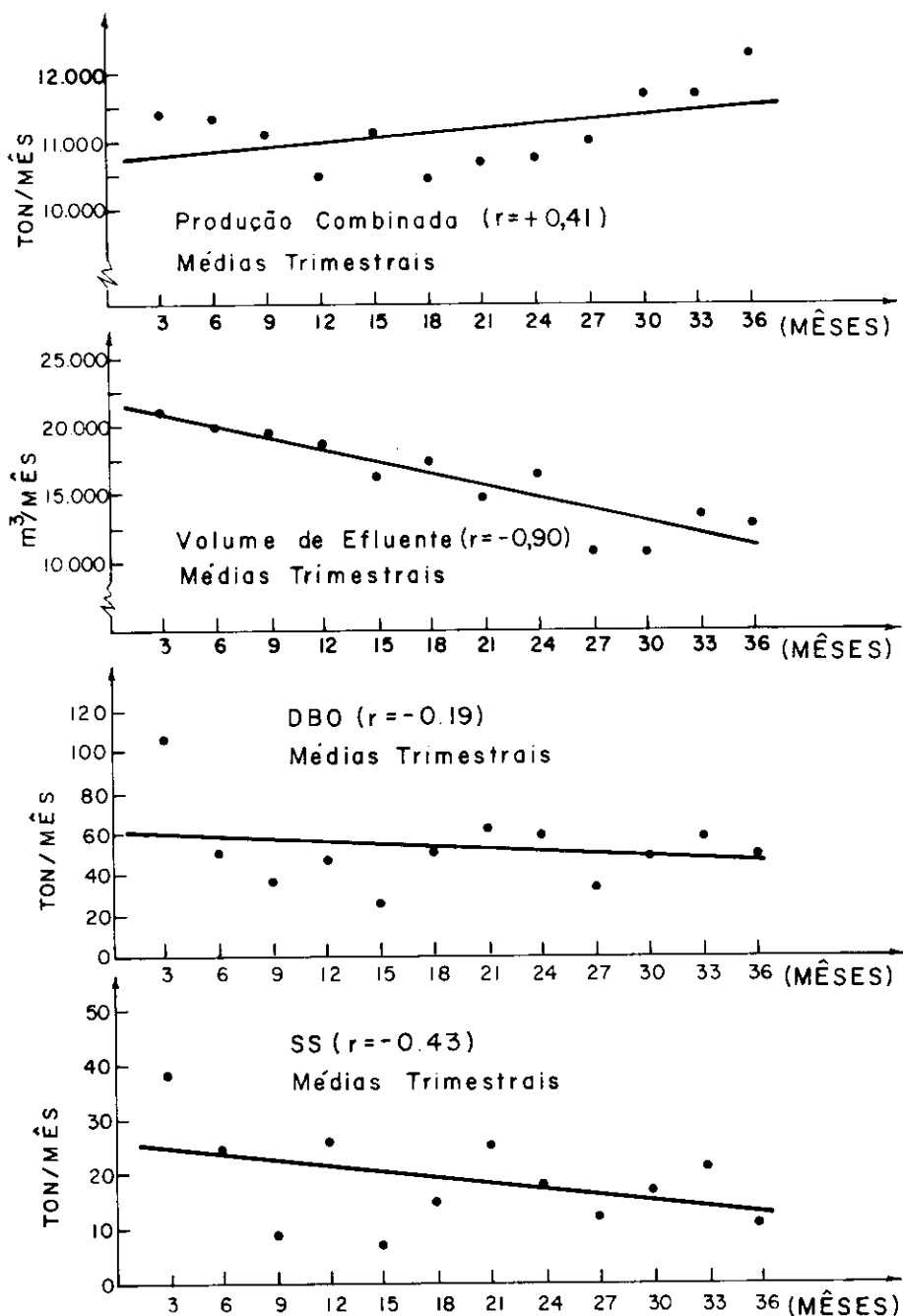


Figura 3 — Dados de produção e características do efluente de uma indústria de produtos alimentícios em São Paulo (excluída a sazonalidade)

Os dados apresentados na figura 3 foram tratados estatisticamente para fins de eliminação da sazonalidade (ver referência (1) para maiores detalhes).

