



**CETESB**

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

---

**P R O C O P**

PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO

PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

BIBLIOTECA

AV. PROF. FREDERICO H. HERMANN JR., 345 CEP 03489 - PINHEIROS

SÃO PAULO - BRASIL

**P R O C O P**

ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA AS

EMISSÕES DE ODORES INDUSTRIAIS

RELATÓRIO FINAL

São Paulo

Janeiro de 1991

9167

8200  
Om6a (RCET)  
009167

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Orestes Quércia**  
Governador

**SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

**Jorge Wilhelm**  
Secretário



**CETESB**

**Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**DIRETORIA**

**João Gualberto C. Meneses**  
Diretor-Presidente

**Eduardo San Martin**  
Diretor de Controle da Poluição

**Frederico Pegler Neto**  
Diretor Administrativo e Financeiro

**Laura Maria Regina Tetti**  
Diretora de Desenvolvimento de Programas e Mobilização

**Nelson Vieira de Vasconcelos**  
Diretor de Normas e Padrões Ambientais

**Octávio Dótolli**  
Diretor de Treinamento e Transferência de Tecnologia

ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA AS EMISSÕES DE  
ODORES INDUSTRIAIS

**PROJETO: "ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA AS EMISSÕES DE ODORES  
INDUSTRIAIS"**

**COORDENAÇÃO**

Coordenação do Programa

Arlindo Philippi Junior

Coordenação do Projeto

Sérgio Rancevas

**EQUIPE TÉCNICA**

Antonio Shingi Omoto

Armando Carlos Brandini

Eduardo Luis Serpa

Flávio Gaddini

Kenji Yoshida

Luzia Hisae Yamashita

Marta Rocha

Sergio Rancevas

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO HERRMANN JR., 345 CEP 05489 PINHEIROS  
SAO PAULO - BRASIL

**COLABORAÇÃO**

Antonio Márcio de Freitas

Eduardo Antonio Licco

Roselice Duarte M. Mamede

## Í N D I C E

RESUMO	1
SUMMARY	2
1. INTRODUÇÃO	3
1.1. OBJETIVOS	4
1.2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS PRELIMINARES	5
1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 1	10
2. O CONTROLE DE ODORES INDUSTRIAIS EM RELAÇÃO AO CONTROLE GERAL DA POLUIÇÃO DO AR	11
2.1. ALGUNS FATOS HISTÓRICOS	12
2.2. O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR NOS PAÍSES MAIS INDUSTRIALIZADOS	21
2.3. O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	40
2.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 2	51
3. A AVALIAÇÃO DOS ODORES NO MEIO AMBIENTE EM RELAÇÃO A AVALIAÇÃO GERAL DA POLUIÇÃO DO AR	53
3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	54
3.2. O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO	56
3.3. AVALIAÇÃO DE ODORES	65
3.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 3	66
4. O CONTROLE DE ODORES EM INDÚSTRIAS ESPECÍFICAS	67
4.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	68
4.2. INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUO ANIMAL (GRAXARIAS)	69
4.3. INDÚSTRIAS DE FABRICAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS	92
4.4. TORREFAÇÃO DE CAFÉ	104
4.5. INDÚSTRIAS DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE PROCESSO KRAFT	111
4.6. INDÚSTRIAS DE FIBRAS SINTÉTICAS	127
4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 4	137

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE TRABALHOS  
PARA SEREM FUTURAMENTE DESENVOLVIDOS

138

ANEXO: Relatório de Viagem aos Estados Unidos da  
América do Norte

## ÍNDICE DE FÍGURAS

FÍGURA 1	- Membrana olfativa e estrutura sensitiva ao odor	7
FÍGURA 2	- O controle da poluição do ar industrial através de sistema de ventilação local exaustora (SVLE) com equipamento de controle (ECP)	22
FÍGURA 3	- Filtro de tecidos	26
FÍGURA 4	- Precipitador eletrostático	27
FÍGURA 5	- Lavador ventury	27
FÍGURA 6	- Absorvedores e material de enchimento	29
FÍGURA 7	- Adsorvedores	30
FÍGURA 8	- Incinerador de chama direta	31
FÍGURA 9	- Incinerador catalítico	32
FÍGURA 10	- Relação entre concentração do poluente e o valor índice de qualidade	62
FÍGURA 11	- Evolução dos índices de qualidade do ar de 1982 a 1988	63
FÍGURA 12	- Fluxograma - fabricação de farinha de peixe	71
FÍGURA 13	- Fluxograma - fabricação de farinhas de carne/osso e de sangue de bovinos/suínos	73

FÍGURA 14	- Fluxograma - obtenção de sebo e fabricação de adubo (organo-mineral)	76
FÍGURA 15	- Fluxograma - fabricação de farinha de vísceras, penas e sangue de aves	79
FÍGURA 16	- Fluxograma de circulação das águas do condensador barométrico - processo convencional/modificado	96
FÍGURA 17	- Fluxograma de circulação da água do condensador barométrico processo proposto pela "Sambra"	98
FÍGURA 18	- Fluxograma de circulação da água do condensador barométrico - processo convencional utilizado pela Refinadora de Óleo Brasil	100

## ÍNDICES DE TABELAS

TABELA 1	- Padrões nacionais de qualidade do ar	42
TABELA 2	- Comparações entre os LPO's ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de algumas substâncias	44
TABELA 3	- Padrões para episódios críticos de poluição do ar - Estado de São Paulo	46
TABELA 4	- Estimativa de emissão para fontes de poluição do ar na RGSP - 1988	48
TABELA 5	- Contribuição relativa das fontes para os problemas de poluição do ar - 1988	49
TABELA 6	- Configuração da rede automática	57
TABELA 7	- Estrutura do índice de qualidade do ar	61
TABELA 8	- Limite de percepção de odor	82
TABELA 9	- Concentração de resíduos nos efluentes líquidos	83
TABELA 10	- Eficiência dos condensadores	85
TABELA 11	- Controle de poluição do ar	88
TABELA 12	- Controle de poluição das águas	89
TABELA 13	- Níveis de exigências (ar)	113
TABELA 14	- Exigências técnicas estabelecidas para os níveis 1, 2 e 3 pré-estabelecidos	114



TABELA 15 - Níveis de exigências (água)	118
TABELA 16 - Classificação e prazos dos planos de controle	121
TABELA 17 - Indústrias que produzem celulose no Estado de São Paulo	123
TABELA 18 - Cronograma de atividades	126
TABELA 19 - Concentrações e taxas de emissão para H <sub>2</sub> S	135
TABELA 20 - Concentrações e taxas de emissão para compostos de enxofre reduzidos (TRS na forma de SO <sub>2</sub> )	136

## R E S U M O

Inicialmente, define-se poluição do ar e alternativas para controle de emissões de odores. Em seguida, através da citação de alguns fatos históricos, acompanha-se a evolução dos problemas de poluição do ar, mostrando a interligação destes com a produção de alimentos e bens de consumo, indispensáveis à existência da humanidade. Apresenta-se também, a sistemática de controle, de poluição do ar, destacando a emissão de odores industriais adotada nas regiões mais industrializadas do mundo e, de modo particular, considerando o Estado brasileiro mais industrializado, ou seja o Estado de São Paulo. Finalmente, apresenta-se os procedimentos e técnicas de controle de emissões odoríferas, aplicadas a tipos específicos de processos produtivos, tendo em vista atender as necessidades das áreas de controle corretivo e preventivo de controle da poluição na CETESB.

## S U M M A R Y

Initially, air pollution and odour control procedures as well as other concepts are established. Following and taking into account some historical aspects, the air pollution problems are discussed cronologically showing the relationships with the human necessities. The way as air pollution is controlled and monitored is also presented for industrial developed countries and for the State of São paulo. In this State, the air pollution quality, and the avaluations which is done are commented. Finally, some odour control procedures are specifically studied for some industrial processes in order to give technical support for CETESB pollution control areas.



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo:

- 1º) Apresentar a sistemática de controle e de avaliação de poluição do ar adotada nos países mais industrializados bem como no Estado de São Paulo, destacando a poluição do ar sob a forma de emissões de odores.
- 2º) Identificar as principais fontes de emissões de odores industriais no Estado de São Paulo.
- 3º) Apresentar os resultados de avaliações e estudos realizados em algumas das fontes identificadas acima, tendo em vista fornecer subsídios para ações de controle específicas, quer no que se refere ao controle corretivo ou preventivo da poluição do ar.

## 1.2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS PRELIMINARES

De acordo com a Legislação Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB (1988) (1), define-se poluição do ar como sendo a liberação para a atmosfera de matéria ou energia em quantidades tais que possam causar danos a saúde ou incômodos à população, bem como danos aos materiais, à fauna ou à flora.

Ressalta-se, na definição, as palavras energia, quantidades e incômodos, Rancevas (1990) (3).

Com referência à palavra "energia", entende-se que não somente a matéria pode constituir-se em poluição, a energia também poderá assim se comportar na forma, por exemplo, de ruído, transmissão de vibração, radiações, etc.

Em se considerando a palavra "quantidade", entende-se que a simples liberação de matéria ou energia nem sempre se constituirá em poluição do ar, estando esta intimamente ligada à quantidade daquilo que se liberará para atmosfera, o que determina a necessidade do estabelecimento dos "padrões de qualidade do ar", que se constituem, portanto, nas quantidades ou concentrações máximas, a partir das quais a matéria ou energia causará danos à saúde ou incômodos à população ou danos aos materiais, à fauna ou a flora.

Finalmente, ao se considerar a palavra "incômodos", verifica-se que determinada quantidade de matéria ou energia, liberada para atmosfera, mesmo não causando danos à saúde da população, ainda assim poderá se constituir em poluição pelos incômodos que podem causar, como exemplo, cita-se a emissão de determinadas substâncias odoríferas em indústrias de produção de celulose ou de processamento de resíduos animais, que a princípio não causam males à saúde mas que são extremamente desagradáveis.

A percepção dos odores não pode ser precisamente descrita, porém alguns aspectos básicos do sentido do olfato humano

são conhecidos e serão descritos abaixo, DE MATOS (1977) (2).

Os receptores de odores, no homem, ficam localizados no epitelium olfatório na parte superior da cavidade nasal.

Os receptores mais internos são considerados ciliares e se projetam por toda camada mucosa e assim por toda a superfície interna do nariz. Os nervos olfativos transmitem impulsos para o bulbo olfativo localizado na parte frontal do cérebro. No bulbo, as fibras do nariz entram em contacto com outros nervos que se dirigem para outras partes diferentes do cérebro (Figura 1).

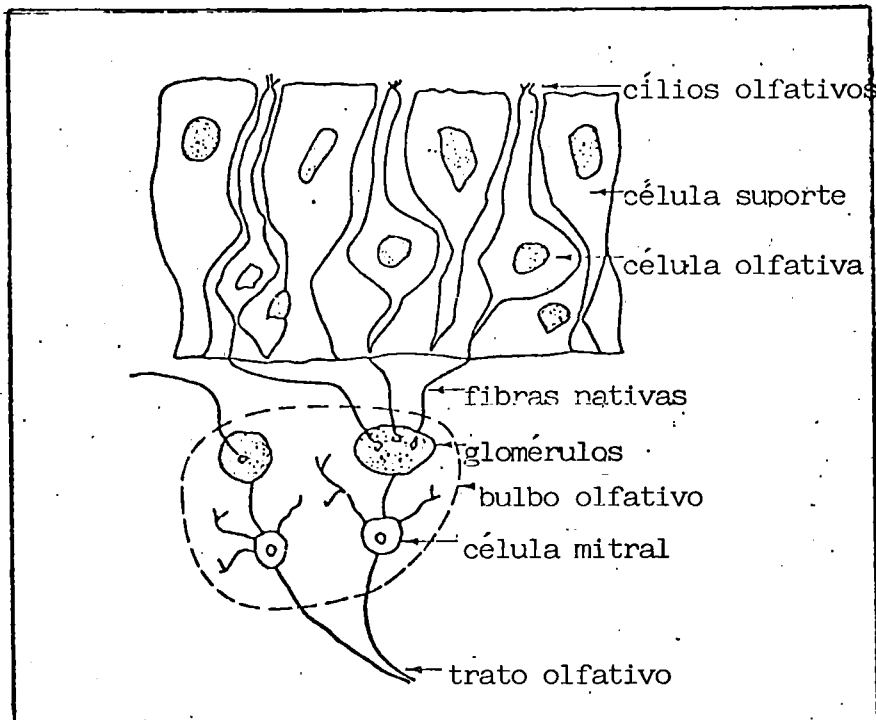
Existem fortes evidências que o início do processo de percepção do odor ocorre nas membranas ciliares.

A sequência repetitiva de ações e reações necessitam que o senso de odor tenha que ter certas propriedades físicas básicas. A substância que provoca o odor deve ter baixo ponto de ebulição para vaporizar nos órgãos sensitivos. Muitos pesquisadores tem sugerido que a conformação química de molécula da substância produz as diversas variedades de odores sentidos pelos homens.

De acordo com uma hipótese, diferentes filamentos ciliares possuem diferentes tipos de locais de recepção, cada um com dimensões e formas específicas. As moléculas de substâncias odoríferas diferentes podem então se fixarem num ou noutros destes locais dependendo das configurações desta moléculas.

A intensidade de um odor é convenientemente expressa em LPO, ou seja, a concentração limite na qual o mesmo é perceptível por metade dos indivíduos integrantes de um painel de odor.

A lei de Weber-Fecher estabelece que a intensidade da sensação é proporcional ao logarítimo do estímulo. Entretanto, atualmente os psicologistas acreditam que a sensa-



**FÍGURA 1.** - MEMBRANA OLFATIVA E ESTRUTURA SENSITIVA AO ODOR  
 FONTE: DE MATOS (1977) (2)

ção varia de acordo com a sensibilidade específica de cada indivíduo e não unicamente através de uma simples relação logarítmica.

O aumento do estímulo necessário para produzir um aumento da sensação (intensidade) não é uma quantidade absoluta, mas depende da proporção de aumento das barreiras impostas ao mesmo.

A extrapolação da psicofísica para a poluição do ar é relativamente simples: os poluentes são estímulos externos afetando os sentidos humanos.

Uma vez afetando os sentidos humanos, um aumento considerável nos estímulos (concentração) é necessário para um aumento correspondente na intensidade da sensação.

A sensação de odor, pode tornar-se rapidamente desgastada com respeito a qualquer material particular, portanto, podendo temporariamente aumentar o LPO relativo ao mesmo e às substâncias envolvidas, entretanto, a tendência a este desgaste varia de indivíduo para indivíduo. O prazer ou a aversão a um tipo particular de odor é também sujeito a variações individuais ou de grupos.

Um odor que, a princípio, é considerado agradável pode se tornar intolerável após uma longa exposição ao mesmo.

Entende-se por alternativas de controle para emissões de odores industriais a todo e qualquer procedimento, alteração de operações ou processos produtivos, bem como a qualquer instalação de equipamentos que possuem, dentro das indústrias, a finalidade de diminuir a emissão de substâncias odoríferas para atmosfera, de forma que as mesmas possam atingir o meio ambiente, após dispersão, em concentrações inferiores ao LPO, de modo a não serem percebidas pelos receptores específicos considerados.

De acordo com o que se convencionou adotar em poluição do ar, as indústrias pertencem a categoria denominada "Fon-

tes Fixas". Estas se referem às emissões atmosféricas em locais ou equipamentos cuja a posição não muda com o tempo, como exemplo, cita-se os fornos e caldeiras industriais, os digestores de madeira ou resíduo animal, os in cineradores municipais ou não, etc.

Por outro lado, tem-se também as "Fontes Móveis", cujas posições variam ou podem variar com o tempo. Como exemplo, citam-se os processos de combustão que se realizam em motores de explosão interna de automóveis, ônibus, caminhões, navios, etc. que normalmente, utilizam gasolina, o óleo diesel ou, citando o exemplo brasileiro, o álcool co mo combustível. A queima de combustível nunca pode ser sempre totalmente completa, originando a emissão de poluentes atmosféricos. Dentre estes alguns hidrocarbonetos de odor característico. Frequentemente, o problema de emissão de odores tem sido associado com emissões de fuma ça provenientes de ônibus e caminhões (queima de óleo die sel). As fontes móveis não são objeto deste trabalho.

### 1.3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 1

- (1) CETESB (1988) Legislação Ambiental do Estado de São Paulo - Publicação CETESB
- (2) DE MATOS, O. M. S. (1977) Odour and its measurement: Project submitted as part of the requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Pollution Control at the University of Leeds
- (3) RANCEVAS, S. (1990) Riscos Ambientais Decorrentes da Utilização de Energias Alternativas: Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Saúde Pública da USP, para obtenção do título de "Mestre em Saúde Pública".



2. O CONTROLE DE ODORES INDUSTRIAIS EM RELAÇÃO AO CONTROLE GERAL  
DA POLUIÇÃO DO AR

## 2.1. ALGUNS FATOS HISTÓRICOS

De acordo com alguns especialistas em poluição do ar , Stern (1984) (14), os problemas, a esta relacionados , são tão antigos quanto às primeiras civilizações, que eram nômades porque necessitavam, periodicamente, se afastar dos terríveis odores dos dejetos, que as mesmas geravam. Portanto os primeiros problemas estiveram relacionados com a emissão de odores. Entretanto, as maiores manifestações de poluição, atualmente presentes nas grandes aglomerações urbanas, tem origem muitos anos após, ou seja, com o aprendizado da utilização do fogo, a partir do que os primeiros combustíveis poderam ser queimados.

Os primeiros combustíveis queimados foram de natureza vegetal: folhas e lenha secas. Sendo estas de natureza sólida, a perfeita mistura com o ar de combustão é difícil de ser realizada, exigindo técnicas específicas para que se tenha uma melhor queima, cujo os conhecimentos não eram então dominados, determinando ao longo da história os conhecidos problemas de poluição do ar associados, tal como os que se configuraram em 1157, no Castelo de Tutbury em Nottingham, ocasião em que a terrível emissão de fumaça , originada por queima de lenha, obrigou Eleanor de Aquitaine, esposa do então Rei Henry II da Inglaterra, a abandonar o referido castelo, Stern (1984).

De acordo com Hoover (1912) (9 ), que reeditou em inglês o livro "De Remetallica de Georg Bauer (também conhecido por Georgius Agricola); bem antes de 4000 A.C., além da preservação de alimentos, o ouro e o cobre eram forjados, bem como a argila era manipulada e cozida para produzir potes e tijolos.

Evidentemente, as atividades produtivas mencionadas necessitam de calor, o que era conseguido, inicialmente, da lenha e depois do carvão vegetal, que é obtido através da primeira por um processo denominado de pirólise. Esta, basicamente, é uma queima feita propositalmente de modo incompleta, tendo em vista obter um material sólido (car-

vão vegetal) livre de materiais voláteis e com um teor maior de carbono, conferindo-lhe, portanto, um maior poder calorífico.

A pirólise gera um gás, monóxido de carbono e os materiais voláteis liberados, que possui certo poder calorífico suficiente ainda para aproveitá-la como combustível, o que, no entanto, não era realizado naqueles tempos remotos.

O carvão vegetal participou também dos primórdios da metalurgia, principalmente da produção do ferro, sendo substituído, no transcorrer dos tempos, pelo coque, que é um produto também obtido por pirólise, mas só que pirólise do carvão mineral e não da lenha.

O carvão mineral, embora obtido em jazidas antes do ano 1000 desta era, somente tem sua utilização acentuada no transcorrer da revolução industrial, que surge ao se iniciar o século XVIII.

A revolução industrial marca o início do aproveitamento da força eletromotriz, obtida da utilização do vapor à alta pressão, no acionamento de bombas e dos equipamentos em geral utilizados nas atividades produtivas. Isto se tornou possível graças ao aperfeiçoamento do ciclo termodinâmico do vapor e, conseqüentemente, da inversão da máquina a vapor pelos cientistas Savery, Papin e Newcomen.

Para se produzir o vapor de acionamento, necessitava-se de calor e este começou mais e mais, ao longo dos tempos, a ser produzido a partir da queima do carvão mineral. Sendo este um combustível sólido, portanto, de difícil mistura com o ar de combustão e, conseqüentemente, com fortes tendências de ser queimado de modo incompleto; tem-se daí derivado os problemas de emissão de poluentes atmosféricos, de modo particular, de material particulado constituído de fuligem (partículas de carbono não queimado), bem como de cinzas, que é o material inerte sempre presente na composição dos diversos tipos de carvões minerais.

Com o advento da alimentação mecânica, que propicia um melhor controle da queima, pode-se conseguir reduções nas emissões de material particulado. Por outro lado, como os diversos tipos de carvões podem apresentar grandes porcentagens de enxofre na sua composição, sendo este elemento oxidado durante a queima, tem-se a emissão, também, dos óxidos de enxofre, de modo particular o dióxido, o que torna, sob o aspecto de poluição do ar, desvantajosa a queima de carvão mineral em relação aos combustíveis antecedentes, lenha e carvão vegetal, já que estes, praticamente, não apresentam enxofre nas suas composições.

Com o crescente desenvolvimento industrial, aumentavam as necessidades de calor e de vapor e com este o aumento do número de fornos e caldeiras à carvão mineral e, portanto, das fontes de poluição do ar, exigindo-se; nos países que mais se industrializavam, como a Inglaterra; ações específicas de controle, Beaver (1955) (2).

Alguma melhora na qualidade do ar dos citados países começa a surgir com a chegada da eletricidade nas indústrias, no início deste século.

A força eletromotriz passou então, a ser obtida diretamente da eletricidade, diminuindo-se, então, o número de fontes de poluição do ar dentro das indústrias, porém transferindo-as e centralizando-as nas usinas termoelétricas.

As usinas termoelétricas produzem a energia elétrica através de turbinas, que eram e são acionadas por vapor a alta pressão, necessitando-se ainda da queima de carvão mineral para produzi-lo.

Vê-se portanto que a diminuição da poluição do ar alcançada se restringe às indústrias e seus arredores. O que houve realmente foi uma centralização das fontes de poluição, o que propicia, de certa forma, um controle conjunto mais eficaz.

O advento da eletricidade trouxe também, levando-se em conta os aspectos de poluição do ar, algumas vantagens para o setor de transportes, pode-se contar então com os bondes e locomotivas elétricas, que até então também eram acionadas a vapor produzido pela queima de carvão mineral.

Se por um lado a eletrificação começou a trazer algum benefício, a partir do início deste século, nesta mesma época começam a surgir os veículos automotores graças a invenção dos motores de combustão interna. E o número de veículos cresceu rapidamente, de modo particular nos Estados Unidos da América do Norte e nos demais países mais industrializados. O que veio contribuir enormemente para os problemas de poluição do ar, que atualmente se verificam nos grandes aglomerados urbanos, como a nossa Região da Grande São Paulo.

Os veículos auto-motores são acionados na sua grande maioria pela queima da gasolina no interior dos cilindros dos motores de explosão interna. Esta queima também nunca pode ser completa, originando-se a emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos que podem provocar alguns odores, por outro lado, como alçam-se altas temperaturas no interior dos cilindros, tem-se também, a emissão dos óxidos de nitrogênio.

A gasolina é obtida do refino do petróleo. Pode-se obter a partir do petróleo outros combustíveis como o óleo diesel e o óleo combustível. O primeiro, após a invenção dos motores denominados do ciclo Otto, pode ser aproveitado na locomoção, constituindo-se atualmente, no principal combustível do transporte pesado (caminhões de carga), bem como de ônibus e locomotivas. O segundo, é aproveitado como combustível industrial em substituição a equipamentos que, no passado, utilizavam carvão mineral. Tal substituição é vantajosa no que se refere a emissão de material particulado, podendo ser ou não, dependendo das porcentagens de enxofre envolvidas, vantajosa no que se refere a emissão de dióxido de enxofre. O óleo diesel, em relação à gasolina, emite mais fumaça e mais dióxido de

enxofre, pois o mesmo possui certa porcentagem de enxofre na sua composição, sendo esta desprezível na gasolina.

Além dos combustíveis citados acima, quando da retirada do petróleo das suas jazidas pode-se produzir um gás de alto poder calorífico, constituído basicamente de metano ( $\text{CH}_4$ ), denominado gás natural, que uma vez convenientemente armazenado pode ser utilizado como combustível industrial, doméstico ou de veículos alto-motores. Sua utilização, em se considerando os problemas de poluição do ar, é vantajosa, pois trata-se de um gás, que se mistura facilmente com o ar de combustão, emitindo material particulado em quantidades desprezíveis. O teor de enxofre no mesmo também é insignificante. Em assim sendo, nos países mais industrializados, o gás natural veio a substituir o carvão mineral e o óleo combustível com vantagens, principalmente, no que se refere às necessidades de aquecimento residencial e comercial.

Outros tipos de gases podem ser produzidos, oferecendo as mesmas vantagens do gás natural, entre estes o GLP, basicamente constituído de uma mistura de propano e butano; o gás de rua, produzido à partir da nafta do petróleo; e os gases de gaseificadores de lenha, carvão vegetal ou carvão mineral.

A gaseificação corresponde a uma combustão incompleta do insumo energético considerado. Pode-se obter gases com vários valores de poder calorífico. Os maiores valores são alcançados desde que a gaseificação seja realizada utilizando-se vapor e que haja na planta uma unidade de enriquecimento do gás (metanação).

Na gaseificação de carvão mineral, produz-se sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que se emitido para atmosfera pode causar odores desagradáveis.

Do acima exposto, verifica-se que não obstante o uso da eletricidade bem como também da possibilidade de obtenção de combustíveis considerados limpos, sob o ponto de vista

de poluição do ar; o desenvolvimento industrial e de modo geral das sociedades foi tão grande, que propiciou o desenrolar dos chamados episódios críticos de poluição do ar. Entre estes merecem destaque, o episódio do vale do Meuse, na Belgica em 1930; de Donora, na Pennsylvania em 1948; de Poza Rica no México em 1950; bem como o de Londres em 1952.

Todos os citados episódios caracterizaram por se ter emissões consideráveis de poluentes, em áreas com grandes números de fontes de poluição do ar (áreas industriais), combinadas com condições meteorológicas adversas à dispersão dos poluentes, atingindo tais concentrações valores elevadíssimos a ponto de causar danos às populações envolvidas, verificando-se casos de internações hospitalares por doenças respiratórias e mesmo alguns óbitos, Stern (1984) (14). Tais episódios, embora drasticos, serviram de alerta para que efetivas ações de controle fossem diretamente dirigidas às fontes de poluição, ações estas a serem abordadas no item subsequente deste trabalho.

Considerando agora o nosso país, verifica-se que a primeira grande vantagem aqui observada em relação aos países do hemisfério norte, referido acima, é que é um país tropical, onde as necessidades de aquecimento residencial, comercial e, de modo geral, para conforto térmico são desprezíveis, eliminando a necessidade de queima de combustível para esta finalidade e conseqüente a emissão de poluentes atmosféricos.

Levando-se em conta apenas os aspectos referentes a poluição do ar, tem-se uma segunda grande vantagem de que a grande maioria das usinas geradoras de energia elétrica utilizam a energia hidráulica, que não produz poluentes atmosféricos.

O desenvolvimento industrial brasileiro começou a ser acelerado coincidentemente com o avanço das técnicas de refino do petróleo. As necessidades de combustíveis vêm sendo atendidas pelos derivados de petróleo, particular-

mente pelo óleo combustível.

De certa forma, a citada utilização de óleo combustível também pode ser encarada como uma vantagem, pois para a mesma finalidade poderia ser utilizado o carvão mineral, cuja a queima emite mais material particulado.

Felizmente, sob o aspecto de poluição do ar, tudo indica que as nossas reservas de carvão mineral são pequenas. O que atualmente é minerado, se restringe a algumas pequenas jazidas situadas ao sul do país, que produzem um carvão de má qualidade, com elevados teores de cinzas e enxofre.

Devido ao aumento da produção do petróleo nacional, graças às descobertas realizadas na Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, tem-se conseguido armazenar grandes quantidades de gás natural para uso industrial ou mesmo em transporte. Isto trará, sem dúvida, enormes vantagens principalmente para a Região Sudeste do País e, de modo particular, para a Região da Grande São Paulo, onde o produto poderá substituir com vantagens o óleo combustível, utilizado nas indústrias, como também o óleo diesel dos ônibus e caminhões.

Uma vez que voltamos a considerar as fontes móveis, frisa-se que, neste particular, o Brasil desenvolveu um plano realmente autêntico, independente de experiências acumuladas no exterior, que se denomina "Plano Nacional do Alcool", a partir do qual introduziu-se o automóvel movido a alcool, atualmente, já bem familiar entre nós.

Independente de outros comprometimentos ambientais, principalmente relacionados com a produção da cana de açúcar, que é o produto a partir do qual se obtém o alcool, a queima do alcool em motores de explosão interna, sob o aspecto de poluição do ar, é vantajosa relativamente à utilização da gasolina, particularmente com referência às emissões de monóxido de carbono, embora haja a emissão de outros compostos, os aldeídos, cujos efeitos à população

ainda merecem ser melhores estudados.

O álcool tem sido utilizado também com sucesso em mistura com a gasolina, substituindo o chumbo tetra-etila como antidetonante. Lembra-se que a emissão de chumbo, nos gases de escapamento, é prejudicial à população e ao meio ambiente.

Apesar das vantagens relativas descritas acima, a falta de planejamento, baseada numa política de ocupação e uso do solo adequada, conduziu para que, aqui no Brasil, ocorresse um desenvolvimento industrial muito concentrado na região sudeste, particularmente na Região da Grande São Paulo, o que fez com que os mesmos problemas de poluição do ar, verificados nos países mais industrializados, também ocorrem nesta região, justificando ações de controle, que serão discutidas mais adiante.

Do acima exposto, conclue-se que a poluição do ar, incluindo nesta a emissão de odores, esta intimamente ligada às necessidades da humanidade, traduzidas na produção de bens de consumo, de alimentos, nos transportes, habitações, conforto, etc., que necessitam de energia para serem conseguidas. Ao longo da história, a disponibilidade das diversas modalidades desta tem variado, de acordo com as descobertas realizadas, fruto da evolução das ciências e da tecnologia. Espera-se que estas continuem evoluindo para que se disponha de energia, cuja a exploração e o uso determinem a ausência ou, pelo menos, a minimização dos problemas de poluição do ar, e ambientais em geral, já que, modernamente, estes assuntos não podem ser estudados separadamente.

A energia solar direta é a mais abundante na natureza, mas sua concentração e armazenamento são muito difíceis, exigindo ainda o desenvolvimento de técnicas específicas para esta finalidade, cuja a existência tornaria viável a sua utilização sem nenhum comprometimento ambiental.

A utilização da energia nuclear, a princípio, não traria nenhum problema de poluição do ar, porém outros comprometimentos ambientais, relacionados com a obtenção do material radioativo bem como a segurança dos reatores nucleares, fazem com que tal utilização seja ainda alvo de maiores reflexões.

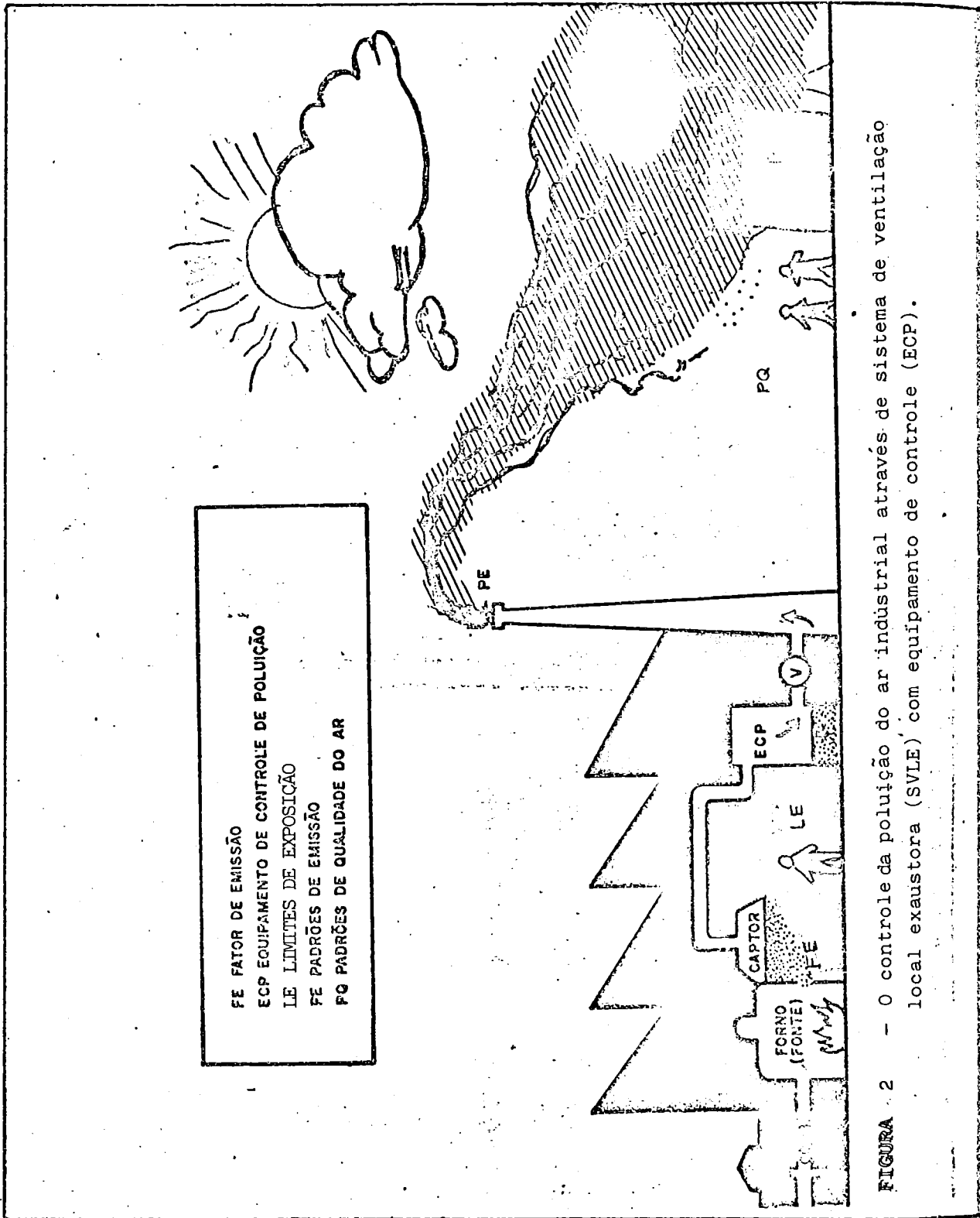
## 2.2. O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR NOS PAÍSES MAIS INDUSTRIALIZADOS

Um sistema de ventilação local exaustora (SVLE), como no exemplo da Figura 2, tem a finalidade de impedir que os odores ou outros poluentes emitidos por determinada fonte se dispersem no ambiente de trabalho, o que poderia causar danos à saúde dos trabalhadores se em concentrações acima dos limites de exposição, Assumpção (1989) (1).

O SVLE, basicamente, é constituído por um ou mais capttores, sistemas de dutos e um exaustor, que fornece a pressão negativa necessária para aspiração dos poluentes e do gás carreador (efluente gasoso). Para controlar a poluição do ar que atingiria o meio ambiente externo à indústria, o mesmo SVLE poderá conter também um equipamento de controle de poluentes (ECP) e uma chaminé com altura adequada para a melhor dispersão do residual emitido. No interior de um ECP, a mistura gás carreador e poluentes é submetida à ações físicas ou químicas, dependendo do tipo de ECP e dos poluentes considerados, tendo em vista retirar partes dos mesmos, antes da emissão através da chaminé.

A relação entre a massa de poluente coletada pelo ECP e aquela que entra no mesmo, é denominada eficiência de coleta, que também pode ser expressa em porcentagens, quando multiplicada por cem. A eficiência deve ser suficiente para que as concentrações residuais, ao nível das populações existentes ao redor da indústria, atinjam valores inferiores às concentrações estipuladas como padrões de qualidade do ar ou inferiores aos limites de percepção de odores (LPO), conforme conceituados no item 1.2.

O conjunto SVLE e ECP devem controlar a poluição do ar, externo à indústria, ao mesmo tempo em que impedem danos à saúde dos trabalhadores dentro da indústria.



FE FATOR DE EMISSÃO  
ECP EQUIPAMENTO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO  
LE LIMITES DE EXPOSIÇÃO  
FE PADRÕES DE EMISSÃO  
PQ PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

FIGURA 2 - O controle da poluição do ar industrial através de sistema de ventilação local exaustora (SVLE) com equipamento de controle (ECP).

No controle de poluição do ar, é de fundamental importância a determinação dos padrões de qualidade do ar e dos LPO's para cada tipo de poluente, o que pode ser feito a partir de estudos toxicológicos e epidemiológicos, EPA (1981) (8), levando-se em conta os possíveis danos à saúde ou incômodos às populações envolvidas. Os padrões de qualidade do ar desempenham, no meio ambiente, o mesmo papel dos limites de exposição no ambiente de trabalho. Evidentemente, os padrões de qualidade são mais rígidos, ao se considerar o mesmo poluente, pois referem-se a uma exposição de 24 horas diárias e não apenas à jornada de trabalho e, por outro lado, na população exposta no meio ambiente, estão presentes todos os elementos de uma população geral e não somente um grupo de pessoas, em idade de atuação profissional e em condições de saúde ao menos compatível com o trabalho.

A sistemática de controle da poluição do ar, em fase adiantada de aplicação, fundamenta-se no que se denomina Padrões de Emissão (PE). São concentrações máximas permitidas na saída da chaminé, para o poluente que se deseja controlar na região de interesse. Tais padrões são números presentes na legislação ambiental existente, sendo determinados para cada tipo particular de fonte de poluição do ar, levando-se em conta os Padrões de Qualidade do Ar (PQ) ou os LPO's, no caso de odores.

Os PE's não podem ser confundidos com os Fatores de Emissão (FE), que se referem à quantidade total do poluente emitido por determinada fonte de poluição do ar. Os FE não levam em conta a instalação de nenhuma espécie de ECP's ou quaisquer outras alternativas de controle eventualmente existentes, podendo ser determinados a partir da coleta e, posterior, análise de uma amostra do efluente gasoso, que é aspirado através do SVLE. Por outro lado, os PE's referem-se às concentrações legalmente permitidas, o que, normalmente são alcançadas através da instalação de ECP's.

Os PE's são de difícil projeto, requerendo-se o levanta-

mento prévio do inventário de fontes do local, bem como do desenvolvimento e da aplicação de modelos de dispersão ou modelos de receptores específicos. Através do inventário de fontes, consegue-se estimar a contribuição de cada tipo de fonte na emissão do poluente considerado. Com os modelos de dispersão ou dos receptores, leva-se em conta a topografia e as condições meteorológicas do local para a simulação prévia da propagação da pluma da chaminé com o fornecimento das variações de concentrações do poluente ao nível do solo. A partir destes, com o padrão de qualidade ou os LPO's de um lado e, de outro as contribuições de cada fonte existente ou a serem instaladas no local, consegue-se chegar às concentrações máximas permitidas na saída da chaminé, constituindo-se esta, portanto, no PE's pretendidos.

De um modo geral, os países mais industrializados que primeiro implantaram o controle da poluição do ar, o fizeram quase em situação de emergência. Não se pôde determinar primeiro os PE's para depois exigir-se os controles das fontes. A sistemática adotada para o controle corretivo das fontes existentes se baseou na grande importância dada ao "agente fiscal credenciado" pelo órgão ambiental competente, e às reclamações das populações afetadas. Realizando-se ao longo dos tempos um extenso trabalho de conscientização destas populações em relação aos problemas de poluição do ar. O número de reclamações existentes ou o parecer de um agente credenciado poderia ser suficiente para que determinadas fontes de poluição do ar fossem autuadas pelo órgão ambiental. Os controles exigidos eram baseados na "melhor tecnologia prática disponível" (MTPD), ou seja, nos ECP's que poderiam controlar as fontes com as maiores eficiências, uma vez que não existiam os PE's.

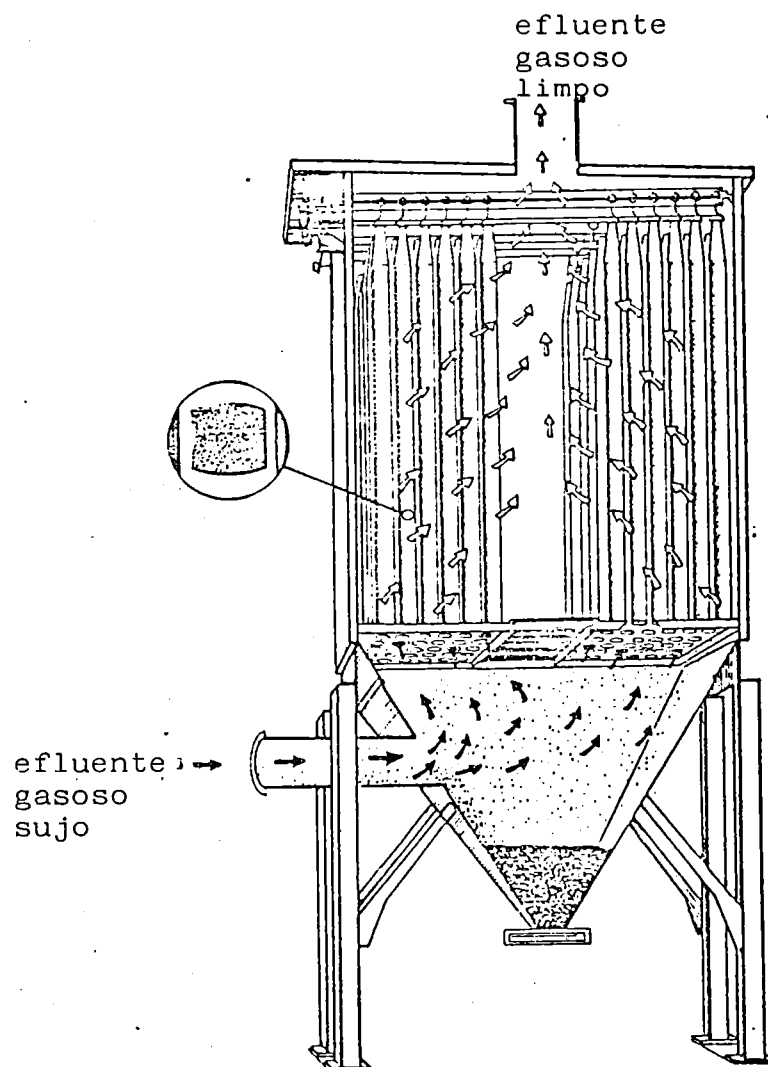
Para o controle de material particulado, desde que devidamente projetados e adequadamente instalados nos SVLE's, podem corresponder a MTPD os seguintes ECP's: filtros de tecidos, precipitadores eletrostáticos e os lavadores Ventury.