Como pode ser visto na tabela 6 e na figura 4, os coeficientes unitários de poluição sofreram as seguintes reduções: cerca de 42% com respeito ao volume de efluentes, cerca de 42% para a carga de DBO e cerca de 43% para a carga de sólidos suspensos.

De acordo com a empresa, as reduções observadas tanto no volume de efluentes quanto na sua carga poluidora podem ser atribuídas às seguintes causas:

1. Aperfeiçoamentos feitos nas operações de lavagem do óleo comestível, após a adição da soda cáustica para neutralizar a acidez livre do óleo. Com a utilização de equipamento mais eficiente, o antigo método de dupla lavagem foi modificado para o de lavagem única que utiliza muito menos água. Uma vantagem adicional deste método é a redução da quantidade de óleo que é perdida em cada operação.
2. Adoção, pela Companhia, de procedimento mais rigoroso quanto à lavagem de pisos e equipamentos. Assim, reduziu-se tanto o número de vezes em que os pisos da fábrica eram lavados quanto a quantidade de água usada em cada operação.
3. Separação das redes de esgotos sanitários e de esgotos pluviais no interior da fábrica. Anteriormente, nas imediações dos grandes tanques de armazenamento de óleo e margarina, a água de chuva era coletada e enviada ao decantador localizado imediatamente antes da descarga no interceptor da Sabesp. A razão deste procedimento era a recuperação (para produção de sabão) de eventuais vazamentos de matéria-prima. De acordo com o gerente da fábrica, com os constantes aumentos das tarifas da Sabesp, as eventuais economias resultantes da recuperação de matérias-primas foram sendo mais do que anuladas pelos correspondentes aumentos na conta da Sabesp. Durante a visita à fábrica o gerente explicou que a empresa está estudando a possibilidade de utilizar o gás oxigênio que é produzido como um subproduto da unidade produtora de hidrogênio, para fins de reduzir a carga de DBO e SS no efluente final da fábrica.

Atualmente, o oxigênio é descarregado na atmosfera.

Acredita ele, que com a adoção desta medida, a conta de esgotos da Sabesp será substancialmente reduzida.

Tabela 6 — Coeficientes unitários de poluição de uma indústria de produtos alimentícios em São Paulo (médias anuais)

ANO \ PARÂMETROS	1980	1981	1982	REDUÇÃO NO PERÍODO
Volume (1)	1,79	1,45	1,03	42%
DBO (2)	6,66	3,82	3,85	42%
SS (3)	2,39	1,40	1,36	43%

(1) m³ efluente/t de produção total (2) kg DBO/t de produção total

(3) kg SS/t de produção total

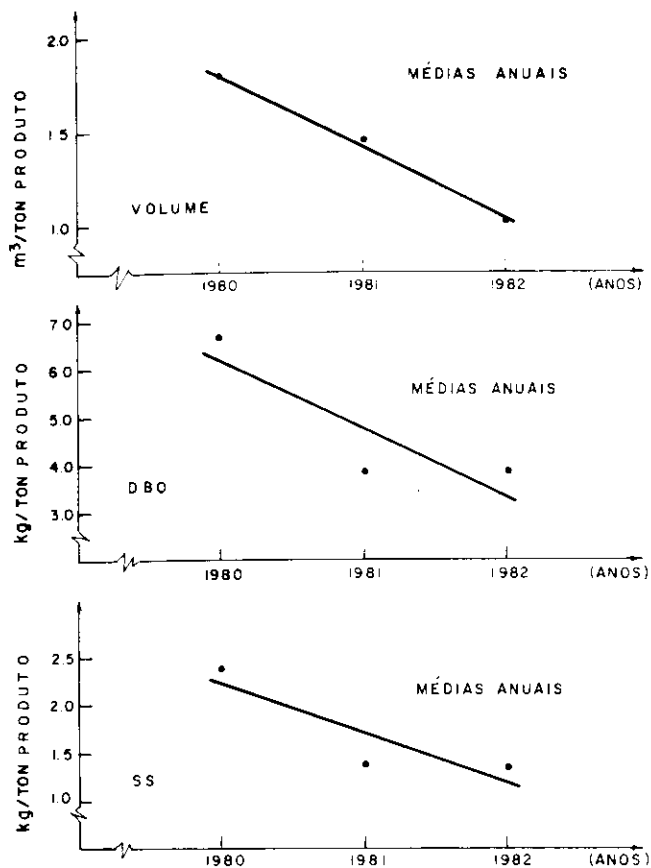


Figura 4 — Coeficientes unitários de poluição para uma indústria de produtos alimentícios em São Paulo