Nos filtros de tecidos, Figura 3 , o efluente gasoso é obrigado a ultrapassar um tecido, cujos filamentos são trançados ou feltrados, o que confere ao tecido a porosidade desejada. As partículas, mesmo as bem pequenas (diâmetros até  $0,1 \mu$ ), podem ficar retidas, filtrando desta forma o efluente gasoso. A própria camada de partículas aderidas, com o uso contínuo do ECP, contribue para a coleta e o aumento da eficiência do equipamento, Danielson (1973) (7), EPA (1981) (8) e Stern (1974) (13).

Os precipitadores eletrostáticos, Figura 4 , tem a finalidade de carregar eletrostaticamente as partículas presentes no efluente gasoso. O sinal da carga implantada poderá ser positivo ou negativo, dependendo do sinal das cargas das placas coletoras, através das quais o efluente gasoso deve passar. Os sinais das cargas das partículas e das placas devem ser contrários para que haja efetivamente uma atração eletrostática das partículas para as placas, ocorrendo assim a retirada das partículas do efluente gasoso. As eficiências que se atingem são elevadas mesmo para as partículas bem pequenas ( $0,1\mu$ ), Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

Nos lavadores Ventury, Figura 5 , o efluente gasoso ao percorrer o interior do sistema de dutos, é forçado a ultrapassar um estrangulamento brusco, aumentando sua velocidade. Neste estrangulamento é injetado uma certa quantidade de água, cujo impacto com o efluente gasoso a alta velocidade produz gotículas (spray pneumático). Estas impactam as partículas como também auxiliam uma coleta destas de modo mais eficiente em um coletor centrífugo, sempre presente após o Ventury propriamente dito, Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

Para o controle de gases, vapores e odores, desde que devidamente projetados e adequadamente instalados nos SVLE's, podem corresponder à MTPD os seguintes ECP's: torres de absorção, torres de adsorção, incineradores e condensadores.



FÍGURA 3 - Filtro de tecidos, EPA (1981)(8).

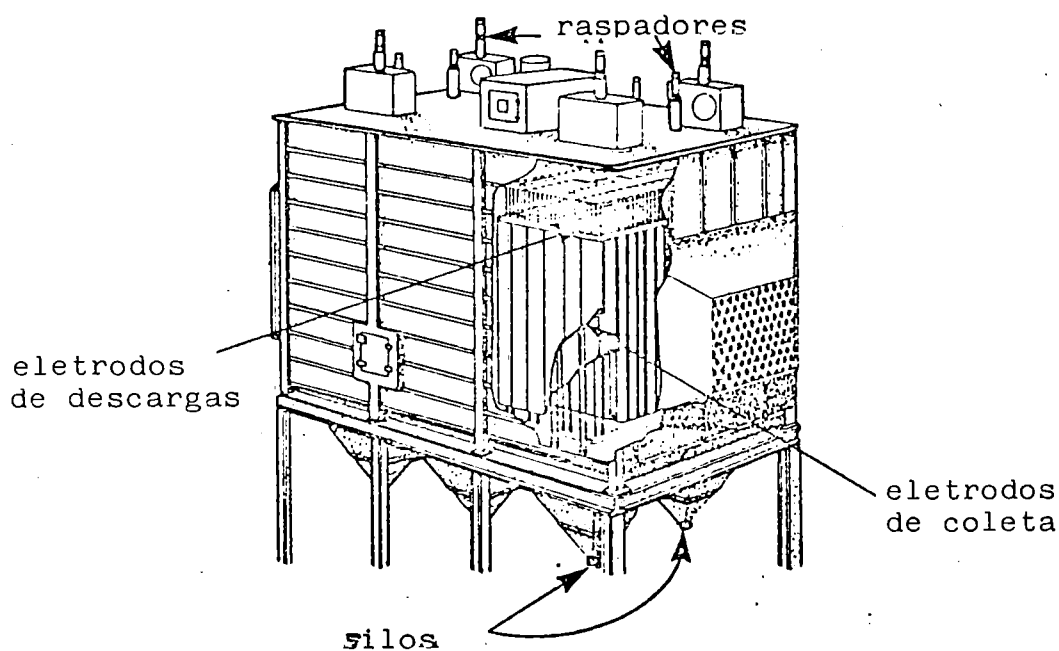


FIGURA 4 : Precipitador eletrostático, EPA(1981)(8 )

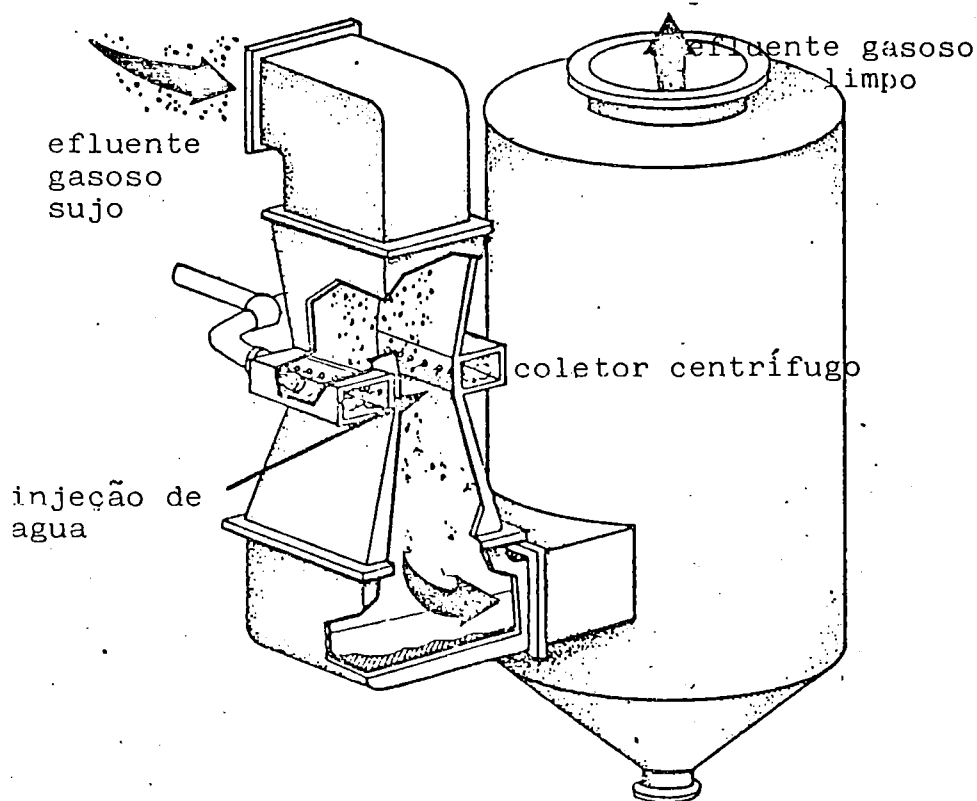


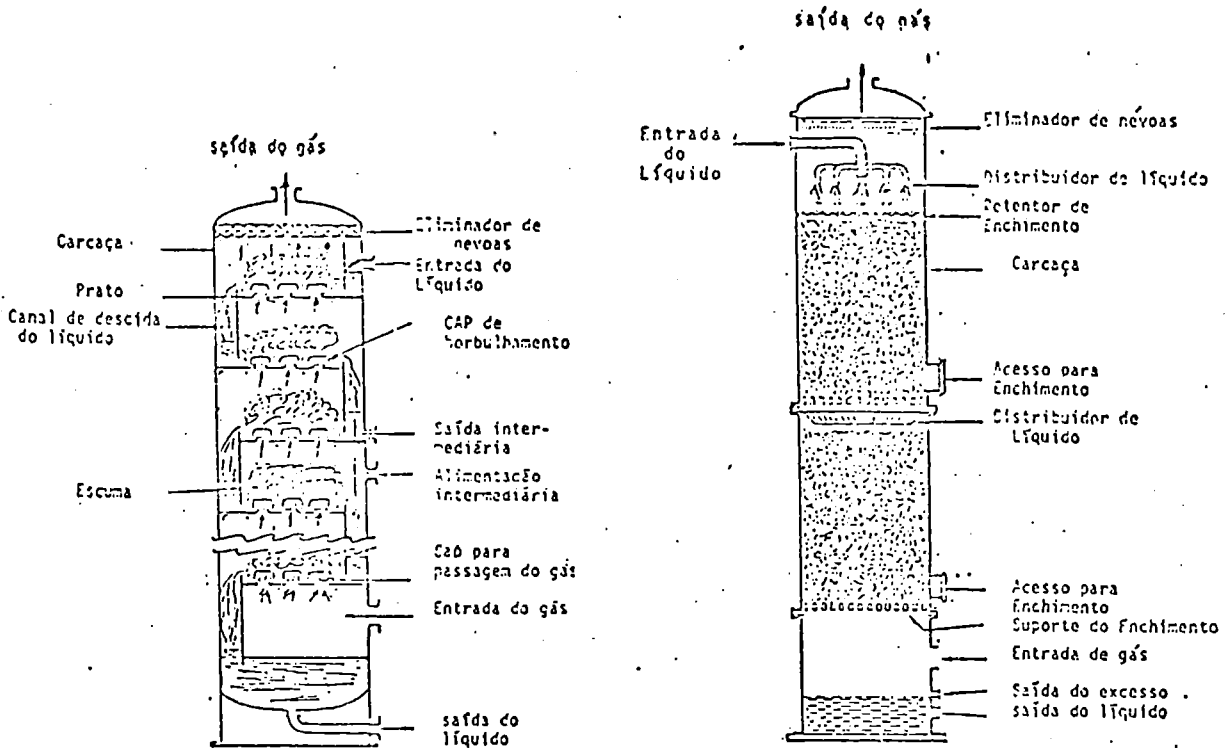
FIGURA 5 ; Lavador ventury, EPA(1981)(8 ).

No caso das torres de absorção, Figura 6 , os gases ou vapores poluentes são retirados do efluente gasoso através da difusão, que corresponde a um processo de transporte de massa através do estabelecimento de um gradiente de concentração. Para tanto, necessita-se introduzir no efluente gasoso uma solução absorvente, normalmente água ou qualquer outra substância na qual o poluente é bastante solúvel ou que pode reagir com o poluente (absorção com reação química). A absorção é tão mais eficiente quanto maior a mistura e o contacto entre o poluente e a solução absorvente. Para que se tenha um maior contacto, usam-se colunas com material de enchimento (anéis de Raschig , anéis de Pall, selas de cerâmica ou de porcelana, etc) , Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

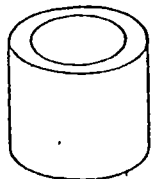
Nas torres de adsorção, Figura 7 , tem-se também um processo de difusão, sendo no entanto, um transporte do poluente para a superfície de um material sólido (adsorvente) onde o mesmo fica retido através da predominância de ações físicas. Neste caso, necessita-se também de boa mistura e grande contacto, conseguido através da granulometria e porosidade adequada do adsorvente. Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

Nos incineradores, Figura 8 , a eliminação do poluente é executada através da oxidação. No caso do poluente ser combustível, pode-se queimá-lo diretamente (pós-queimador) sem a necessidade de combustível auxiliar. Quando este é necessário, tem-se a incineração propriamente dita, que também pode ser processada através de catalizadores (incineradores catalíticos, Figura 9. Neste a oxidação se processa na superfície de materiais sólidos e gasosos (normalmente platina) restringindo a necessidade de combustível auxiliar, Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

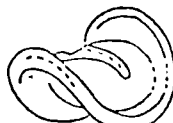
Quanto aos condensadores, sua presença isolada de um modo geral, não caracteriza a adoção da MTPD, pois seu emprego se restringe a um pré-condicionador com a finalidade de remover algumas substâncias presentes no efluente gasoso,



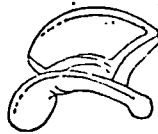
ABSORVEDORES DE ENCHIMENTO E DE PRATOS



ANÉIS DE RASCHIG



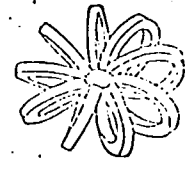
SELA DE BERL



SELA DE INTALOX



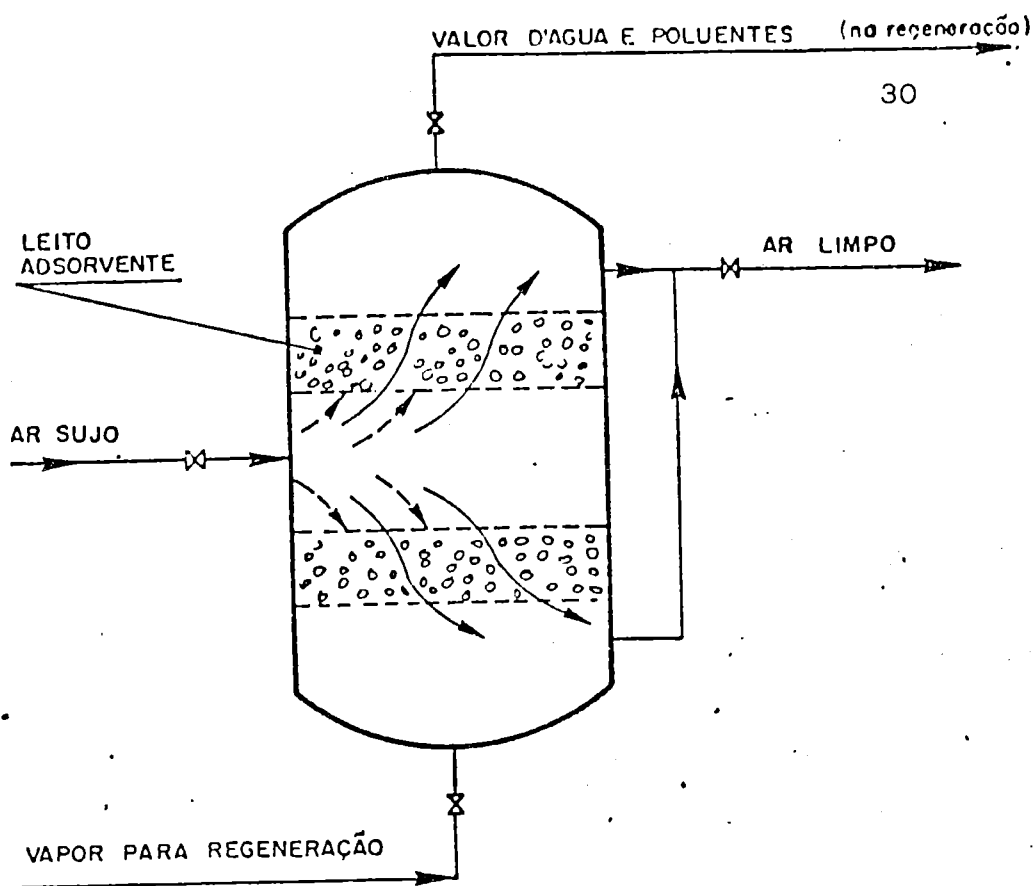
ANÉIS DE PALL



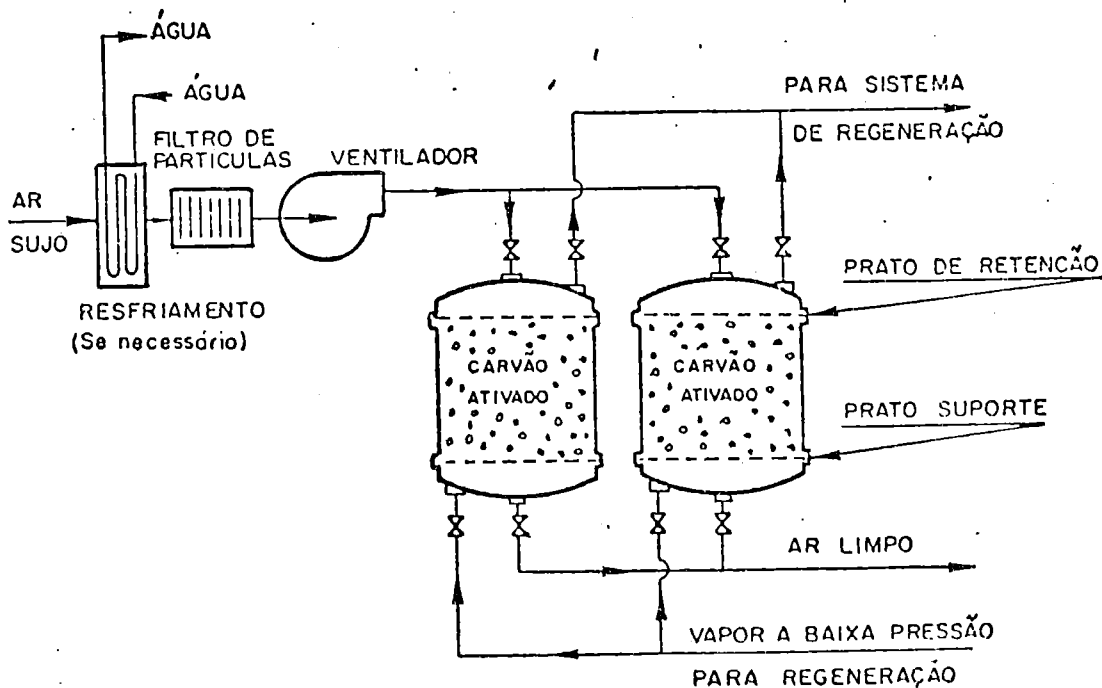
TELLEPAC

MATERIAL DE ENCHIMENTO

FIGURA 6 : ABSORVEDORES E MATERIAL DE ENCHIMENTO



- Adsorvedor de Leitos Múltiplos



- Adsorvedor de Leito Simples

FIGURA 7 : Adsorvedores, CETESB (1986)(3).