Tabela 7 — Dados de produção de queijo "petit suisse" de uma indústria de laticínios de São Paulo

ANO	1980	1981	1982
Min (*)	300	370	690
Média (*)	463	573	858
Max (*)	550	900	990
Total (**)	5.560	6.880	10.290

(*) ton/mês
(**) ton/ano

Fonte: Arquivos de uma dada companhia

Tabela 8 — Características do efluente de uma indústria de laticínios em São Paulo

ANO	1980			1981			1982		
	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)	VOLUME (1)	DBO (2)	SS (3)
Min	500	16,7	0,58	495	14,7	0,38	488	3,0	0,29
Média	713,2	25,6	1,0	525,3	18,9	1,1	497,5	20,3	0,84
Max	494	36,3	1,9	796	31,9	2,5	519	26,9	1,55
Total	8.558	307,6	12,1	6.303	226,6	13,6	5.970	243,1	10,1

(1) m³/mês

Fonte: SABESP - Departamento de Efluentes Industriais

(2) ton DBO/mês

(3) ton SS/mês

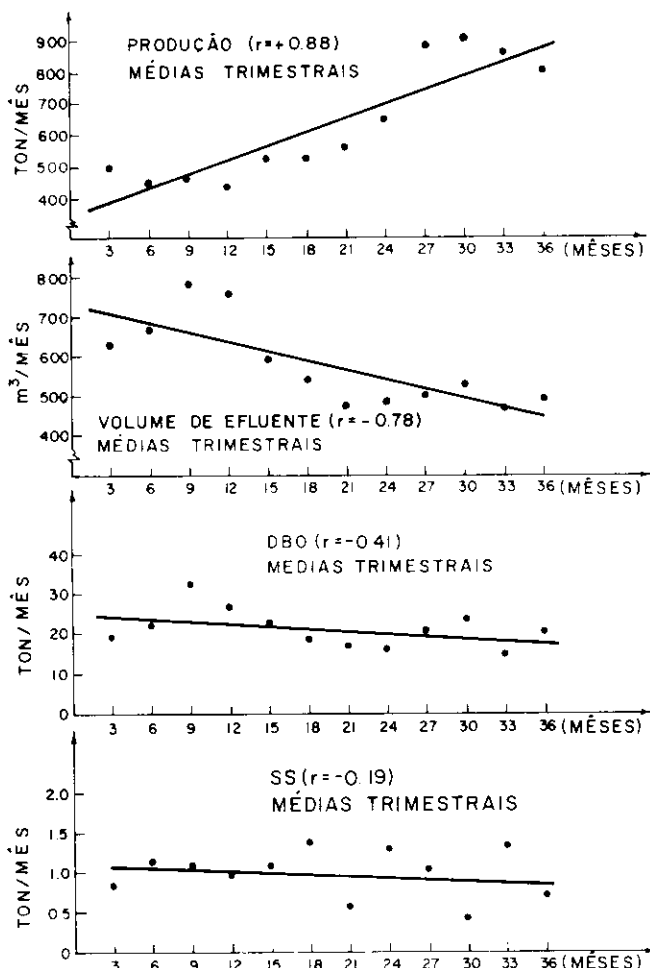


Figura 5 — Dados de produção e características do efluente de uma indústria de laticínios em São Paulo (excluída a sazonalidade)

C — Caso da indústria de laticínios

O terceiro caso diz respeito a uma indústria de laticínios que produz iogurte, sobremesas e queijo "petit-suisse" e entrega o soro resultante da produção do queijo à Sabesp através de caminhões-tanque, com uma frequência de cerca de 41 viagens/mês.

Como pode ser visto nas tabelas 7 e 8 e na figura 5, a produção de queijo "petit-suisse" aumentou de 5.560 t/ano em 1980 para 10.290 t/ano em 1982 (um aumento de 85%). O volume total de efluentes entregues para tratamento caiu de 8.558 m³/ano em 1980 para 5.970 m³/ano em 1982 (uma redução de 30%). A carga de DBO foi reduzida de 307,6 t/ano em 1980 para 243,1 t/ano em 1982 (um decréscimo de 21%). A carga de sólidos suspensos sofreu redução de 12,1 t/ano em 1980 para 10,1 t/ano em 1982 (redução de 16%). Os dados apresentados na figura 5 foram tratados estatisticamente para fins de eliminação de sazonalidade (ver referência (1) para maiores detalhes).

A tabela 9 mostra as reduções que ocorreram nos coeficientes unitários de poluição da indústria. Conforme

Tabela 9 — Coeficientes unitários de poluição para indústria de laticínios em São Paulo (médias anuais)

ANO \ PARÂMETRO	1980	1981	1982	REDUÇÃO NO PERÍODO
Volume (1)	1,54	0,92	0,58	62%
DBO (2)	55,33	32,94	23,72	57%
SS (3)	2,18	1,98	0,92	55%

(1) m³ de efluente/ton. de produto

(2) kg DBO/ton. de produto

(3) kg SS/ton. de produto

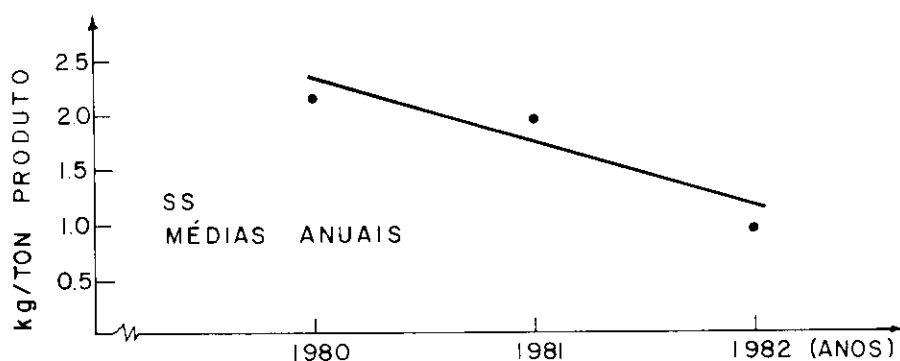
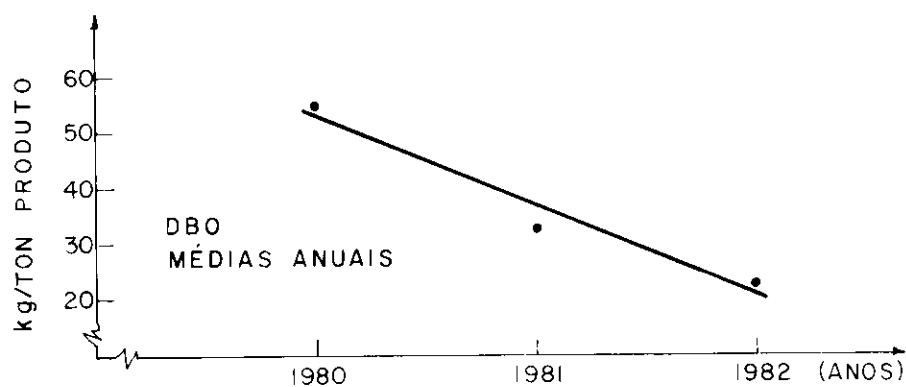
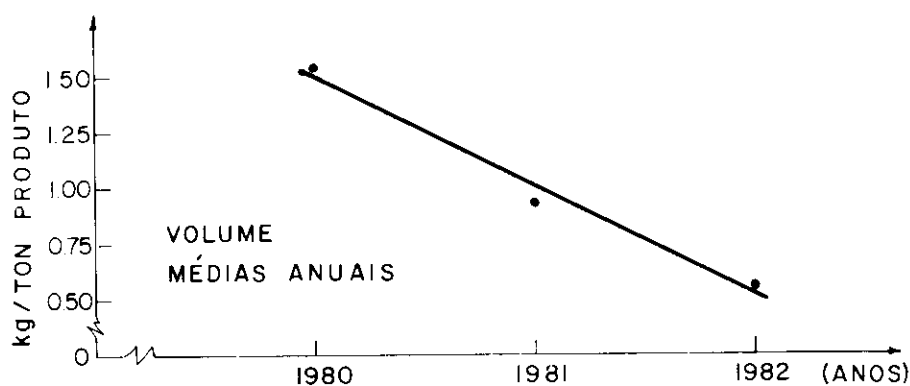