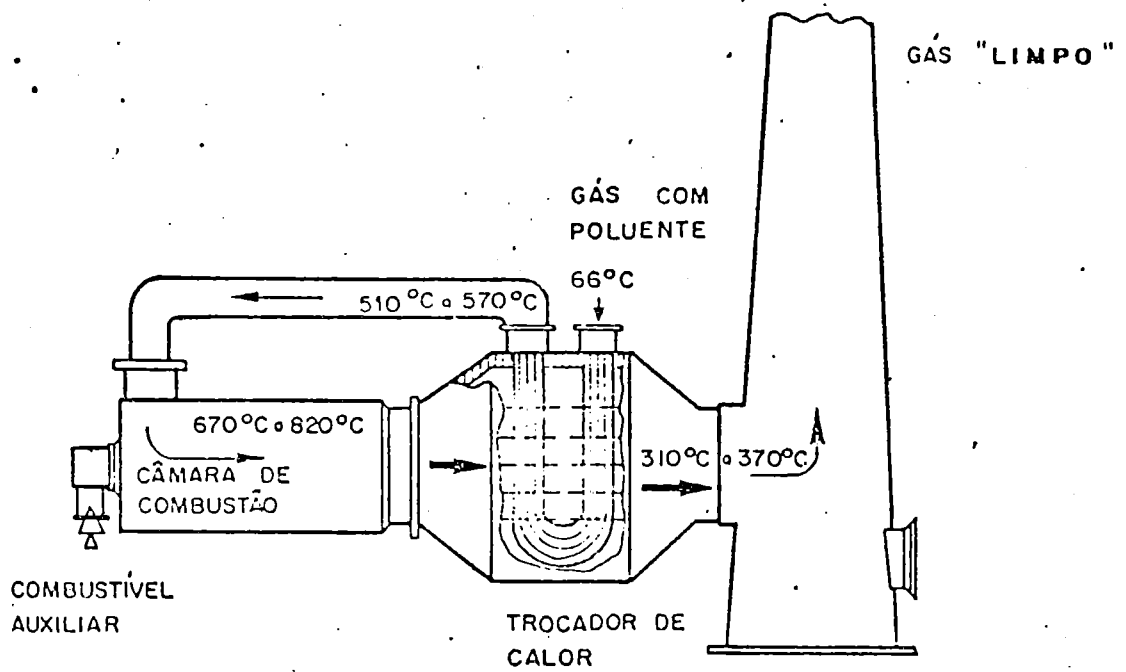


FIGURA 8 : INCINERADOR DE CHAMA DIRETA, CETESB (1986) (3)

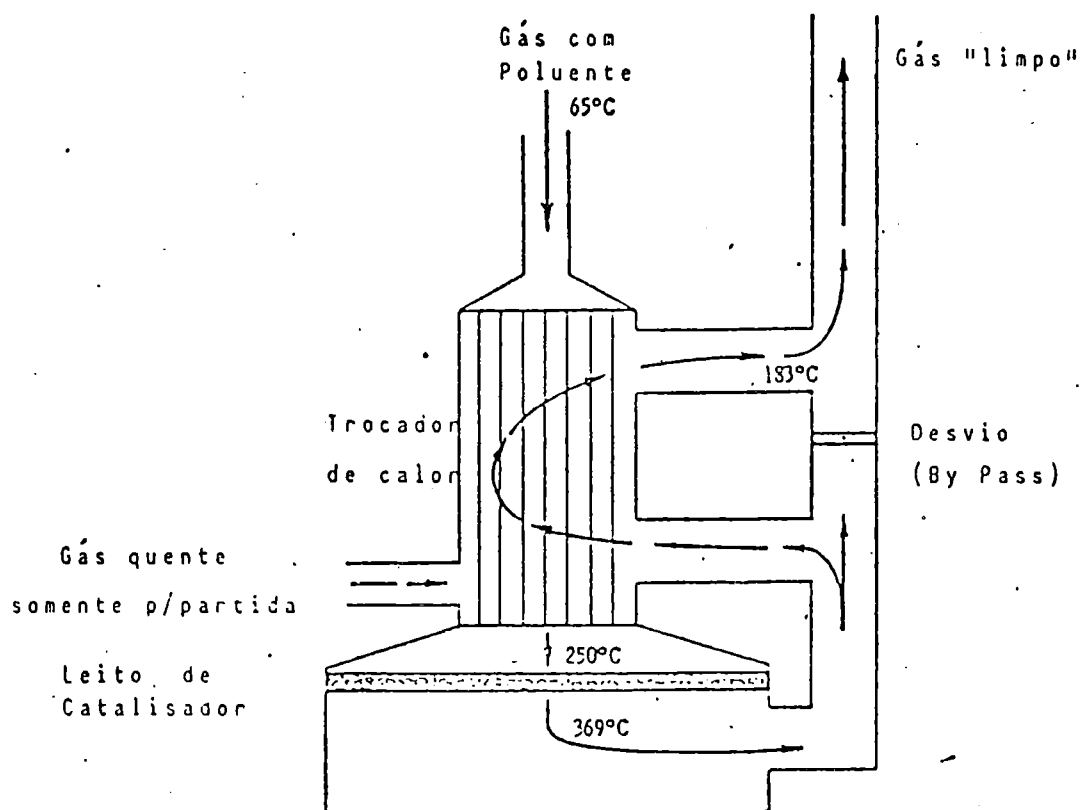


FIGURA 9 Incinerador catalítico com recuperador de calor (Rhone-Poulenc), para anidrido ftálico. CETESB (1986)(3).

por resfriamento através de trocador de calor, até o ponto de liquefação dos vapores diminuindo o volume deste e facilitando o seu controle em outro equipamento, por exemplo um incinerador, que assim poderia possuir dimensões menores do que aquelas que deveria ter se o volume a controlar fosse o total emitido pela fonte. Danielson (1973) (7), Stern (1974) (13) e EPA (1981) (8).

A medida que os países determinam os seus padrões de emissão (PE's), o critério baseado na MTPD pode ser abandonado. O que para algumas regiões significa a adoção de controles com menores investimentos, pois a tecnologia de controle é tão mais cara quanto maior forem as eficiências exigidas. Assim, se determinada região não se encontra saturada pela presença de determinadas fontes de poluição, nem o seu crescimento industrial previsto antecipe tal possibilidade, pode-se ter PE's menos rígidos e abaixo do que dita a MTPD.

Além do controle corretivo, adotou-se também o controle preventivo, que se refere basicamente às novas fontes de poluição do ar a serem introduzidas em determinada região através de Licenças de Instalações e de Funcionamentos. Sistemáticamente, tais Licenças devem ser solicitadas aos Órgãos Ambientais correspondentes, dependendo da região e do plano de zoneamento urbano considerados, podem ser concedidas ou não e muitas vezes concedidas conjuntamente com exigências técnicas de instalação de ECP's dentro do critério da MTPD ou do critério dos PE's, se a região encontra-se em fase adiantada do exercício do controle da poluição do ar.

Ao lado das ações de controle, corretivas ou preventivas, diretamente dirigidas às fontes de poluição do ar, os países tem adotado o monitoramento das emissões nas chaminés e o monitoramento da qualidade do ar. Devido aos grandes avanços alcançados na engenharia da instrumentação e do controle bem como na área de computação, os resultados alcançados tem sido surpreendentes.

O monitoramento das emissões nas chaminés, permite a obtenção das quantidades (concentrações) dos poluentes e o registro contínuo dos dados que, comparados com os PE's, informa se a fonte correspondente encontra-se ou não dentro das exigências legais.

Existem regiões, por exemplo no Japão, cujo o Orgão Ambiental mantém uma central com o registro contínuo das emissões de todas as chaminés. Qualquer emissão acima dos PE's podem ser imediatamente detectada e informada ao responsável, devendo este tomar medidas corretivas para não ficar sujeito às ações legais.

Para alguns poluentes, os mais convencionais, o monitoramento da qualidade do ar é conseguido através da instalação, ao longo da região de interesse, de várias estações de coleta e análise de amostras do ar atmosférico. Modernamente, as análises são feitas imediatamente após a coleta, dentro das próprias estações e os resultados enviados a cada minuto, por cabo telefônico a uma central, localizada no Orgão Ambiental.

A correlação entre os dados obtidos no monitoramento de qualidade do ar e indicadores de saúde relativos às doenças respiratórias, através de estudos epidemiológicos, fornece subsídios para obtenção dos padrões de qualidade do ar primários (PQ), definidos no início deste trabalho, ou para a sua constante avaliação.

Uma vez determinado, o próprio PQ fica sendo a referência para novas obtenções de dados. Estes também podem ser comparados com outros tipos de padrões, como por exemplo, aqueles determinados para evitar os episódios críticos de poluição do ar (PQECF).

Voltaremos a tratar dos padrões acima mencionados nos itens seguintes deste trabalho, quando será abordado o controle e a avaliação da poluição do ar na Região da Grande São Paulo. Poder-se-a verificar que os PQECF partem dos PQ para caracterizar os episódios menos críticos,

passando a ser maior em valor absoluto e, menos rígidos ' para caracterizar os episódios mais críticos.

Um episódio crítico de poluição do ar normalmente ocorre quando se tem situações adversas passageiras na atmosfera devido às condições de estabilidade destas, evitando a dispersão dos poluentes. Isto surge, por exemplo, quando do estabelecimento das inversões térmicas, que correspondem ao aumento da temperatura das camadas superiores da atmosfera relativas às inferiores. Normalmente tem-se uma diminuição desta temperatura e não o aumento.

No caso da presença de odores na atmosfera, as análises ' para o possível monitoramento correspondente podem ser classificadas em olfatométricas e instrumentais. Nas primeiras, o método é utilizado principalmente para verificar o grau e o tipo do odor desagradável; enquanto que nas últimas, o objetivo é determinar os componentes químicos, IPCAJ (1988) (10).

Atualmente, as análises instrumentais, de modo particular a gascromatografia, tem um desenvolvimento acelerado, permitindo que quantidades muito pequenas de substâncias odoríferas (ppm ou ppb) no ar ou em líquidos possam ser analisadas quando algum tratamento preliminar é realizado . Entretanto, é muito difícil obter-se relações entre a substância detectada e o desconforto humano causado pelo odor correspondente. Isto por causa que os componentes ' odoríficos que causam o desconforto não são simples, mas um complexo de componentes variados. O desconforto humano não depende apenas da intensidade do odor desagradável , mas também de outras propriedades, tais como duração e frequência da exposição.

O princípio da olfatometria é diluir as amostras de gases ou líquidos odoríficos em ar ou águas sem odor, determinando-se a intensidade do odor em termos de fatores de diluição quando o odor alcança o seu valor limite de percepção. A intensidade do odor desagradável é avaliada por um "Painel" constituído por várias pessoas.

No caso da olfatometria aplicada em amostras de água, o método padronizado pela ASTM utiliza a diluição limite e o poder odorífero para representar o seu grau ofensivo. Uma amostra de água é diluída 8, 64, 512, 4096, ... vezes em água sem odor até que a ofensividade não é mais detectada. O número de diluições necessárias até que o limite de percepção ao odor seja alcançado é denominada de poder odorífero, enquanto que o fator de diluição naquela condição é denominado diluição limite.

A intensidade do odor ofensivo é função do poder odorífero de acordo com a seguinte expressão:

$$(\text{Poder Odorífero}) = 3,3 \log 200/A + 3 D$$

Onde: A = quantidade da amostra original diluída (ml)

D = ordem de diluição (8 vezes corresponde a "1",  
64 vezes a "2" e assim por diante)

O princípio de medição do poder odorífero no ar é diluir a amostra em ar previamente desodorizado, através da passagem do mesmo em tubos de carvão ativo, medindo-se os fatores de diluição necessários para que se alcance os limites de percepções.

Deve-se introduzir a amostra em uma seringa de 100 ml, conectando esta com a seringa para diluição, onde uma quantidade de ar desodorizado tenha sido previamente adicionada. Então, deixa-se a quantidade "Vs" de amostra ser sucionada. Enche-se até atingir-se 100 ml com o ar desodorizado, cobrindo-a com uma tampa. Deixa-se misturar por 15 segundos. Então, um dos membros do painel remove a tampa da seringa de diluição, posicionando sua ponta próxima do nariz. Inicialmente, estas pessoas interrompe a respiração por alguns segundos. Posteriormente, empurra-se a amostra em velocidade constante por 2 a 3 segundos. Enquanto isto a mesma pessoa respira a amostra e registra se sente ou não o odor. Para se obter uma sequência de concentrações, deve-se preparar quatro tipos de amostras com razões de diluição de 1:9, 1:99, 1:999 e 1:9999.

A concentração do odor (C) é obtida através da seguinte expressão:

$$C = 100/V_s$$

Onde  $V_s$  é a quantidade de ar amostra original que foi introduzida na amostra diluída quando se alcançar o limite de percepção (ml).

Embora tenha-se desenvolvido muitos instrumentos para a olfatométrica, a avaliação final é feita através da utilização do próprio nariz humano. Este fato pode introduzir muitos problemas, quando da utilização do método na avaliação das medidas de controle de poluição adotadas.

O primeiro problema é que o método não pode ser utilizado para medidas contínuas. O desconforto do odor desagradável depende não somente do poder odorífero mas também da duração e da frequência que o mesmo é sentido, assim quando isto é considerado à luz da opinião pública, é necessário saber a mudança do poder odorífero na área sob consideração através de medições contínuas. Medições em apenas alguns dias por ano são insuficientes para se ter um verdadeiro retrato da poluição.

O segundo problema está relacionado com o fato de que é essencial conseguir-se uma correlação correta entre a concentração da substância odorífera e o poder odorífero, quando a olfatométrica é utilizada para avaliar as medidas contra uma fonte de poluição.

É amplamente conhecido que a relação entre concentração de substâncias odoríferas e o poder odorífero é expressa pela lei de Weber Fechner. Assume-se que existe um gás com muitos odores ofensivos. O poder odorífero não muda muito, mesmo se o gás for diluído a duas ou três vezes. Quando este é diluído para oito ou dez vezes, o poder odorífero torna-se à cerca da metade do poder prévio. Este fato é estabelecido como se segue, de acordo com os

"Cinco graus da Classificação da Resistência ao Odor" ,  
quais sejam: "0" - nenhum odor, "1" - odor leve, "2" -  
odor distinguível, "3" - odor forte e "4" - odor extrema-  
mente forte:

$$I = \log S = \log a + n \log c$$

Onde: S = ímpeto olfativo

C = concentração do gás

a = constante de proporcionalidade

n = constante determinada pelo tipo de gás

I = poder odorífero de acordo com a classificação  
em cinco graus

Pelo motivo acima estabelecido, o equipamento de controle para as emissões de odores deveria ser impraticável a menos que a eficiência de desodorização fosse 99% ou mais. Este modo de pensar, entretanto, possui um grande erro , como pode ser visto a seguir.

A lei de Weber Fechner utiliza a constante "n", que é determinada pelo tipo de gás. O poder odorífero da amônia , entretanto, varia muito com a sua pureza. A constante "n" utilizada acima é aplicada somente para a substância que se deseja medir o poder odorífero. Não é utilizado, no caso do exemplo acima, para medir o poder odorífero de amônia misturada com outras substâncias (impurezas).

O odor desagradável que caracteriza determinado problema de poluição do ar, normalmente, é provocado por muitos componentes misturados. A análise pode revelar que o mesmo possui, predominantemente dois componentes. Por exemplo, quando estes componentes predominantes são o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) ou a amônia, pode-se notar que o odor da mistura é completamente diferente do odor das duas substâncias tomadas separadamente.

Os instrumentos mais utilizados atualmente para analisar seletivamente e quantitativamente substâncias odoríferas são os gascromatógrafos. São também utilizados os

espectômetros de massa infra-vermelhos para identificar os componentes separados por gascromatografia.

Entretanto, o gás de odor desagradável presente no ar atmosférico é geralmente composto de vários componentes, sendo suas concentrações muito baixas. Assim o ar ambiente nunca é analisado diretamente. Em muitos casos, as amostras devem ser devidamente preparadas.

Os fatos acima evidenciam que é muito difícil implantar-se um monitoramento da qualidade do ar no que se refere a percepção, identificação e quantificação de odores, tal como se tem realizado para a quantificação dos poluentes convencionais.

Os países pioneiros no controle da poluição do ar, dirigiram também suas ações para as fontes móveis. Caracteriza-se este controle basicamente na implantação do acompanhamento das condições de manutenção da frota de veículos de determinada região. Tais condições são verificadas simultaneamente a realização de testes de emissões com equipamentos apropriados por ocasião da concessão do certificado de licença do veículo, uma ou mais vezes por ano. Ressalta-se que em muitos destes países, os veículos são obrigados a possuir um sistema de controle das emissões. Trata-se dos conversores catalíticos, cuja função é completar a combustão dos gases do cano de escapamento, cujo princípio utilizado é o mesmo dos incineradores catalíticos. Ao se completar a combustão, uma grande parcela do monóxido de carbono, que seria emitida através do escapamento é transformada em dióxido de carbono.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

### 2.3. O CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

De acordo com Nefussi (1975) (11), o controle da poluição do ar em São Paulo teve início, em 1965, na Região do ABC, através da CICPAA Comissão Inter-Municipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar.

As ações de controle de poluição do ar continuaram a ser exercidas pela CICPAA até 1972, quando foi então instituída a Diretoria de Controle de Poluição do Ar na SUSAM Superintendência de Saneamento Ambiental - vinculada à Secretária do Estado de Saúde.

Um dos primeiros atos do Governo Paulo Egídio Martins (mandato de 1975 a 1979), foi transferir os serviços de controle de poluição do ar da SUSAM à Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas - CETESB, que passou a denominar-se primeiramente, Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente - CETESB. Posteriormente e até hoje, o nome se restringe a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Esta Companhia, da qual o Governo do Estado é acionista majoritário, tem como atribuições, entre outras, o controle de poluição das águas, do ar e do solo, inclusive o controle de ruído e sons incômodos. A tradição da CETESB no campo da tecnologia, pesquisa e treinamento veio a reforçar os programas de controle de poluição do ar.

Quanto a sistemática de controle de poluição do ar então adotada, desde o início em 1965, esta de nada diferiu daquilo que, inicialmente, foi concretizado nos países pioneiros no controle de poluição do ar, conforme mencionado no item anterior. Assim é que tivemos um controle corretivo baseado na importância dada ao agente fiscal credenciado pela CETESB e nas reclamações da população. Os níveis de controle exigidos referem-se à melhor tecnologia prática disponível (MTPD), o que ainda hoje se mantém, pois a evolução para os padrões de emissões (PE's) no Brasil, tem sido muito lenta. O que neste particular se

alcançou, restringe-se apenas à emissão de material partí-  
culado, na Região da Grande São Paulo (RGSP), relacionada  
apenas com alguns tipos específicos de fontes industriais.

Ao se determinar os padrões de emissão (PE's) para uma  
dada região, deve-se ter como meta os padrões de qualida-  
de do ar (PQ's) ou, se fosse possível no caso de odores  
os LPO's, que nunca devem ser ultrapassados. Ao se exami-  
nar a legislação ambiental do Estado de São Paulo, CETESB  
(1988) (4), verifica-se a presença de PQ's apresentados  
na Tabela 1. Estes PQ's foram obtidos de padrões esta-  
belecidos em outros países, não levando em conta a reali-  
dade brasileira ou os indicadores de saúde disponíveis.  
Estabelecer PQ's estrangeiros é o mesmo que dizer que os  
possíveis efeitos adversos a saúde dependem única e exclu-  
sivamente das concentrações dos poluentes considerados, o  
que não é verdade. A este fator causal incluem-se outros,  
como o clima e a condição sócio-econômica da população en-  
volvida, que difere muito ao se relacionar um país em de-  
senvolvimento com um país já desenvolvido. Portanto, an-  
tes de qualquer padrão de emissão (PE), já estabelecido  
ou a se estabelecer, deve-se pelo menos, avaliar os PQ's  
promulgados em legislação, através de estudos epidemioló-  
gicos específicos

No caso de controle de odores, o desenvolvimento dos PE's  
a partir dos LPO's é mais difícil. Isto pelos motivos já  
discutidos no item anterior, que revelam a complexidade  
das misturas de substâncias que compõe os odores indus-  
triais, dificultando a determinação de LPO's únicos para  
serem posteriormente utilizados. A estas dificuldades in-  
cluem-se outras relacionadas a subjetividade, a duração e  
a frequência de emissões relativamente dos efeitos inco-  
m-  
dativos que estas possam causar.

Assim, no controle de odores industriais, a CETESB tem  
agido caso a caso. Em suma, as emissões não podem ser  
percebidas na área vizinha além dos limites do estabeleci-  
mento industrial. Ou seja as emissões, após saída atra-

TABELA 1 - PADRÕES NACIONAIS DE QUALIDADE DO AR

POLUENTE	TIPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MÉTODO DE MEDIÇÃO
Partícula totais em suspensão	24 horas (1)	240	Amostrador de grandes volumes
	MGA (2)	80	
Dióxido de enxofre	24 horas (1)	365	Pararosanilina
	MAA (3)	80	
Monóxido de carbono	1 hora (1)	40.000	Infra-vermelho não dispersivo
	8 horas (1)	10.000	
Oxidantes fotoquímicos/ozona	1 hora (1)	160	Quimioluminescência

(1) não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

(2) média geométrica anual

(3) média aritmética anual

FONTES: CETESB (1988) (6)

vés da chaminé ou das próprias fontes e após dispersão no meio ambiente, devem alcançar a zona de respiração das pessoas receptoras em concentrações inferiores aos LPO's correspondentes, se estes pudessem ou fossem determinados.

A Tabela 2 IPCAJ (1988) (10) apresenta os LPO's para algumas substâncias puras. Nota-se variação de 100 a mais vezes entre os valores máximos e mínimos. Tal variação chega a ser de 20.000.000 vezes no Escatol, de 750.000 vezes no caso do etil-mercaptana e de 2.000 vezes no sulfeto de hidrogênio.

Estes valores, máximos e mínimos são publicados por diferentes pesquisadores, assim as diferenças estão, por um lado, relacionadas com os diferentes métodos de medições. Por outro lado, um mesmo estudo revelou a seguinte diferença: o LPO do sulfeto de hidrogênio igual a  $0,65 \text{ g/m}^3$ , quando este foi obtido de um cilindro de gás e LPO igual a  $6,5 \text{ g/m}^3$  quando o mesmo composto é obtido do sulfeto de sódio, mostrando uma diferença 10 vezes maior.

O controle preventivo no Estado de São Paulo também seguiu o modelo dos países pioneiros. Tudo se baseia no plano de zoneamento estabelecido. Assim, cabe à CETESB fornecer ou não licenças para a implantação ou ampliação de estabelecimentos industriais. Muitas vezes as licenças são concedidas com exigências técnicas, tendo em vista a implantação de procedimentos ou técnicas de controle de poluição do ar que podem alcançar os níveis citados pela melhor tecnologia disponível (MTPD) ou os padrões de emissão (PE's), caso este conste em legislação para o poluente e a fonte considerada.

Para a RGSP, além das ações preventivas e corretivas, a CETESB implantou outros dois planos especiais de controle "Plano de Controle das Emissões de Dióxido de Enxofre" e o "Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar". Ambos os planos serão, resumidamente, discutidos a seguir, Rancevas et. al. (1985) (12).