Figura 6 — Coeficientes unitários de poluição para uma indústria de laticínios em São Paulo

pode ser visto, o referente ao volume de efluentes foi reduzido em 62%, enquanto que os referentes à DBO e aos SS foram reduzidos em 57% e 55% respectivamente.

De acordo com a Companhia, graças às melhorias feitas no processo produtivo, o aumento de produção de queijo "petit suisse" não resultou em um aumento proporcional da quantidade de soro gerada no processo.

Por outro lado, devido ao que é visto pela firma como a dispendiosa política tarifária da Sabesp, a Companhia vem, desde 1980, adotando medidas no sentido de tratar todo o soro produzido através de instalações próprias no terreno da fábrica. Após um período de estudos em unidades-piloto, a Companhia instalou um digestor anaeróbio em escala real para tratar parte do efluente. Como os custos desta unidade foram pagos em menos de um ano, a empresa instalou recentemente um segundo digestor e tem planos de expandir a capacidade de tratamento gradualmente visando eliminar a entrega de efluentes para a Sabesp.

Segundo dados fornecidos pela empresa, embora nos últimos três anos a produção de queijo tenha aumentado cerca de 85%, a quantidade total de soro gerado tem-se mantido mais ou menos constante no nível de cerca de 700 m³/mês. Desde 1981, a firma expandiu a capacidade de tratamento de suas instalações para cerca de 260 m³/mês.

Segundo o gerente da fábrica, além de economizar nos custos de tratamento do soro, a Companhia está também interessada na utilização do gás metano gerado na digestão anaeróbia, no aquecimento das caldeiras que atualmente utilizam óleo combustível.

Com referência ao principal efluente da fábrica (originário das operações de lavagem e enxágue) foi constatado durante a visita efetuada, que embora a empresa não tenha ainda sido intimada a se enquadrar na nova política tarifária da Sabesp, a gerência está ativamente engajada em um programa de minimização das descargas de efluentes industriais. Desde 1980 a Companhia adotou uma nova política de realizar mensalmente reuniões conjuntas de pessoal das áreas de gerência e processo onde quaisquer idéias sobre a minimização do consumo de água e da geração de efluentes são discutidas em detalhe.

Como um resultado desta política, a Companhia recentemente alterou o processo de lavagem e enxágue dos tanques, de manual para automático com ciclo programado. De acordo com os dados fornecidos pela empresa, a quantidade de água necessária para efetuar as 20 operações de limpeza por dia com o novo processo é cerca

de 41 m³, enquanto que no modo manual a quantidade de água necessária era de cerca de 161 m³. Em casos onde a limpeza manual é exigida, com o uso de uma válvula imediatamente antes do bico da mangueira, conseguiu-se reduzir a quantidade de água perdida entre as operações.

Em consequência de tais medidas, a Companhia reduziu a vazão total de efluentes da fábrica de cerca de 30 mil m³/mês em 1980 para cerca de 21.500 m³/mês em 1982, e novas economias são esperadas em futuro próximo.

IV — IMPACTO NAS EXPECTATIVAS DE RECEITA DA SABESP

Visando aquilatar o impacto econômico destas expressivas reduções nas emissões de poluentes nas expectativas de receita da Sabesp, é feita uma comparação entre a receita esperada e a receita real referente às três indústrias no ano de 1982.

Em todos os casos, o valor da tarifa básica "T" é assumido como sendo Cr\$ 123,00/m³, o qual era o valor vigente em dezembro de 1982. Uma vez que em dezembro de 1982, a taxa média do câmbio para o dólar americano era de aproximadamente Cr\$ 250,00, o valor de "T" em dólares seria de 49 cents/m³ (US\$ 1.85/mil galões).

Nos cálculos, dois tipos de receitas foram considerados: o primeiro proveniente da provisão dos serviços de coleta e tratamento de esgotos e o segundo resultante do serviço de abastecimento de água potável.

Nos cálculos das contas mensais, a fórmula (1) descrita na seção 2 deste trabalho foi utilizada para a indústria de produtos alimentícios, enquanto que a fórmula (2) foi utilizada para as indústrias de produtos farmacêuticos e de laticínios. A taxa de monitoramento não foi considerada, uma vez que a mesma não depende das características do efluente da indústria.

No cálculo da conta mensal de abastecimento de água foi assumido que a indústria farmacêutica compra toda a água consumida da Sabesp. No caso da indústria de produtos alimentícios, dados de um estudo anterior indicam que a firma tem uma fonte de abastecimento próprio que fornece cerca de 40% de suas necessidades (2). Consequentemente, foi assumido que a firma compra da Sabesp somente cerca de 60% da água consumida. Foi assumido também, que o uso consumptivo da água é negligível em todas as indústrias. Em dezembro de 1982, o preço do metro cúbico de água para consumidores de grande porte era de Cr\$ 123,00 (cerca de US\$ 1.85/mil galões).

Nos cálculos da receita esperada foram usados os dados reais de produção referentes a 1982 para todas as firmas, enquanto que os coeficientes de emissão de poluentes foram assumidos como constantes e iguais aos níveis prevalentes em 1980. Nos cálculos da receita real, foram usados os dados reais tanto no que se refere à produção quanto aos coeficientes de emissão de poluentes para o ano de 1982.

A tabela 10 mostra os resultados de tais cálculos.

Finalmente, a figura 7, usando dados fornecidos pela Sabesp (3), mostra a evolução dos preços da tarifa básica "T" em cruzeiros constantes de janeiro de 1980 para as três indústrias

analisadas. O deflator usado foi o Índice Geral dos Preços da Fundação Getúlio Vargas (4). Como pode ser visto, a evolução dos preços foi similar para as indústrias de produtos farmacêuticos e de laticínios, mas bem diferente para a indústria de produtos alimentícios. A razão para isto é que o contrato de recebimento de efluentes da indústria de produtos alimentícios é bem mais antigo que o das outras indústrias, e como pode ser verificado na figura 7, sua cláusula de indexação não permitiu que os reajustes de preços acompanhassem a inflação ocorrida no período. Entretanto, após setembro de 1982 com o vencimento do contrato em vigor, esta situação parece ter sido radicalmente

PARÂMETROS INDÚSTRIA	RECEITA ESPERADA *	RECEITA REAL *	DIFERENÇA*	VARIAÇÃO
1. Farmacêutica	315.558	211.655	103.903	- 33%
2. Alimentos	536.900	309.325	227.575	- 42%
3. Laticínios	184.461	79.448	105.013	- 57%
TOTAL	1.036.919	600.428	436.491	- 42%

* Todos os valores em dólares (taxa de câmbio média de dez/82)

Tabela 10 — Comparação entre as receitas esperada e real referentes a um grupo de indústrias em São Paulo. Ano-base: 1982