**TABELA 2 - COMPARAÇÕES ENTRE OS LPO's ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) DE  
ALGUMAS SUBSTÂNCIAS**

SUBSTÂNCIA	VALOR MÁXIMO (A)	VALOR MÍNIMO (B)	A/B
Escatol	9.000	0,0004	20.000.000
Cloro	10.000	0,01	1.000.000
Etil-mercap <u>ta</u> na	30.000	0,04	750.000
N-propil-mer <u>cap</u> tana	30.000	0,23	130.000
Acetona	770.000	100	7.700
Alil-mercap <u>ta</u> na	500	0,15	3.330
Sulfeto de Hi <u>dro</u> gênio	1.400	0,65	2.150
Metanol	7.800.000	4300	1.800
Nitrobenzeno	30.000	18,2	1.650
Allildisulfe <u>to</u>	100	0,07	1.430
Ammonia	37.000	26	1.420
Acetato de Me <u>ta</u> tila	550.000	500	1.000
Metil-mercap <u>ta</u> na	1.100	2,2	500
Acetato de Etila	180.000	600	300
Sulfeto de Etila	250	0,92	270

FONTE: IPCAJ (1988) (10)

O "Plano de Controle das Emissões de Dióxido de Enxofre" obrigou todas as indústrias, que consumiam mais de 500 t/ano de óleo combustível, a implantar um controle para o referido poluente à níveis que se conseguia com a substituição por óleo combustível com baixo teor de enxofre, equivalente a 1% em peso (óleo BTE). Admitindo-se que a empresa consumisse óleo com 5% de enxofre, o nível de controle exigido correspondia a 80% em peso. Com este plano pretendeu-se alcançar os padrões de qualidade do ar, que estavam sendo ultrapassados em algumas áreas da RGSP, em um prazo de 02 anos.

O "Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar" é baseado em padrões específicos, conforme apresentados na Tabela 3. Através de avaliações constantes da qualidade do ar e comparações com os citados padrões, uma vez estabelecidos os níveis de atenção, alerta ou emergência, a CETESB pode dirigir ações específicas às indústrias envolvidas, ações estas que variam desde a diminuição de atividade produtiva, geradora de poluição do ar, até a sua paralização por tempo indeterminado. Tal plano é especialmente importante durante os meses de inverno, quando na RGSP tem-se, frequentemente, caracterizadas as condições adversas à dispersão de poluentes devido à grande incidência de inversões térmicas.

Referiu-se, acima às avaliações da qualidade do ar realizadas pela CETESB. Isto porém é resultado de extenso trabalho de implantação de redes de monitoramento na RGSP, em Cubatão, como também em outras localidades do interior do Estado. Na RGSP, a rede implantada foi a pioneira e ainda é a principal e mais sofisticada. De algumas pequenas estações manuais, medindo concentrações de poeira em suspensão (PTS) e dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), evoluiu-se para várias estações automáticas, que registram, de minuto a minuto, as concentrações ambientais dos citados e de outros poluentes. Maiores detalhes do monitoramento serão apresentados a seguir, quando for tratado especificamente da avaliação da poluição do ar na RGSP.

**TABELA 3**      **PADRÕES PARA EPISÓDIOS CRÍTICOS**  
**POLUIÇÃO DO AR - ESTADO DE SÃO PAULO**

PARÂMETRO	NÍVEIS		
	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Dióxido de Enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24 horas	800	1.600	2.100
Partículas totais em suspensão (PTS) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	375	625	875
SO <sub>2</sub> x PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24 h	65.000	261.000	393.000
Monóxido de carbono (ppm) - 8 horas	15	30	40
Oxidantes fotoquímicos (O <sub>3</sub> ) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1 hora	200	800	1.200

FONTE: CETESB (1989) ( 6 )

Paralelamente às ações de controle e à avaliação da qualidade do ar, a CETESB tem realizado o seu inventário de fontes de poluição do ar, que é atualizado anualmente. As Tabelas 4 e 5 apresentam, resumidamente, as contribuições gerais de 1988, na RGSP por tipo de fonte.

Este inventário ainda não inclui os compostos odoríferos mais importantes. Prevê-se a inclusão dos compostos totais reduzidos de enxofre (TRS) e do sulfeto de carbono ( $H_2S$ ).

Ao se considerar as contribuições relativas das fontes (Tabela 5), estas não reproduzem, evidentemente, os mesmos números nos anos antecedentes. Isto acontece por causa das influências introduzidas pelas alterações dos números de fontes específicas, pelas ações de controle da CETESB e pelas alterações que a região sofre com relação aos insumos energéticos que podem estar disponíveis para utilização, que variam, conforme já mencionado, entre épocas distintas. Por exemplo, no caso da contribuição das indústrias nas emissões de dióxido de enxofre, estas foram muito mais representativas no começo desta década, cerca de 90% do total emitido. Mais recentemente (1988) tem-se uma contribuição de apenas 27%. Tal diminuição surge em decorrência do "Plano de Controle das Emissões de Dióxido de Enxofre" e, por outro lado, pelo fato de se poder dispor para utilização industrial, de um óleo combustível com menores teores de enxofre, que foi obtido graças a participação do petróleo nacional em quantidades maiores no processo de refino. Em comparação ao petróleo importado, o nacional produz um óleo combustível com menor teor de enxofre. O aumento de disponibilidade se originou das novas descobertas de jazidas então efetuadas que foram possíveis devido ao incentivo à prospecção, principalmente, como consequência da crise de petróleo de 1973.

No que se refere às fontes móveis, os resultados alcançados tem sido muito relacionados com a implantação do Plano Nacional do Alcool. A CETESB tem muito ainda o que

TABELA 4 : ESTIMATIVA DE EMISSÃO PARA FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NA RGSP - 1988 (1000 ton/ano).

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PARTIC.
CLASSE DE VEÍCULO:					
a gasolina(escap.)	835	77,7	28,9	4,5	4,3
a alcool (escap.)	172	14,3	10,0	-	-
a Diesel (escap.)	218	35,6	159,0	73,0	9,9
motocicletas (esc.)	32	6,1	0,21	0,26	0,11
taxi	52	4,6	2,2	0,13	0,16
emissão evaporativa	-	47,5	-	-	-
emissão do cárter	-	10,6	-	-	-
pneus	-	-	-	-	6,4
oper. de trans. de gasolina	-	10,9	-	-	-
Operação de processos industriais	38	50	23	28,6	34,6
Queima ao ar livre	44	14	3	0,36	12
TOTAL	1391	271,3	226,3	106,8	67,5

FONTE : CETESB (1988)( 5 ).

**TABELA 5 : CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS FONTES PARA OS PROBLEMAS DE POLUIÇÃO DO AR - 1988 - %.**

FONTES	POLUENTES				
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PARTIC.
CLASSE DE VEÍCULO:					
a gasolina (escap.)	60	29	13	4	6
a álcool (escap.)	12	5	4	-	-
a Diesel (escap.)	16	13	71	69	15
motocicletas (esc.)	2	2	-	-	-
taxi	4	2	1	-	-
emissão evaporativa	-	18	-	-	-
emissão do cárter	-	4	-	-	-
pneus	-	-	-	-	10
Oper. de transf. de gasolina	-	4	-	-	-
Operação de processo industrial	3	18	10	27	51
Queima ao ar livre	3	5	1	-	18
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

FONTE: CETESB (1988) (5).

realizar neste campo, quer sobre o aspecto corretivo como preventivo.

O que atualmente é realizado baseia-se unicamente na avaliação da frota de alguns tipos de veículos, que é introduzido no mercado nacional, através da realização e acompanhamento de testes de emissões realizados em laboratórios especializados na CETESB e nas companhias fabricantes de veículos auto-motores. Entretanto, um novo programa de controle encontra-se em implantação. O Proconve , que poderá trazer os resultados pré-estabelecidos desejados num futuro próximo.

Ressalta-se ainda que o adotado na RGSP é muito semelhante aos países industrializados e pioneiros no controle da poluição do ar. Isto acontece tanto no que se refere à sistemática adotada como também aos tipos de equipamentos, que são exigidos para o controle das fontes. Os resultados alcançados, porém, foram quantitativamente inferiores pois o Brasil está ainda atrasado no desenvolvimento da instrumentação para monitoramento das emissões nas chaminés e dos próprios equipamentos de controle da poluição do ar, sendo também grandes as dificuldades de importação dos instrumentos.

Como os sistemas de controle implantados nas indústrias não são peças e equipamentos normalmente ligados diretamente a produção, os mesmos tendem a ser tratados secundariamente, resultando em manutenções e operações inadequadas, que causam quedas nas eficiências de controle das emissões atmosféricas correspondentes.

Por outro lado, o monitoramento contínuo das chaminés , além de necessitar de instrumentação, requer o estabelecimento dos padrões de emissão, que estão ligados aos padrões de qualidade do ar. Estes, como vimos, devem ser determinados ou reavaliados considerando os poluentes específicos e os efeitos que podem causar à saúde da população. O que justifica um maior investimentos em estudos epidemiológicos correspondentes.

#### 2.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 2

- (1) ASSUMPÇÃO, J. V. (1989) Ventilação Industrial Proteção à Saúde do Trabalhador - Fundacentro
- (2) BEAVER, H. E. C. (1985) The growth of public opinion in: "Problems and Controls of Air Pollution" Reinhol, New York
- (3) CETESB (1986) Seleção de equipamentos para controle de poluição do ar. Publicação dos cursos CETESB
- (4) CETESB (1988) Legislação Ambiental do Estado de São Paulo. Publicação CETESB
- (5) CETESB (1988) Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1987. Relatório CETESB
- (6) CETESB (1989) Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1988. Relatório CETESB
- (7) DANIELSON, J. A. (1973) Air Pollution Engineering Manual - EPA
- (8) EPA (1981) Control of Gaseous and Particulate Emissions Course 412 and 413 - student manual, Pittsburgh, PA - USA
- (9) HOOVER (1912) English translation and commentary of the book "De Re Metallica" by Agricola, G. Mining Magazine, London
- (10) IPCAJ (1988) Industrial Pollution Control-General Review and Practice in Japan Vol 1 - Tokio, Japan
- (11) NEFUSSI, N. (1975) A poluição do ar no Estado de São Paulo. Trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, promovido pela ABES, Rio de Janeiro de 14 a 19 de Dezembro de 1975.

- (12) RANCEVAS, S. et. al. (1985) Metodologia para associação de poluentes atmosféricos como causas de agravos à saúde na RGSP. Trabalho apresentado no XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental , promovido pela ABES, Maceio - Alagoas de 18 a 23 de Agosto de 1985.
- (13) STERN, A. C. (1974) Air Pollution - Academic Press, N.Y. USA
- (14) STERN, A. C. (1984) Fundamentals of Air Pollution Academic Press, N.Y. USA

CEPIS - CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES Y PROMOCIONES  
DE INVESTIGACIONES Y PROMOCIONES



**3. A AVALIAÇÃO DOS ODORES NO MEIO AMBIENTE EM RELAÇÃO A AVALIAÇÃO  
GERAL DA POLUIÇÃO DO AR**

### 3.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A avaliação da poluição do ar pode ser realizada diretamente, através do monitoramento da qualidade do ar, ou através do estudo dos seus efeitos relacionados com os incômodos ou danos à saúde das populações, danos às vegetações, aos materiais, etc.

Os estudos que procuram relacionar as concentrações ambientais de determinados poluentes, com indicadores de saúde ou indicadores de incômodos fornecem subsídios para a determinação de padrões de qualidade do ar ou de LPO's, no caso de odores, ou para as reavaliações destes, ficando os mesmos disponíveis como parâmetros de referência para os dados obtidos no monitoramento.

Os estudos acima mencionados não são muito simples de ser desenvolvidos, muitas são as causas que contribuem conjuntamente para caracterizar um dano à saúde com um determinado tipo de doença respiratória.

Além das concentrações de poluentes específicos, variáveis tais como local de residência, diferenças de suscetibilidade entre os sexos, tipo de ocupação profissional, ato de fumar e as próprias diferenças sócio-econômicas, além de outras, são causas que interferem nos estudos, dificultando as associações direta, por exemplo, entre concentrações de poluentes e doenças respiratórias.

Além das dificuldades mencionadas tem-se ainda outras relacionadas com o caráter crônico das doenças respiratórias que se manifestam nas concentrações ambientais, normalmente, encontradas nas regiões industriais ou nos grandes centros urbanos modernos.

Muitas vezes os doentes crônicos, sofrendo as consequências das doenças respiratórias durante quase toda vida, acabam morrendo e tendo como causa-morte, registrada em atestado de óbito, algo aparentemente pouco relacionado com os possíveis problemas com poluição do ar, por exem-

plo, ataque cardíaco ou cancer. Outras vezes as causas registradas são completamente disvinculadas como morte violenta, suicídios e outros. Isto, de certa forma, inviabiliza a utilização dos dados de mortalidade, como indicadores de saúde, nos citados estudos de associações. Entretanto, estes dados de mortalidade são os únicos que dispomos. Os responsáveis em obtenção de dados estatísticos devem voltar urgentemente suas atenções para este problema e devem obter e fornecer dados de morbidade, eficientemente elaborados, para viabilizar estudos mais adequados da realidade brasileira.

### 3.2. O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DE SÃO PAULO

De acordo com o "Relatório de Qualidade do Ar", CETESB (1989) (2), na Região da Grande São Paulo e em Cubatão, vem-se operando, em caráter de rotina, uma rede manual desde 1973 e uma rede automática de monitoramento do ar desde 1981, que mede os teores de óxidos de enxofre e fumaça, monóxido de carbono desde 1976 e partículas totais em suspensão desde 1983. De novembro de 1986 a outubro de 1987, foi operada também uma rede especial para estudo do material particulado em suspensão.

A rede automática é composta por 25 estações fixas de amostragem e dois laboratórios móveis. Os dados são enviados a uma estação central através de linhas telefônicas privadas (estações fixas) ou por fitas perfuradas (laboratórios volantes), onde estes são processados com o auxílio de um computador. Esta rede mede os seguintes parâmetros: poeira em suspensão (PS), dióxidos de enxofre ( $SO_2$ ), óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ), ozônio ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos não metano (HCMN), metano ( $CH_4$ ), direção do vento (DV), velocidade do vento (VV), umidade relativa (UR) e temperatura (Temp). A configuração da rede é apresentada na Tabela 6. Vinte e dois locais de amostragem estão situados na RGSP (1 a 22) e três pontos de amostragem localizam-se na área de Cubatão (23 a 25). Os laboratórios volantes representam as estações de amostragem números 26 a 27.

A rede manual é composta por seis estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, e 11 estações que medem poeira total em suspensão, através do método do amostrador de grande volume (Hi-Vol). Desde 1976, um analisador de monóxido de carbono vinha sendo operado manualmente em uma área do centro da cidade de São Paulo (Praça do Correio), até que em agosto de 1986 passou a operar automaticamente. Todos os locais de amostragem estão situados na RGSP, exceto três amostradores de grande volume, que se encontram em Cubatão.

**TABELA 6 : CONFIGURAÇÃO DA REDE AUTOMÁTICA**

esta- ção nº	localização das estações	PARÂMETROS												
		PS	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CH4	HCMN	O3	UR	TEMP.	VV	DV
01	Parque D. Pedro	x	x	x	x	x	x	x						x
02	Santana	x	x											x
03	Moóca	x	x	x	x	x	x		x					x
04	Cambuci	x	x											x
05	Ibirapuera	x	x											x
06	N. Senhora do Ó	x	x											x
07	S. Caetano do Sul	x	x											x
08	Congonhas	x	x	x	x	x	x							x
09	Lapa	x	x											x
10	Cerqueira César	x	x	x	x	x	x							x
11	Penha	x	x											x
12	Correio		x											x
13	Guarulhos	x	x											x
14	Santo André-Centro	x	x											x
15	Diadema	x	x											x
16	Santo Amaro	x	x											x
17	Osasco	x	x											x
18	Santo André-Capua.	x	x											x

TABELA 6 ...: CONFIGURAÇÃO DA REDE AUTOMÁTICA (CONTINUAÇÃO).

esta- ção n.º	localização das estações	PARÂMETRO												
		PS	SO <sub>2</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NOX	CO	CH <sub>4</sub>	HCMN	O <sub>3</sub>	UR	TEMP.	VV	DV
19	S. Bernardo do Cam.	x	x									x		x
20	Taboão da Serra	x	x											
21	S. Miguel Paulista	x	x									x		x
22	Mauá	x	x											
23	Cubatão-V. Nova	x	x					x	x					
24	Cubatão-Centro	x	x					x	x					
25	Cubatão-V. Parisi	x	x					x	x					x
26	Lab. Volante II	x	x	x	x		x	x	x			x		x
27	Lab. Volante I	x	x	x	x		x	x	x			x		x

FONTE: CETESB (1988) (1).

Uma rede especial foi elaborada entre novembro de 1986 e outubro de 1987, composta de 04 estações, com o objetivo de fazer uma caracterização do material particulado da RGSP em termos físicos (tamanho de partículas) e químicos (composição elementar, material carbonáceo, etc.). Nesta rede foram obtidos dados de poeira total em suspensão (tamanho menor ou igual a  $100\ \mu\text{m}$ ), poeiras inaláveis (tamanho menor ou igual a  $10\ \mu\text{m}$ ), sendo que nesta última foi possível caracterizar o material particulado fino (poeira fina menor ou igual a  $2,5\ \mu\text{m}$ ) e material particulado grosso (poeira grossa entre  $2,5\ \mu\text{m}$  e  $10\ \mu\text{m}$ ). Os dados obtidos serviram de base para aplicação do modelo do balanço químico de massas que permitiu estimar a contribuição dos diversos tipos de fontes para o problema de poluição do ar por material particulado.

Além da RGSP, no interior do Estado, o quadro de poluição do ar pode ser resumido em dois tipos de problemas: problemas localizados, representados por grandes complexos industriais, fontes mal localizadas e problemas emergentes de cidades mais importantes do interior e litoral do Estado.

Os dados de qualidade do ar, medidos pela CETESB, são divulgados diariamente para a imprensa, juntamente com uma previsão meteorológica para a dispersão dos poluentes para as 24 horas seguintes.

Para simplificar o processo de divulgação dos dados, tem sido utilizado, desde maio de 1981, um índice de qualidade do ar, que foi concebido com base no "PSI - Pollutant Standards Index", cujo desenvolvimento se baseou numa experiência acumulada de vários anos nos Estados Unidos e Canadá. Este índice foi desenvolvido nos Estados Unidos pela "Environmental Protection Agency (EPA)" a fim de padronizar a divulgação da qualidade do ar pelos meios de comunicação.

O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do

ar. Através dessa função, que relaciona a concentração do poluente com o valor índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar.

Conforme Tabela 7 , para cada poluente medido, é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso. Depois de calculado o valor índice, o ar recebe uma qualificação: Boa, Aceitável, Inadequada, Má, Péssima ou Crítica. A Figura 10 , apresenta a curva correspondente para o monóxido de carbono (CO) para o qual a CETESB instalou os diversos "relógios de qualidade do ar", distribuídos em alguns pontos da cidade de São Paulo, informando a situação momentânea do centro da cidade referente a qualidade do ar para o poluente mencionado.

Ao se considerar as médias das médias dos valores das concentrações de todos os poluentes, medidas nas diversas estações de qualidade do ar na RGSP, pode-se ter uma idéia da evolução do estado da nossa atmosfera ao longo dos anos, Figura 11 . Como já mencionando, as diferenças correspondentes surgem das ações de controle da CETESB e das próprias variações da disponibilidade dos insumos energéticos industriais ou não. De um modo geral, observa-se uma queda das diversas concentrações, exceto para os hidrocarbonetos (não metano) e para as poeiras em suspensão. O aumento das concentrações de hidrocarbonetos está relacionado, principalmente, com o aumento da frota de veículos auto-motores. Aumento este, que não chega a ser traduzido igualmente nas emissões de monóxido de carbono por causa do "Plano Nacional do Alcool": O carro a alcool emite menos "CO" que o carro a gasolina.