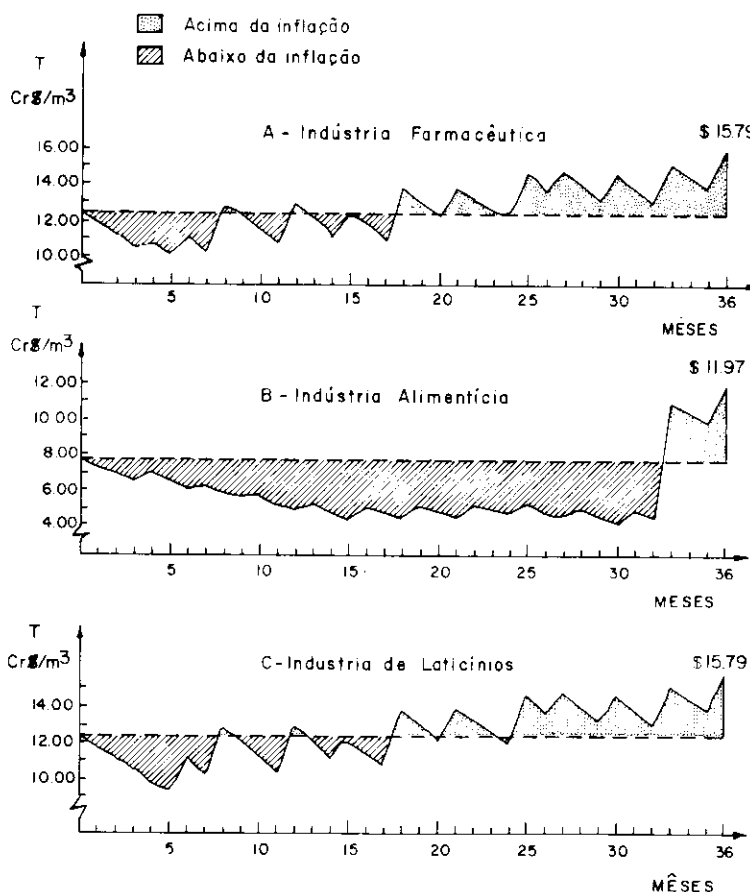


Figura 7 — Evolução dos preços de tarifa básica "T", em cruzeiros constantes de janeiro de 1980, para um grupo de indústrias em São Paulo.

mudada, e tudo leva a crer que brevemente o valor de "T" será igual para as três indústrias. Deve ser ressaltado contudo, que na mesma data em que o valor de "T" foi reajustado a fórmula de cálculo da conta mensal foi alterada pela Sabesp, de forma que o impacto adverso dos novos preços foi parcialmente aliviado.

V — CONCLUSÕES

Uma breve revisão bibliográfica resultou em várias referências que descrevem como as indústrias reagiram à imposição de uma política de tarifação para o recebimento de seus efluentes (5, 6, 7). Na maioria dos casos, entretanto, os efeitos são descritos somente em termos da quantidade de resíduos descarregados tanto em volume como em concentrações.

Neste trabalho, contudo, fomos um passo adiante fazendo a correlação entre as reduções de poluentes observadas e os dados reais de produção da indústria.

Isto é de suma importância, para que se possa diferenciar as reduções na emissão de poluentes devido a decréscimos de produção, ou mesmo devido a radicais mudanças nos tipos de produtos manufaturados, das reduções devidas às medidas internas de controle de poluição. Conseqüentemente, nossa análise foi baseada nos coeficientes unitários de poluição ao invés das quantidades de resíduos gerados.

Como pode ser visto nas tabelas e figuras apresentadas, a redução na geração de poluentes pelas indústrias é muito mais elástica com respeito à variação do valor da tarifa do que é usualmente considerado. É interessante notar que mesmo no caso em que o preço da tarifa estava decrescendo em termos reais (veja o caso da indústria de produtos alimentícios, de jan/80 até ago/82 na figura 7), a redução na geração de poluentes continuou firmemente.

Uma possível explicação para este fenômeno, é que a gerência da indústria sabia que o contrato favorável com a Sabesp expiraria brevemente e antecipou que após este evento, os novos preços seriam muito mais elevados. Assim, a elasticidade foi devida não aos valores da tarifa prevalentes na ocasião, mas sim aos valores esperados após o vencimento do contrato.

Como pode ser visto na tabela 10, as reduções nos coeficientes de poluição tiveram um impacto negativo, nas expectativas de receita da Sabesp, tanto no lado do abastecimento de água, quanto no da coleta e tratamento de esgotos. De acordo com nossos cálculos, cerca de US\$ 436.491/ano em receita foram perdidos em

1982, considerando-se as três indústrias analisadas. Este fato teve certamente um impacto adverso na capacidade de a Sabesp pagar os grandes empréstimos usados na construção das novas estações de tratamento de esgotos que fazem parte do Plano Diretor de Esgotos da RMSP mais conhecido como Programa Sanegran.

Na referência (8) é feita uma estimativa de qual seria o impacto em termos de receita perdida, no caso hipotético de todas as indústrias da RMSP serem ligadas à rede coletora da Sabesp e apresentarem uma elasticidade de demanda igual à média das elasticidades das três indústrias analisadas neste artigo. De acordo com tais cálculos, a perda total de receita seria da ordem de US\$ 112 milhões/ano. Deste total, cerca de US\$ 77,3 milhões seriam resultantes dos serviços de coleta e tratamento de esgotos e cerca de US\$ 34,8 milhões resultantes do serviço de abastecimento de água potável às indústrias. Ao câmbio oficial de abril de 1984, a perda de receita para toda a RMSP seria de cerca de Cr\$ 155 bilhões/ano. Para maiores detalhes acerca do assunto ver referência (8).

Por outro lado, a atual política tarifária da Sabesp ("tarifa social") que conta pesadamente com a receita dos consumidores industriais para subsidiar os pequenos consumidores, pode se revelar economicamente inviável, uma vez que sempre que a Sabesp decidir aumentar a tarifa (em termos reais) para recuperar tais perdas de receita, é quase certo que as indústrias reduzirão ainda mais suas emissões de poluentes.

Tendo em vista seus atuais pesados encargos do serviço de dívida, é possível que futuramente só restem duas alternativas à Sabesp: ou depender crescentemente de recursos a fundo perdido do Tesouro Estadual, ou aumentar as tarifas dos mesmos pequenos consumidores que se tentou subsidiar no início do programa.

Sumarizando, podemos concluir que:

1. A cobrança de tarifas, quando corretamente aplicada, é uma eficiente ferramenta para controlar a poluição industrial.
2. Medidas de controle interno (mudanças de processo, "housekeeping" etc.) podem ser muito mais econômicas, especialmente no início, do que o pagamento de tarifas e podem resultar em substanciais reduções na quantidade de poluentes gerados pelas indústrias.
3. No planejamento da expansão dos serviços de abastecimento de água e principalmente de coleta e tratamento de esgotos em áreas industrializadas, as Companhias de Saneamento devem considerar os

efeitos da elasticidade de demanda. Caso contrário, as instalações construídas poderão apresentar excesso de capacidade, com a conseqüente má utilização de recursos públicos escassos.

4. Na implementação de uma política tarifária para consumidores industriais, as Companhias de Saneamento não devem esperar que as receitas arrecadadas no início do programa continuarão no mesmo nível no futuro.

Neste artigo, foram abordadas somente as medidas de controle que envolvem modificações de pequena monta e que demandaram um curto espaço de tempo (três anos) em sua implementação. Resultados apresentados na referência (8) indicam que medidas de controle que envolvem substanciais mudanças no processo produtivo e que necessitam tempos de implementação mais longos podem resultar em dramáticas reduções na emissão de poluentes.

Na citada referência, é proposta uma metodologia para se estimar as vazões de efluentes industriais em função das tarifas cobradas pelas Companhias de Saneamento.

REFERÊNCIAS

1. Kendall, Maurice G. and Alan Stuart, "Design and Analysis and Time-Series" in "The Advanced Theory of Statistics", Vol. III, Hafner Publishing Company, New York, 1966, pp. 396-399.
2. Sabesp - Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, "Caracterização de Águas Residuárias Industriais" Vol. II, Agosto 1982, São Paulo - Brasil.
3. Sabesp - Departamento de Efluentes Industriais - Dados de Arquivo - São Paulo - Brasil.
4. Fundação Getúlio Vargas - Revista Conjuntura Econômica - Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna. Rio de Janeiro - Brasil.
5. Seagraves, James A., "Industrial Waste Charges", Journal of Environmental Engineering Division, ASCE, Vol. 99, N.º EE6, Dezembro 1973 - pp. 873-881.
6. Kneese, Allen V. and Blair T. Bower, "Managing Water Quality: Economics, Technology Institutions", John Hopkins Press, Baltimore, USA - 1968, pp. 168-172.
7. Hudson, James F., et. alii "Pollution Pricing: Industrial Response to Wastewater Charges", Lexington Books, D. C. Heath and Company, Lexington, Mass, USA, 1981.
8. Miglino, Luis C. P. - "Industrial Wastewater Management in Metropolitan São Paulo" - Tese de Doutorado - Harvard University Cambridge, Mass, USA - Janeiro 1984.