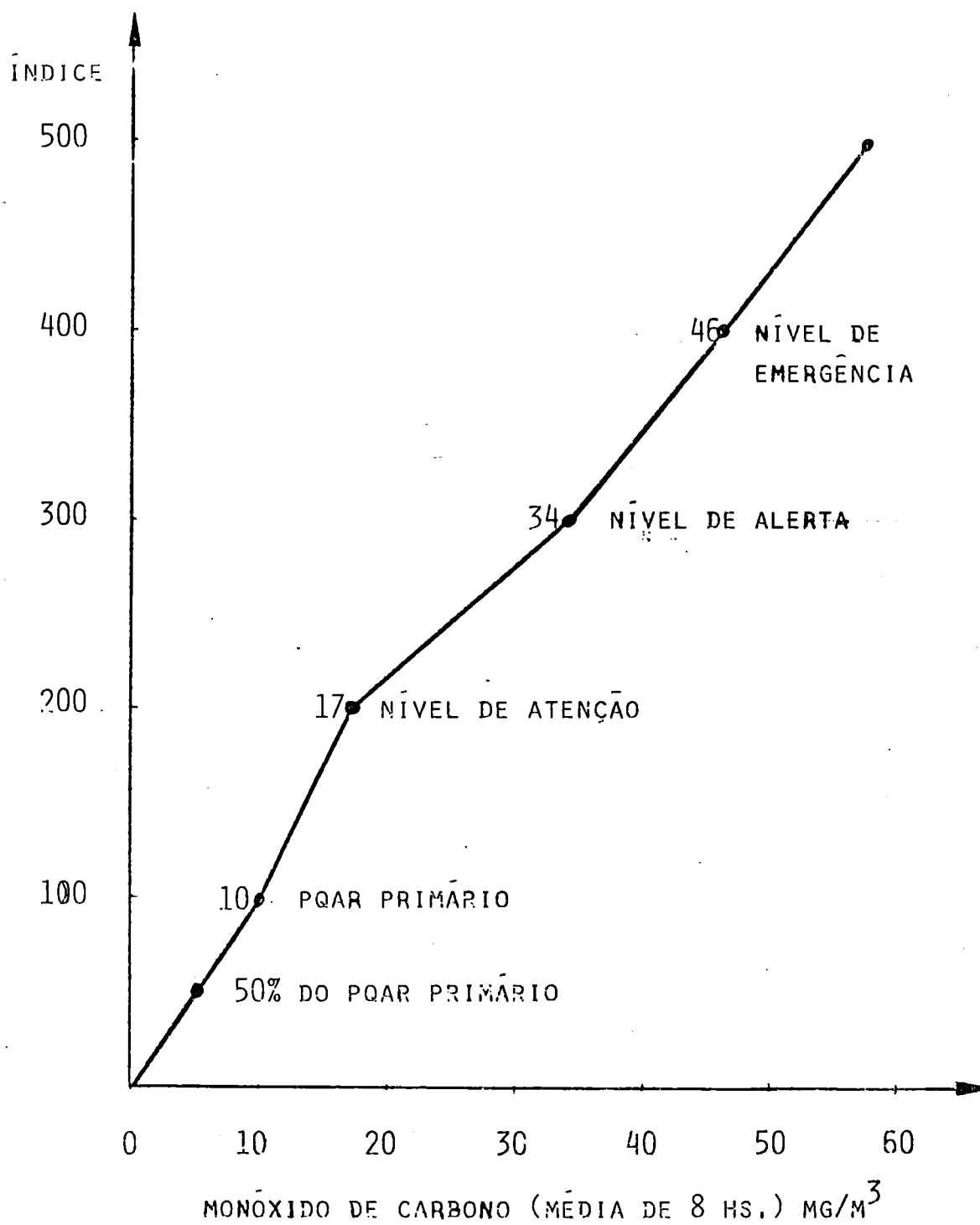
O poluente que tem apresentado as maiores quedas nas concentrações é sem dúvida, o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), principalmente no período de 1982 a 1985 (ver Figura 11 ) . De certa forma as razões para isto já foram fornecidas , estando estas relacionadas com o "Plano de Controle das

**ESTRUTURA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR**

ÍNDICE	NÍVEL DE QUALIDADE	QUALIFICAÇÃO	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) MÉDIA 24 HS.	PTS (µg/m <sup>3</sup> ) MÉDIA 24 HS.	PRODUTO	CO (PPM) MÉDIA 8 HS.	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) MÉDIA 1 H.
0							
50		BOA	80 (A)	80 (A)		4,5	80
100	PQAR	ACEITÁVEL	365	240		9,0	160
200	ATENÇÃO	INADEQUADA	800	375	65.000	15,0	200
300	ALERTA	MÁ	1.600	625	261.000	30,0	800
400	EMERGÊNCIA	PÉSSIMA	2.100	875	393.000	40,0	1.200
500	CRÍTICO	CRÍTICA	2.620	1.000	490.000	50,0	1.500

FONTE: CETESB, RELATÓRIOS DE QUALIDADE DO AR.

**FIGURA 10 :**  
 RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO DO POLUENTE E O  
 VALOR ÍNDICE DE QUALIDADE



FONTE: CETESB, RELATÓRIOS DE QUALIDADE DO AR

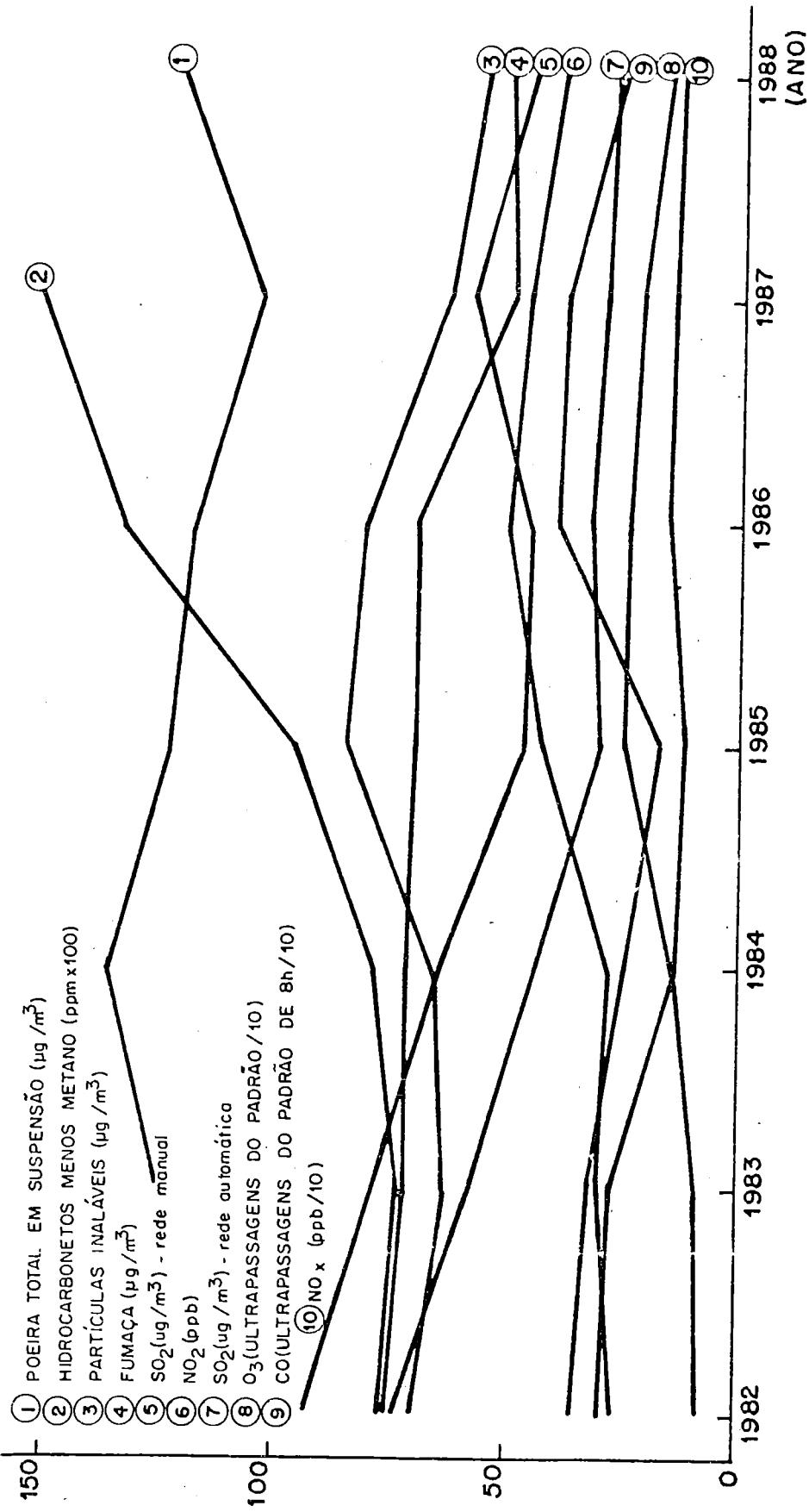


FIGURA 11 : EVOLUÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DO AR - DE 1982 A 1988  
CETESB(1988)(11).

Emissões de  $SO_2$  na RGSP" da CETESB, e com a crise do petróleo de 1973, que veio a determinar uma utilização industrial de óleo combustível com menores teores de enxofre.

Em termos de avaliação de qualidade, no interior do Estado, só se dispõe de dados para 18 cidades, assim mesmo só para 02 parâmetros: fumaça e dióxido de enxofre. Tais cidades são: Americana, Araraquara, Araras, Campinas, Franca, Itu, Jundiaí, Limeira, Mogi-Guaçu, Paulínia, Ribeirão Preto, Salto, Santos, São Carlos, São José dos Campos, Sorocaba, Taubaté e Votorantim.

### 3.3. AVALIAÇÃO DE ODORES

Da mesma forma que o controle geral de odores, as avaliações correspondentes são feitas no Estado de São Paulo , pela CETESB, considerando-se caso a caso.

Neste particular merecem destaque os trabalhos realizados na Região de Americana e de Pindamonhangaba, envolvendo ' indústrias de celulose e fibras semi-sintéticas (Fiocco e Rayon), na primeira cidade, e somente indústria de celulose na segunda cidade. Utilizou-se dados de levantamento comunitários para se avaliar a presença de odores na vizinhança das citadas indústrias e assim avaliar ao alcance das medidas de controle adotadas. Portanto, a própria população fez parte de um painel para a identificação do tipo e intensidade dos odores existentes.

### 3.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 3

- (1) CETESB (1988) Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1987. Relatório CETESB
- (2) CETESB (1989) Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1988. Relatório CETESB.



#### **4. O CONTROLE DE ODORES EM INDÚSTRIAS ESPECÍFICAS**

#### 4.1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A consulta aos cadastros da CETESB até então existentes , como também a experiência acumulada durante muitos anos no apoio técnico às ações de controle de poluição do ar no Estado de São Paulo, nos permite classificar, sem ordem de importância, as seguintes categorias de indústrias como as principais no que se refere às emissões de odores:

- . processamento de resíduo animal (graxarias)
- . fabricação de óleos e gorduras
- . torrefação de café
- . fabricação de celulose - processo kraft
- . fabricação de fibras sintéticas
- . indústrias gráficas e de embalagens
- . fundição de metais (área de modelagem)
- . indústrias cítricas
- . fabricação de composto orgânico (compostagem)
- . indústrias químicas em geral

Da relação acima, as 05 primeiras categorias são estudadas nos itens subsequentes deste trabalho. Tais estudos são resultados de pesquisas bibliográficas realizadas, visitas às indústrias e reuniões com técnicos da CETESB , que em todo o Estado tem visitado indústrias dos tipos mencionados dentro das respectivas áreas de atuações das unidades regionais e descentralizadas.

Os itens a seguir são descritos da forma mais objetiva possível e destinados aos técnicos que já tenham um conhecimento técnico ou, de preferência, prático dos processos correspondentes. Não sendo este o caso, o interessado pode conseguir conhecimentos complementares através das bibliografias recomendadas no fim deste item 4.

## 4.2. INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUO ANIMAL (GRAXARIAS)

### A. INTRODUÇÃO

CETESB - DIV. DE LICENCIAMENTO E SANFAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

As graxarias são unidades de processamento industrial com a finalidade de fabricar ração e adubos, e obter óleos e sebo, a partir de matéria animal não comestível.

Essas unidades, geralmente anexas à matadouros, devido as características do processamento, emitem diversos poluentes tanto no ar como na água, gerando muitas reclamações da população, principalmente sobre odores.

A preocupação da CETESB referente a esse tipo de indústria não é recente, tanto que muitas graxarias implantaram sistemas de controle de poluentes, os quais ainda não estão totalmente satisfatórios.

Muitos pedidos de Licença de Instalação tem sido negados e as penalidades em graxarias são frequentes, chegando em alguns casos até a interdição.

O objetivo deste item é o de mostrar, no momento, qual é a melhor tecnologia de controle prática disponível, as medidas operacionais que devem ser adotadas, bem como uma série de medidas indiretas que podem contribuir para o controle desse tipo de indústria.

### B. TIPOS DE PROCESSOS

Existem diversos processos que visam a obtenção de produtos de matéria animal não comestível.

Para efeito deste item os seguintes processos serão abordados:

- . Fabricação de farinha de peixe
- . Fabricação de farinhas de vísceras e sangue de bovinos e suínos.

- . Obtenção de sebo e fabricação de adubo de ossos (organo mineral)
- . Fabricação de farinha de vísceras, penas e sangue de aves

## C. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS E FONTES DE POLUIÇÃO

### C.1. Fabricação de Farinhas de Peixe

As matérias primas constituídas por peixes deteriorados e resíduos fornecidos por peixarias e indústrias de enlatados, são transportadas em caminhões fechados, tipo carro tanque com abertura na porta traseira, até as graxarias (vide figura 12).

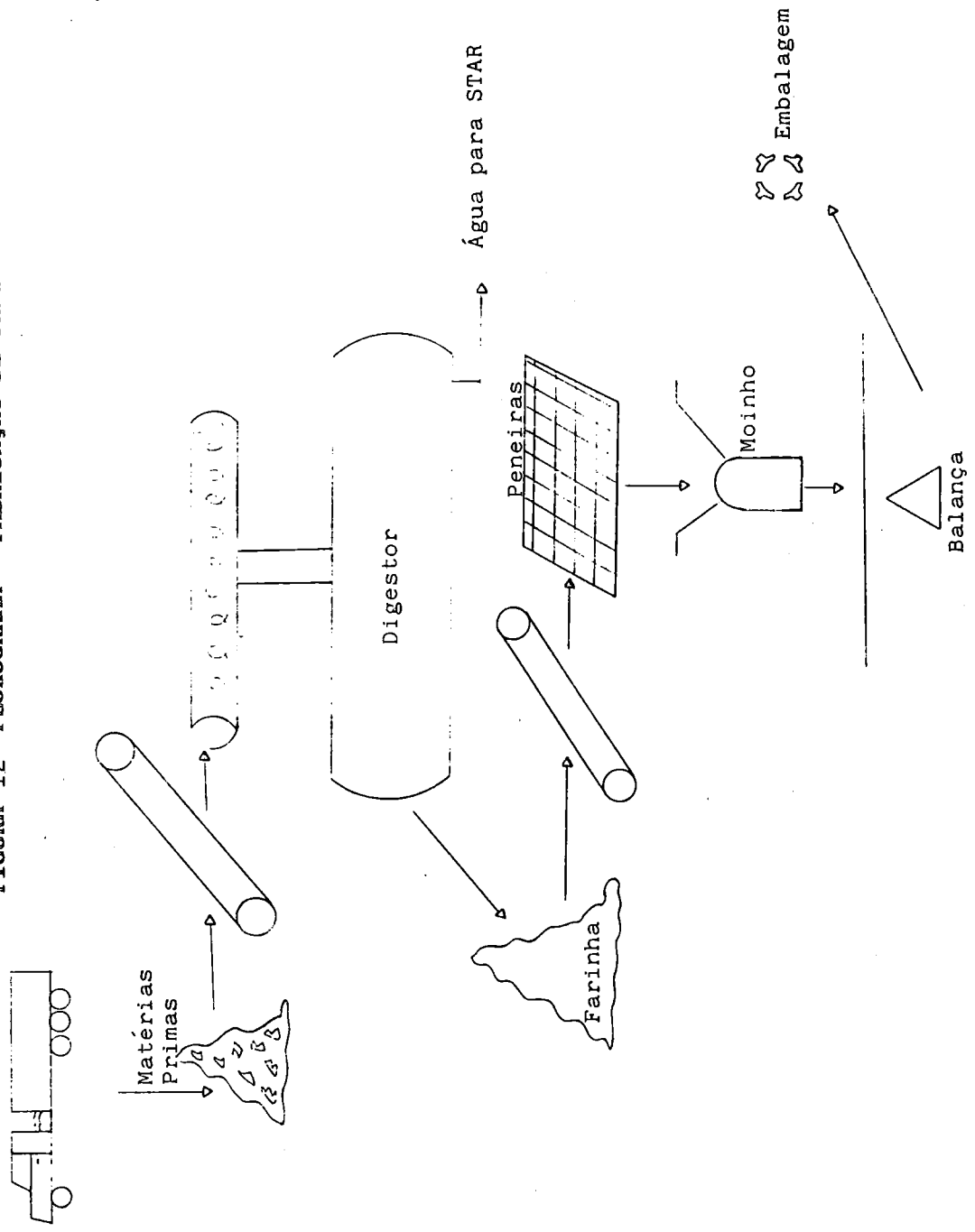
Esse material geralmente é descarregado junto a área de produção e, em função da capacidade dos equipamentos, pode aguardar para ser processado.

Do local de estocagem, através de esteira transportadora e transportador helicoidal, as matérias primas são enviadas para os digestores, que são aquecidos através de camisas de vapor, sendo então processadas durante 06 horas, à pressão de 60 lbf/pol<sup>2</sup> e temperatura em torno de 150°C. Após esse período, o produto, já em forma de farinha, é descarregado numa área coberta, onde permanece para secagem natural. Posteriormente, a farinha é peneirada, moída e pesada estando pronta para embalagem e comercialização.

#### Fontes de Poluição do Ar

- . armazenagem de matérias primas em local aberto
- . operação de carga e descarga dos digestores
- . digestores
- . caldeira para produção de vapor

FÍGURA 12 FLUXOGRAMA - FABRICAÇÃO DE FARINHA DE PEIXE



### Fontes de Poluição das Águas

- . lavagem de pisos e equipamentos
- . drenagem dos digestores
- . água dos condensadores

### C.2. Fabricação de Farinhas de Carne/osso e de Sangue de Bovinos e Suínos

As indústrias de processamento de resíduos animais utilizam sub-produtos dos matadouros e açougues dos quais se obtém, após tratamento, farinhas de carne/osso, farinha de sangue e sebos.

Essas matérias primas são ossos em geral, cascos, canelas, ligamentos, mucosas, fetos, placentas, orelhas, pontas de calda, órgãos e carnes rejeitadas pela Inspeção Federal, medula, sangue, etc. (vide figura 13).

#### a) Farinha de carne/osso

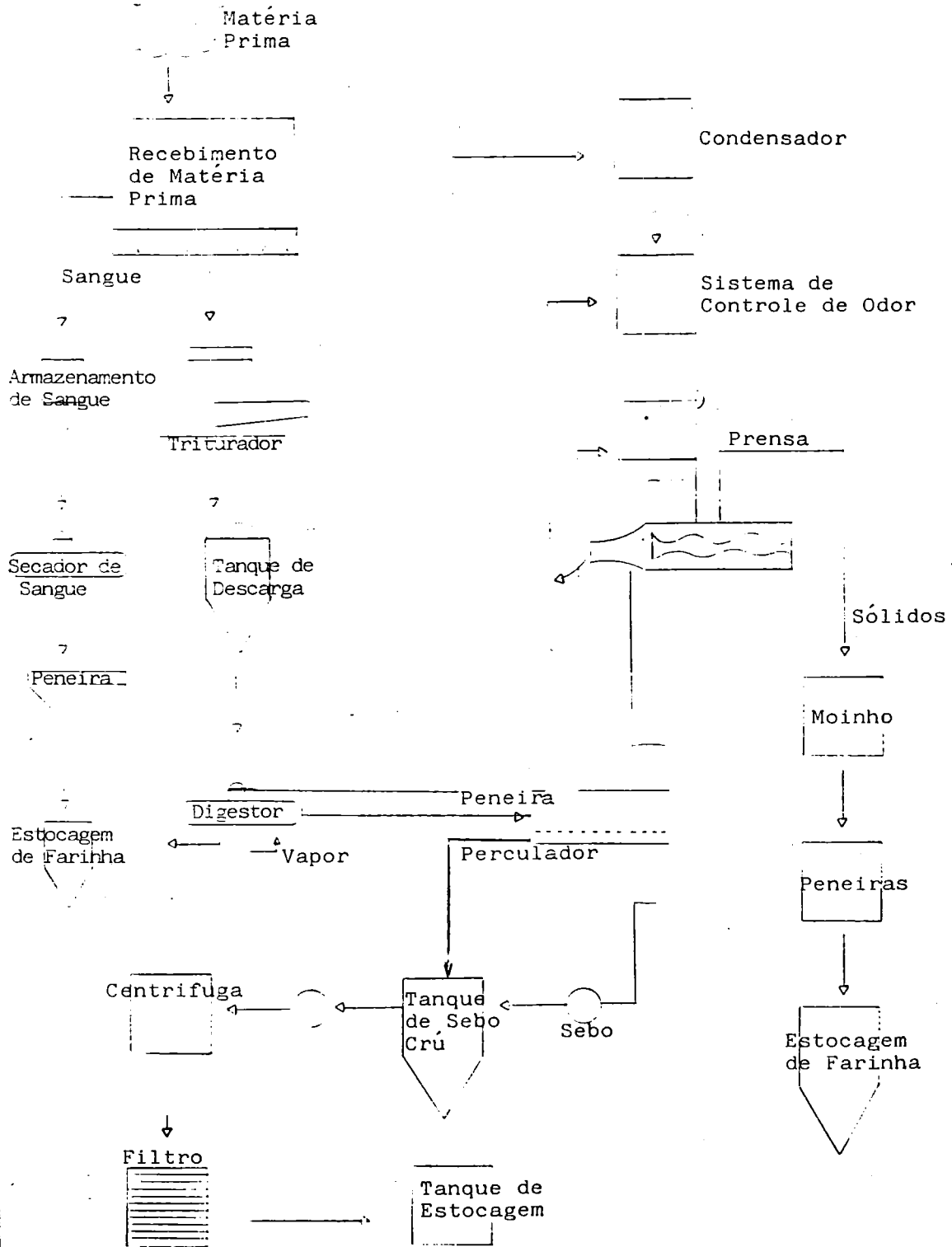
O processo em geral é em batelada, onde as matérias primas provenientes do abatedouro ou de terceiros são manualmente colocadas no triturador de ossos.

Após a moagem, a massa obtida é transportada por meio de rosca sem fim para o digestor, o qual opera a temperatura em torno de 150°C, pressões ao redor de 50 psig com tempo de cozimento variando de 1 a 4 horas.

Terminada a digestão, abre-se a boca de descarga do sebo e dos sólidos. Por gravidade, esses materiais atingem o tanque percolador aquecido a vapor, onde os sólidos se separam do sebo por peneiramento, sendo este centrifugado e filtrado.

O material sólido é retirado da peneira e em

**FÍGURA 13 FLUXOGRAMA - FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE CARNE/OSSO E SANGUE DE BOVINOS/SUINOS**



geral é prensado para se retirar o sebo remanecente, é transportado para o moinho de martelo, onde após moagem é peneirado e ensacado obtendo-se farinha de carne/osso.

O sebo é bombeado para o decantador, sendo armazenado em reservatórios até a retirada em caminhões tipo tanque.

#### b) Farinha de sangue

O sangue coletado na sala de abate é transportado por gravidade, através de tubulações, até um tanque, sendo este equipado com bomba de recirculação a fim de se evitar a coagulação. Esta mesma bomba é utilizada para alimentar o secador e também para remover a água de limpeza que será conduzida para o tratamento de efluentes.

O processo de secagem será executado com o registro de saída dos gases aberto durante aproximadamente 03 horas e o sangue atinge a forma de pó.

Após a secagem, inverte-se a rotação do secador para proceder a descarga. Em seguida, o produto é peneirado e ensacado para comercialização.

#### Fontes de Poluição do Ar

- . transporte de matérias primas em caminhões abertos
- . armazenagem de matérias primas
- . carga e descarga dos digestores
- . digestores
- . carga e descarga dos secadores
- . secadores
- . percoladores

- . sistemas de transporte abertos
- . caldeira de produção de vapor

OBS.: Em algumas unidades existe o forno crematório para incineração de animais contaminados.

#### Fontes de Poluição das Águas

- . água dos condensadores
- . água de lavagem dos pisos e equipamentos
- . drenagem dos digestores
- . solução aquosa dos lavadores
- . água da separação de sebo
- . água de lavagem dos caminhões
- . água da chuva do pátio aberto de estocagem

### C.3. Obtenção de Sebo e Fabricação de Adubo Organo-Mineral

#### a) Obtenção de Sebo

Os ossos são recolhidos em açougues e transportados através de caminhões, muitas vezes de forma inadequada (sem refrigeração ou veículos abertos) para as graxarias (vide figura 14).

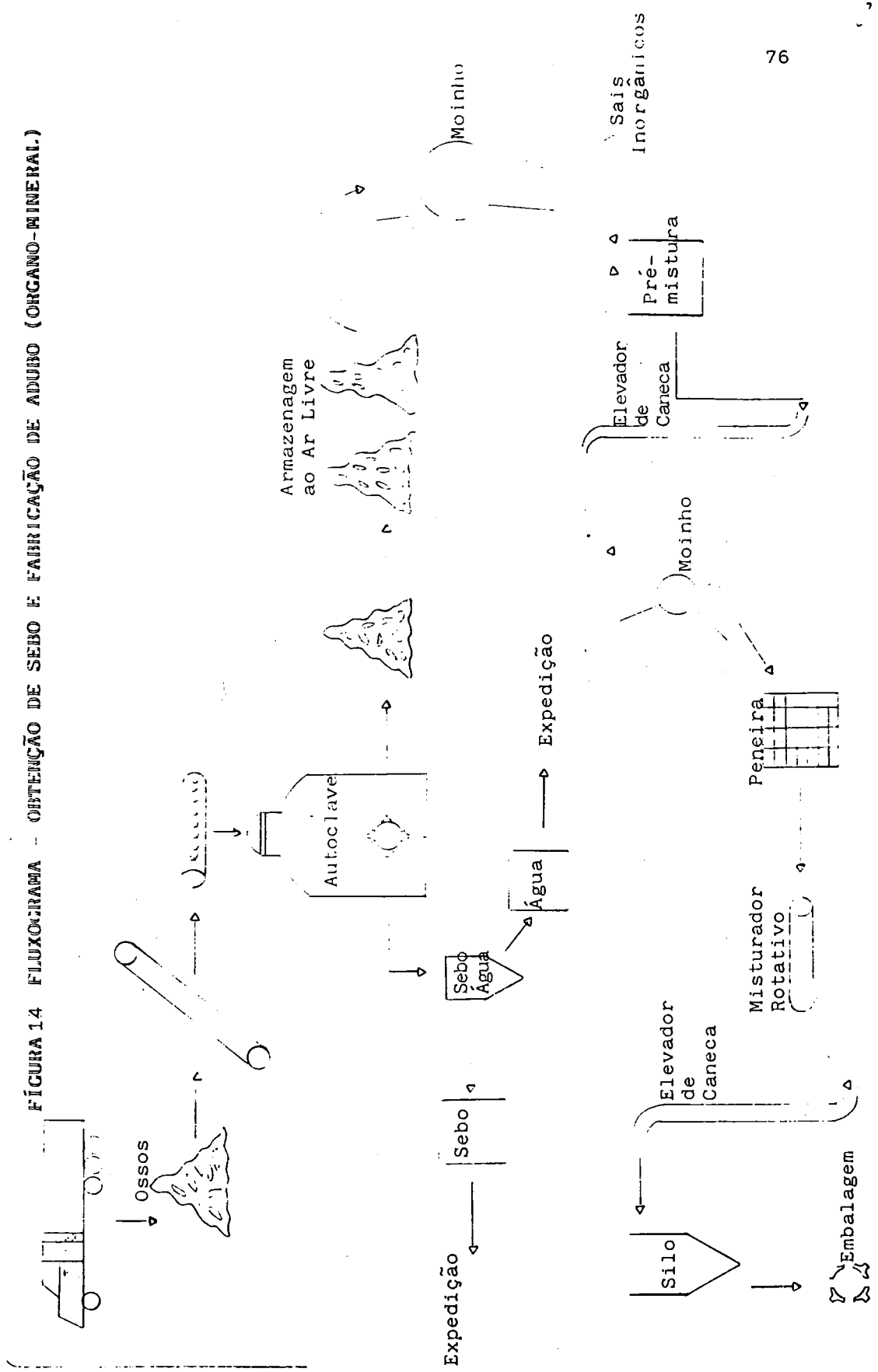
Ao chegar na empresa, se não for possível rapidamente, os ossos podem ficar aguardando no caminhão ou em pátio de armazenagem.

Posteriormente, os ossos vão para autoclaves onde recebem aquecimento direto com vapor, durante 05 horas à temperatura de 90°C, com a finalidade de obtenção de sebo.

Durante o cozimento o sebo e água acumulados são transferidos para um tanque onde o sebo é separado.

Decorrido o tempo de autoclavagem, é feita uma

FIGURA 14 FLUXOGRAMA - OBTENÇÃO DE SEBO E FABRICAÇÃO DE ADUBO (ORGANO-MINERAL.)



drenagem do digestor, o equipamento é aberto e os ossos são transferidos para um pátio aguardando sua retirada.

b) Fabricação de adubo organo-mineral

Os ossos são transportados por caminhões e descarregados em pátio aberto onde ficam depositados por cerca de 20 dias com a finalidade de maturação. Estando na condição adequada, os ossos são moidos em moinhos de martelos e posteriormente sofrem uma mistura prévia com superfosfato simples, sulfato de amônia, cloreto de potásio, nitrito de amônia, DAP, ureia, esterco de galinha, farelo de mamona, etc. Em seguida o material passa por elevador de canecas, peneira vibratória, moinho de martelos, misturador rotativo, elevador de canecas, silo e ensacadeiras, estando pronto para expedição.

Fontes de Poluição do Ar (obtenção de sebo)

- . transporte de ossos em veículos abertos
- . armazenagem de matéria prima em pátio aberto
- . autoclavagem
- . caldeira para produção de vapor
- . depósito de borra
- . armazenagem de ossos autoclavados em pátio
- . transporte de ossos autoclavados em veículos abertos
- . depósito de sebo

Fontes de Poluição das Águas

- . água do cozimento
- . lavagem de pisos e equipamentos
- . lavagem de caminhões
- . água de separação do sebo

Fontes de Poluição do Ar (fabricação de adubo organo-mineral)

- . transporte de ossos autoclavados em veículos

abertos

- . armazenagem de ossos em pátio para maturação
- . moagem de ossos em moinho de martelos

#### Fontes de Poluição das Águas

- . lavagem de caminhões
- . água de chuva do pátio de estocagem de ossos

#### C.4. Fabricação de Farinhas de Vísceras, Penas e Sangue de Aves

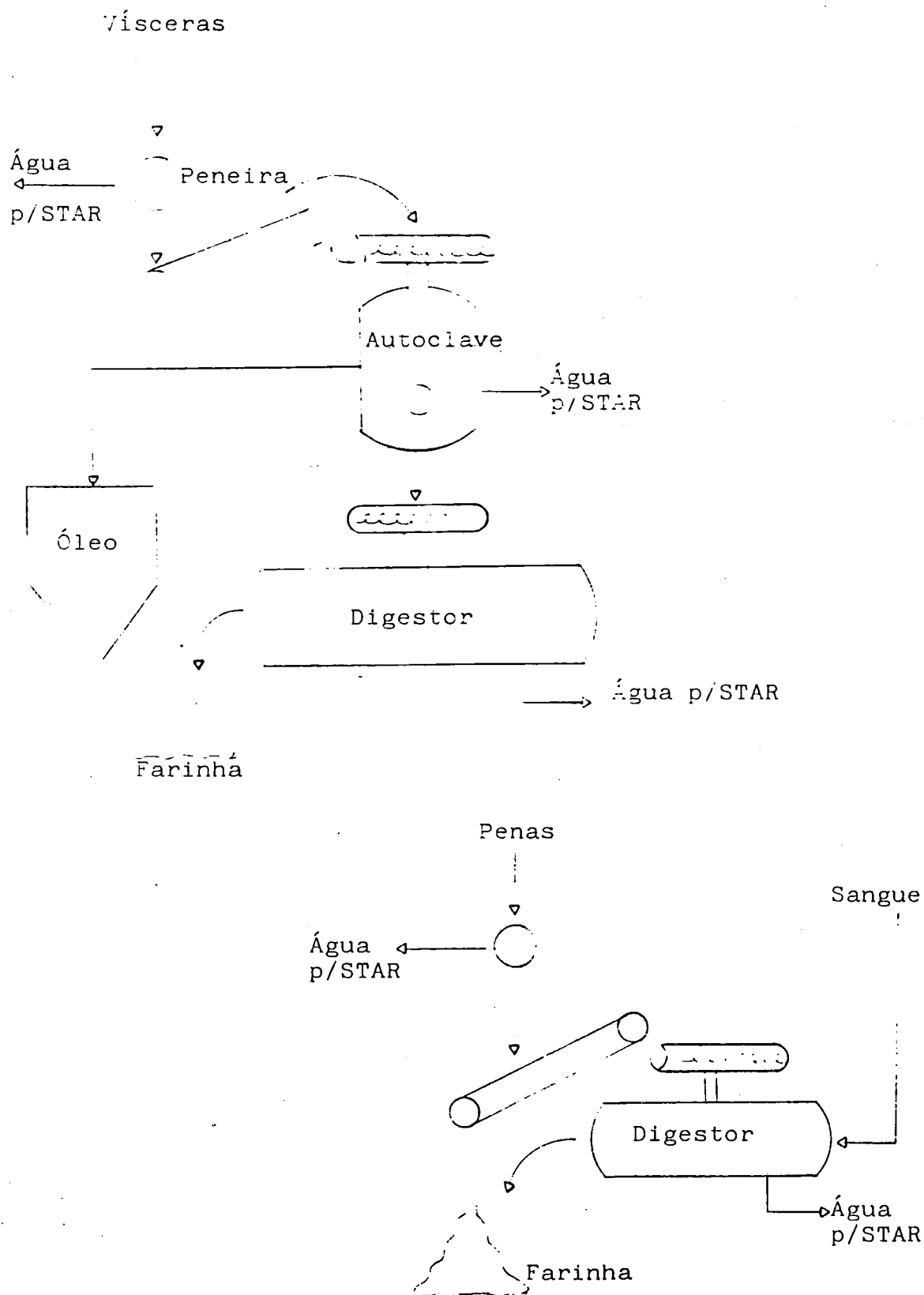
O objetivo das graxarias para aves é a obtenção de produtos, tais como farinhas simples ou mistas de vísceras, penas e sangue e óleo animal a partir de resíduos das operações de abate tais como, vísceras, penas, sangue e eventuais partes ou aves inteiras rejeitadas pela fiscalização sanitária (vide figura 15).

As graxarias podem ser divididas em dois grupos: as localizadas junto ao abatedouro próprio (grupo 1) e aquelas localizadas próximas ou isoladas dos abatedouros, recebendo portanto, matéria prima de terceiros (grupo 2).

No grupo 1, o transporte de matérias primas até a graxaria é feito em 03 linhas independentes, sendo duas por vias hídricas (penas e vísceras) e uma por recalque direto (sangue). As penas podem ser transportadas pneumaticamente e excepcionalmente, as vísceras podem ser transportadas por caminhão. Qualquer que seja o transporte, inexistente a necessidade de estocagem de matéria prima, a não ser para o caso de eventuais quebras de equipamentos na graxaria.

O grupo 2 utiliza o transporte rodoviário para receber matéria prima de terceiros, tendo como requisito básico a estocagem.

FÍGURA 15 FLUXOGRAMA - FABRICAÇÃO DE FARINHA DE VÍSCERAS PENAS E SANGUE DE AVES



A produção de óleo obedece as seguintes operações: as vísceras são separadas da fase líquida por meio de peneira estática ou rotativa, são alimentadas nas autoclaves por correias ou rosca sem fim ou manualmente, são cozidas durante 01 hora a pressão de 50 lbf/pol<sup>2</sup> e seguidas de uma despressurização, ocorrendo a separação do óleo que sobrenada o banho com água. O óleo é separado por decantação ou alternativamente, por prensagem.

Uma mudança de processo seria o cozimento das vísceras com percolação do óleo e prensagem por filtro-prensa.

Da autoclave, as vísceras irão para os digestores para secagem, durante 05 horas com vácuo reduzido internamente e camisa de vapor com pressão de 140 lbf/pol<sup>2</sup>. Após secagem, são estocadas, pesadas e embaladas para comercialização.

A farinha de penas é produzida a partir das seguintes operações: as penas são separadas da fase líquida por meio de peneiras estáticas ou rotativas, são alimentadas nos digestores por correias ou rosca sem fim ou manualmente, são hidrolisadas por 30 minutos com pressão interna ao redor de 45 lbf/pol<sup>2</sup> e pressão na camisa de vapor de 140 lbf/pol<sup>2</sup>, sofrem secagem por 08 horas, com vácuo reduzido internamente. Posteriormente, são estocadas, pesadas e embaladas para comercialização.

Opcionalmente, podemos ter as seguintes variantes: produção de farinha mista de pena e sangue, pela adição do sangue líquido às penas, após a fase de hidrólise; produção de farinha mista de vísceras e pena, pela adição de vísceras cozidas e sem óleo, às penas, após a fase de hidrólise; produção de sangue coagulado em secadores a 65°C.

### Fontes de Poluição do Ar

- . sistema de transporte rodoviário em caminhões abertos
- . estocagem eventual de matérias primas
- . peneiras estáticas
- . transporte mecânico de vísceras e penas
- . carga e descarga de autoclaves
- . autoclaves
- . tanque separador do óleo-água
- . carga e descarga do digestor
- . digestor
- . estocagem de produtos acabados
- . caldeira de produção de vapor d'água

### Fontes de Poluição das Águas

- . água efluente das peneiras estáticas
- . lavagem de pisos e equipamentos
- . tanque separador óleo-água
- . água dos condensadores
- . solução aquosa dos lavadores

## D. POLUENTES

### - Ar

Os principais poluentes desse tipo de indústria, são as substâncias odoríferas, resultantes do aquecimento das matérias primas à temperatura da ordem de 150°C, o que proporciona a quebra da estrutura molecular das gorduras e a formação de diversos compostos de baixo limite de percepção de odor, tais como gás sulfúrico, sulfetos de metila e dimetila, mercaptanas, trimetilamina, dimetilamina, dimetilpirazinas, butilamina, amônia, etilaminas, escatol e muitos outros.

Quando as matérias primas não são processadas em seguida ao abate, por se constituírem em materiais fa-

cilmente putrescíveis, há a formação de putrescina e cadaverina, substâncias essas responsáveis por odores muitos desagradáveis.

Na Tabela 8 pode-se observar o limite de percepção de odor (LPO) dos principais poluentes gerados no processamento industrial.

**TABELA 8 - LIMITE DE PERCEPÇÃO DE ODOR**

SUBSTÂNCIAS ODORÍFERAS	LIMITE DE PERCEPÇÃO DE ODOR (ppb)
Dimetilamina	4,7
Metilamina	21,0
Trimetilamina	0,21
Amônia	46 - 800
Etilmercaptana	1,0
Gás Sulfídrico	4,7
Metilmercaptana	2,1
Sulfeto de Dimetila	2,5
Escatol	220
Acroleina	210
Ácido Butírico	1,0

#### - Águas

Os efluentes líquidos provenientes principalmente das autoclaves, digestores e secadores são ricos em matéria orgânica. Esses resíduos além de causar problemas de poluição das águas, quando não são tratados adequadamente, podem gerar odores, se constituindo em fontes de poluição do ar.

Quando se utiliza condensador de contato direto como equipamento de controle, o efluente líquido irá contribuir com cerca de 30% da carga de DBO total gerada na indústria.

A Tabela 9 apresenta a concentração de resíduos nos efluentes líquidos.

**TABELA 9 - CONCENTRAÇÃO DE RESÍDUOS NO EFLUENTES LÍQUIDOS**

PARÂMETROS	VALOR MÉDIO mg/l DE EFLUENTE
DBO <sub>5</sub>	1723
DQO	2207
Sólidos Voláteis Totais	185
Sólidos Dissolvidos Totais	201
P total	6,3
Cloretos	196
N total	493
Nitrato	263
Nitrito	0,11
Graxa	109
Sólidos Suspensos	60,9

#### E. MEDIDAS DE CONTROLE DIRETAS

##### - Sistemas de Controle de Poluição do Ar (Melhor Tecnologia de Controle)

Os principais métodos para a redução de odores são condensação e pós-queimador, sendo que a sua associação é o melhor método de controle para os gases provenientes dos digestores. Os adsorventes e lavadores também podem ser utilizados.

O material particulado neste tipo de indústria, poderá ser controlado por um simples ciclone devido ao tamanho grosseiro das partículas.

A seleção do equipamento de controle é bastante influenciada pelo teor de umidade no fluxo de gases.

a) Tipos de Condensadores:

Os condensadores usados são de 02 (dois) tipos:

- . Condensadores de superfície
- . Condensadores de contato direto

Um fator a ser considerado na escolha do condensador é a quantidade de água contaminada produzida, uma vez que esta deverá ser tratada.

. Condensadores de Superfície

As vantagens deste tipo são: menor custo de operação, pois a água poderá ser reciclada; menor quantidade de efluente líquido, resultando numa redução de custo para o seu tratamento.

A eficiência de remoção de odor dos condensadores de superfície é de apenas 50%.

. Condensadores de Contato Direto

O sistema de troca de calor inclui câmara de spray, condensadores barométricos e torres de recheio, sendo que os mais utilizados são as câmaras de spray.

A água de resfriamento é calculada de tal forma que a temperatura do efluente gasoso seja de 60°C.

Em comparação com os condensadores de superfície, os de contato direto são mais flexíveis, de simples operação e manutenção mais fácil. Embora seu custo de instalação seja menor, os custos de operação são maiores, pois poderá gerar de 10 - 20 vezes mais efluente líquido do que o de superfície.

O condensador de contato pode reduzir as emissões em aproximadamente 90%.

- Sistema Condensador - Pós Queimador

Com a aplicação deste sistema em série, o alto teor de umidade do fluxo gasoso dos digestores (cerca de 95%) é removido no condensador, diminuindo a quantidade de combustível utilizado no pós-queimador. A eficiência irá depender do tipo de condensador utilizado, embora em geral, seja bem alta, como apresenta do na Tabela abaixo.

TABELA 10 - EFICIÊNCIA DOS CONDENSADORES

ODOR DE DIGESTOR		TIPO DE CONDENSADOR	TEMPERATURA DO CONDENSADOR (°C)	TEMPERATURA PÓS QUEIMADOR (°C)	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DO ODOR (%)
CONCENTRAÇÃO u.o/scf	EMISSÃO u.o/min				
50.000	25.000.000	superfície	60	750	99,98
		contato	60	750	99,99

Baseado num digestor, que emite 500 scfm de vapor contendo 5% de gases incondensáveis.

- Sistemas de Lavagem dos Gases

A lavagem com produtos químicos, isto é absorção, é muito utilizada nas graxarias. A lavagem oferece vantagens econômicas sobre os métodos de incineração quando trata grandes volumes de gás com baixas concentrações de contaminantes. Efluentes gasosos com concentrações de substâncias odoríferas maiores que 10.000 - 20.000 u.o/ft<sup>3</sup> limitam o uso de lavadores químicos devido a dificuldade de se obter adequado tempo de contato líquido-gás. A solução usual para estes casos é a diluição, misturando com os gases de exaustão do percolador e da ventilação da planta em geral.

Os lavadores são projetados para fornecer um contato íntimo entre as correntes líquida e gasosa, sendo os mais usuais colunas de pratos com borbulhadores, tor

res de recheio, câmaras de spray e venturi. Destes, a torre de recheio e a câmara de spray apresentam baixas perdas de carga, sendo que este pode tratar gases de exaustão contendo material particulado; por outro lado as torres de recheio proporcionam um contato mais efetivo entre o líquido e gás.

Tendo em vista a grande variedade de substâncias químicas presentes nos gases de exaustão, torna-se difícil afirmar qual o melhor reagente químico a ser utilizado, porém após vários testes em laboratórios, conclui-se que os mais efetivos são os oxidantes fortes, tais como hipoclorito de sódio, água oxigenada, permanganato de potássio, etc. O permanganato é mais efetivo em solução neutra do que em solução alcalina e o hipoclorito de sódio é o mais barato destes oxidantes podendo ser a primeira escolha.

Durante a reação com permanganato, haverá formação de  $MnO_2$ , o qual irá obstruir os distribuidores de fluxo, especialmente quando são utilizados bicos spray. O  $MnO_2$  poderá estar na forma de precipitado ou no estado coloidal e poderá ser removido do enchimento e outros componentes, usando uma solução redutora, por exemplo: bissulfito de sódio.

Hipoclorito de sódio: este apresenta a desvantagem de ser facilmente degradável, não podendo portanto, ser estocado por longo tempo. Apesar disso, este reagente tem sido aplicado com sucesso no controle das emissões dos secadores de penas, de sangue e digestores.

#### - Adsorção em Carvão Ativado

A maioria dos gases emitidos pode ser adsorvido em carvão ativado, porém os gases de exaustão deverão ser secos, estar em baixas temperaturas ( $49^{\circ}C$ ) e isentos de material particulado. Nestas condições, os adsorvedores são tão eficientes quanto os

pós-queimadores, mas devido as suas limitações, são muito utilizados.

Na Tabela 11 foram relacionadas as fontes de emissão de poluentes, o controle mais usado, o controle aceitável e a melhor tecnologia prática disponível.

#### - Sistema de Tratamento de Águas Residuárias

As graxarias geralmente estão anexas aos abatedouros, portanto, os efluentes líquidos devem ser tratados em conjunto com os efluentes da área de abate.

No caso de graxarias isoladas, as mesmas devem ter seu próprio sistema de tratamento, baseado na melhor tecnologia prática disponível.

Entende-se como melhor tecnologia o sistema de tratamento constituído de gradeamento e flotação, tanque de equalização homogeneização e tratamento biológico.

Na Tabela 12 foram relacionadas as fontes geradoras de efluente líquidos, os sistemas de tratamento encontrados, os controles aceitos e a melhor tecnologia prática disponível.

#### F. MEDIDAS DE CONTROLE INDIRETAS

- . Legislação proibindo transporte de resíduos animais em veículos abertos.
- . Proibição de instalação de abatedouros de bovinos/suínos de grande porte sem graxarias.
- . Proibição do recebimento de matérias primas de terceiros para graxarias de aves.
- . Proibição de instalação de novas graxarias isoladas.

TABELA 11 - CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR

GRAXARIA	FONTES	CONTROLE ENCONTRADO	CONTROLE ACEITÁVEL	MELHOR TECNOLOGIA
PEIXE	transporte	veículo fechado	veículo fechado	veículo frigorífico
	armazenagem de matérias primas	em pátio aberto	câmara fria	câmara fria
	carga dos digestores através de correia e transp. helicoidal	correia e transporte helicoidal abertos e digestores abertos	transporte enclausurados e captação de gases na boca do digestor	transporte enclausurados carga com captação
	descarga dos digestores e digestores	condensador contato direto e queima em caldeira	condensador contato direto e queima em caldeira	condensador superfície ou condensador contato direto mais pós-queimador ou absorvedor
BOVINOS/SUÍNOS	transporte	gravidade	pneumático	pneumático
	tritador de ossos e carne	nenhum	nenhum - dentro de galpão fechado	captação de gases
	carga e descarga dos digestores	nenhum	captação de gases	captação de gases
	digestores e secadores de sangue	condensador de contato direto e queima em caldeira, resfriamento da água do condensador em torre	condensador de contato direto, trocador de calor e queima em caldeira	condensador de contato direto ou de superfície trocador de calor mais pós-queimador ou absorvedor
	percolador, prensa centrífuga	nenhum	nenhum - dentro de galpão fechado	captação dos gases e envio p/ sistema de controle dos digestores
OBTENÇÃO DE SEBO E PRODUÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO-MINERAL	transporte de ossos	veículo aberto	veículo fechado	veículo frigorífico
	armazenagem de ossos	em pátio aberto	em local fechado	câmara fria
	carga e descarga da autoclave autoclave	nenhum queima em caldeira	condensador de contato direto e queima em caldeira	condensador de contato direto ou de superfície mais pós-queimador ou absorvedor
	estocagem de ossos em pátio para maturação	nenhum	captação dos gases e pós-queimador	captação dos gases e pós-queimador
	moagem de ossos em moinho de martelo	nenhum	filtro de tecido	filtro de tecido
AVES	transporte de terceiros para graxaria	nenhum	caminhão fechado	caminhão frigorífico
	transporte do abat. p/ graxaria	transp. de correia transp.pneumático, p/ veículo	transporte pneumático	transporte pneumático
	carga e descarga de digestores	nenhum ciclone, condensador de contato direto e queima em caldeira.	ciclone, condensador de contato direto e queima em caldeira	ciclone, condensador de superfície ou condensador de contato direto, mais pós-queimador ou absorvedor
	carga e descarga de autoclaves	nenhum	condensador de contato direto e queima em caldeira	condensador de contato direto ou de superfície mais pós-queimador ou absorvedor
	autoclaves			

**TABELA 12 - CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**

GRAXARIA	FONTES	SISTEMA ENCONTRADO	CONTROLE ACEITÁVEL	MELHOR TECNOLOGIA
<b>PEIXE</b>	lavagem de caminhão, pá- tio de descarga e equi- pamentos lavagem de pisos lavagem de gases	câmara separadora de óleo/filtro anaeróbio  nenhum câmara separadora de óleo/filtro anaeróbio	grudeamento separação de óleos e graxas tratamento biológico	grudeamento e flotação tanque equalização/homoge- neização tratamento biológico tratamento em conjunto com indústria de pesca
<b>BOVINOS/SUÍNOS</b>	lavagem de caminhão lavador de gases lavagem de sebo	peneira estática câmara separadora de óleo - lagoa anaeróbia e lagoa aerada do ma- tadouro	grudeamento separação de óleos e graxas tratamento biológico	grudeamento flotação equalização/homogeneiza- ção tratamento biológico tratamento em conjunto com matadouro, com isola- mento de sangue
<b>OBTEÇÃO DE SEBO E PRODUÇÃO DE ADUBO ORGANO-MINERAL</b>	lavagem de caminhão lavagem de pisos lavagem de equipamento lavagem de sebo	câmara separadora de de óleo nenhum nenhum vendida a terceiros	grudeamento separação de óleos e graxas tratamento biológico	grudeamento flotação equalização/homogeneiza- ção tratamento biológico
<b>AVES</b>	peneiras e tanque se- parador de óleo água de lavagem de gases lavagem de pisos e equipamentos	sistema de tratamento de águas residuárias do abatedouro  idem ou lagoa  sistema de tratamento de águas residuárias do matadouro	grudeamento separação de óleos e graxas	flotação equalização/homogeneiza- ção tratamento biológico tratamento em conjunto com abatedouro  tratamento em conjunto com abatedouro

- . Mudança de processo nas graxarias de aves, passando a retirar o óleo das vísceras através de prensagem evitando assim a água da autoclave (cerca de 60 m<sup>3</sup>/dia para abatedouro de 50.000 aves/dia).
- . O prédio industrial deve ter paredes e piso sem porosidade. Acabamento sanitário.
- . Graxarias com lay-out adequado.
- . Graxarias dimensionadas para processar somente matéria prima do abatedouro de aves.
- . Obrigação de fabricação de farinha de sangue.
- . As graxarias devem ser em galpão fechado, compartimento.

#### G. MEDIDAS OPERACIONAIS

- . A matéria prima deve ser processada de imediato.
- . No caso de falta de energia ou queima de equipamentos a matéria prima deve ser armazenada em câmara frigorífica.
- . Lavagem de pisos e equipamentos com água quente.
- . Automatização da alimentação dos digestores e autoclaves.

#### H. INDÚSTRIA DO GÊNERO VISITADA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE

Indústria: Valcar Enterprises of Texas, Inc.  
Local : 1240 Sargent Road - Dallas, TX 75216  
Contato : Floyd Perry  
General Manager  
Tel.: (214) 948-7501

Trata-se de uma planta de produção de sebo industrial e de adubo de osso. De acordo com os técnicos presentes, o sistema de controle para odores implantado correspondia ao que de melhor existia na ocasião. Este é constituído de condensadores e lavadores (torres de enchimento), utilizando hipoclorito como solução absorvente. A sofisticação do sistema se configura não somente pela concepção dos equipamentos de controle instalado, mas sobretudo pelo controle de todo o ar do ambiente interno da planta, que também é tratado nos lavadores existentes.

#### 4.3. INDÚSTRIAS DE FABRICAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS

##### A. INTRODUÇÃO

A emissão de odores nas indústrias de fabricação de óleos e gorduras está principalmente relacionada com as operações de desodorização e refinação do produto final.

No transcorrer do desenvolvimento deste trabalho, merece destaque as avaliações feitas do processo a vácuo para desodorização/refinação física de óleos e gorduras através de condensação direta de vapor. Tal processo foi desenvolvido pela "SANBRA Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro" e tem a finalidade de reduzir o consumo de energia, normalmente gasta nos processos convencionais, além de controlar os odores.

##### B. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE DESODORIZAÇÃO

A desodorização de óleos vegetais consiste em uma destilação por arraste a vapor dos produtos que contém hidrocarbonetos insaturados voláteis, de composição mal definida, que conferem odor e sabor ao óleo.

A operação é efetuada a alta temperatura para aumentar a volatilidade dos componentes odoríferos e opera-se a alto vácuo, para evitar a degradação do óleo por hidrólise.

Na desodorização também são eliminados alguns compostos, que não conferem sabor, como esteróis e tocoferóis (vitamina E).

##### C. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PROCESSOS DE DESODORIZAÇÃO IMPLANTADOS EM TRÊS INDÚSTRIAS

###### C.1. Características do Sistema de Desodorização

## C.1.1. Anderson Clayton

Na Anderson Clayton, os três sistemas de desodorização semi-contínuos apresentam as seguintes características:

- Desodorizador Gudler - 250
  - . produção: 107 t/dia
  - . vapor direto: 153 kg/h
  - . vapor dos ejetores (booster + indireto): 750 kg/h
  - . vazão da água barométrica: 126 m<sup>3</sup>/h
  - . temperatura de vapor direto: 193°C
  - . pressão no desodorizador: 6 mm Hg
  
- Desodorizador Gudler - 260
  - . produção: 140 t/dia
  - . vapor direto: 177 kg/h
  - . vapor dos ejetores (booster + indireto): 800 kg/h
  - . pressão de desodorização: 6 mm Hg
  
- Desodorizador Mazziero - 270
  - . produção: 160 t/dia
  - . vapor direto: 200 kg/h
  - . vapor dos ejetores (booster + indireto): 870 kg/h
  - . vazão da água barométrica: 220 m<sup>3</sup>/h
  - . pressão de desodorização: 6 mm Hg

De acordo com informações do representante da indústria tem-se que:

- . a temperatura do vapor direto em todos os desodorizadores é de 193°C;
- . basicamente só se desodoriza óleo de soja;
- . a remoção de voláteis condensáveis é da ordem de 0,2%;
- . o sistema de vácuo é constituído por 01 booster e 02 ejetores.

### C.1.2. Sanbra - Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro

Na Sanbra existem três sistemas de desodorização semi-contínuos com as capacidades de 450 t/d, 200 t/d e 50 t/dia.

No desodorizador de 450 t/d foi implantado o sistema proposto que apresenta as seguintes características:

- . vapor direto: 300 kg/h
- . vazão da água barométrica: 50 m<sup>3</sup>/h
- . temperatura do desodorizador: 260°C
- . pressão de desodorização: 4,2 mm Hg

De acordo com informações do representante da indústria tem-se que:

- . no próprio desodorizador é feita pré-condensação de substâncias voláteis; com isto a perda de voláteis na coluna barométrica é de cerca de 0,1%;
- . o vapor motriz do desodorizador é feito por um booster pequeno (ejetor) e dois ejetores;
- . basicamente só se desodoriza óleo de soja.

### C.1.3. Refinadora de Óleos Brasil

A Refinadora de Óleos Brasil possui três sistemas de desodorização com as seguintes características:

- Desodorizador contínuo nº 1
  - . produção: 150 t/dia
  - . consumo de vapor direto: 187,5 kg/h

- Desodorizador semi-contínuo nº 2
  - . produção: 55 a 60 t/dia
  - . consumo de vapor direto: 75 kg/h
  
- Desodorizador semi-contínuo nº 3
  - . produção: 130 t/dia
  - . consumo de vapor: 162,5 kg/h

De acordo com as informações do representante da indústria, a temperatura do vapor direto em todos os desodorizadores é de 185°C e basicamente desodoriza óleo de soja, milho e babaçu.

## C.2. Processo de Condensação dos Vapores dos Desodorizadores

### C.2.1. Anderson Clayton

O processo de condensação dos vapores de desodorização, existente na Anderson Clayton (Figura 16), consiste na utilização de água, a temperatura de 35 a 40°C e com vazão de 126 m<sup>3</sup>/h (Gudler) e 220 m<sup>3</sup>/h (Mazziero). Esta água, que é o meio condensante (1), entra nos condensadores (2) e se incorpora aos vapores provenientes do desodorizador (3) basicamente constituídos de vapor d'água com pequenas quantidades de substâncias orgânicas e incondensáveis. Dos condensadores atinge o tanque de água quente (4) e daí segue para sistema de flotação (5). Nesta etapa separam-se parte da matéria orgânica - graxa (6), que é enviada para a saboaria e o descarte do excesso de água condensada (10), enviada para a ETA. Do flotador a água passa por um trocador de calor (9) (tipo tubo-carcaça) onde é resfriada e retorna aos condensadores.

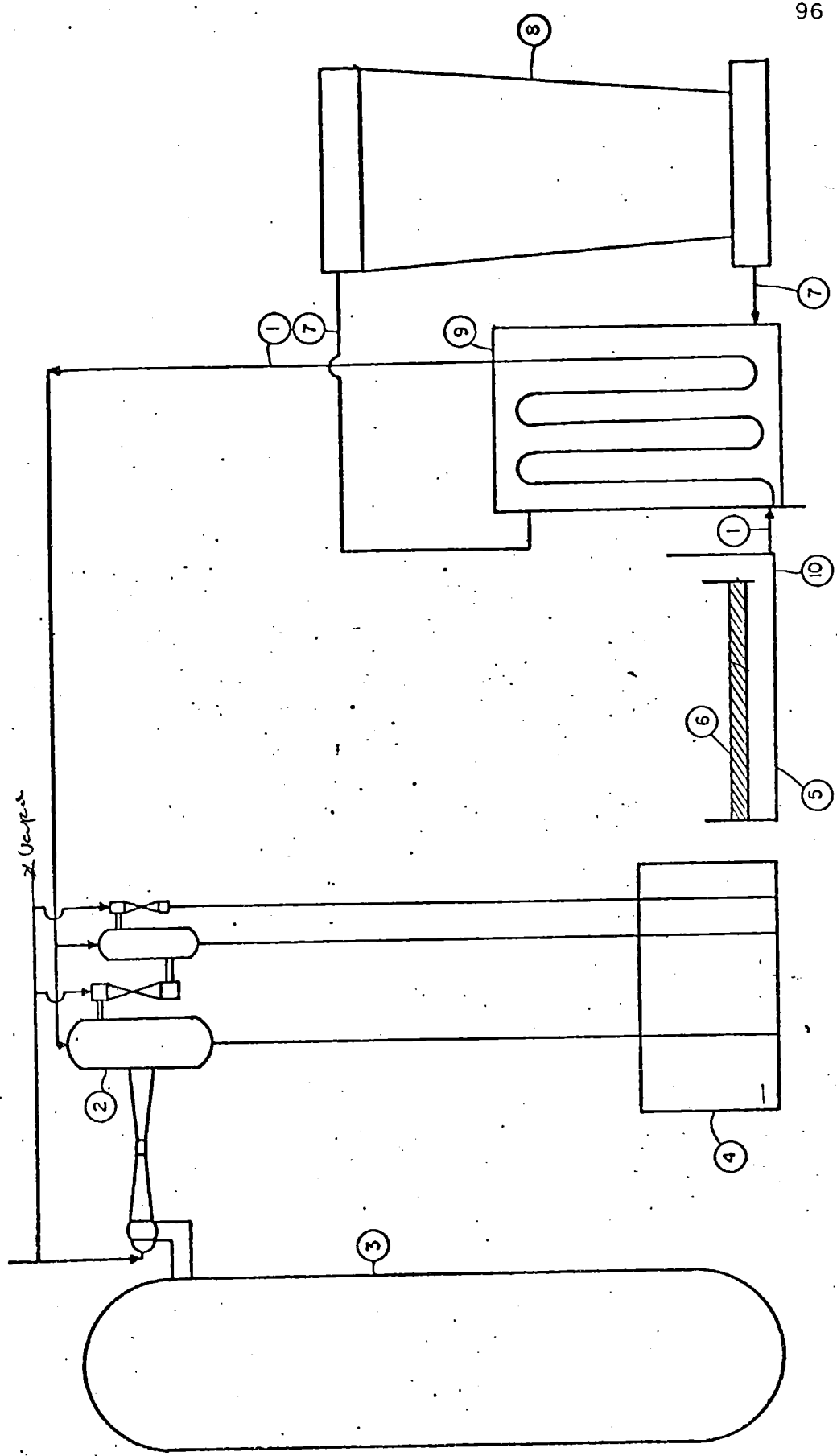


FIGURA 16. FLUXOGRAMA DE CIRCULAÇÃO DAS ÁGUAS DO CONDENSADOR BAROMÉTRICO - PROCESSO CONVENCIONAL/MODIFICADO

O resfriamento das águas em (9) é feito com água limpa proveniente das torres de refrigeração (8) e que se constitui num circuito a parte.

No processo convencional o resfriamento das águas dos condensadores era feito na própria torre de resfriamento (8); desta forma este local se constituía na fonte geradora de odores desagradáveis.

#### C.2.2. Sanbra - Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro

O processo de condensação dos vapores de desodorização proposto pela Sanbra (Figura 17), consiste na utilização de solução de cloreto de sódio (1) a 15 - 24%, a temperatura de 5 a 15°C negativos e com vazão de 50 m<sup>3</sup>/h. Esta solução, que é o meio condensante, ao entrar no condensador barométrico de contato direto (2) encontra os vapores da desodorização (3), basicamente constituídos de vapores de água com pequenas quantidades de substâncias orgânicas e incondensáveis. Do condensador, a solução de cloreto de sódio, adicionada da água dos condensados, vai por gravidade a um flotor-resfriador (5), onde a matéria orgânica (6) é separada por flotação. Posteriormente a solução, já purificada, é resfriada (5 a 15°C negativos) com o auxílio de um fluido refrigerante (7) e retorna ao condensador com o auxílio da bomba centrífuga (8).

Os incondensáveis, juntamente com o vapor de saturação, são removidos e comprimidos através de ejetores e/ou bombas de vácuo (4) e encaminhados à caldeira de fluido

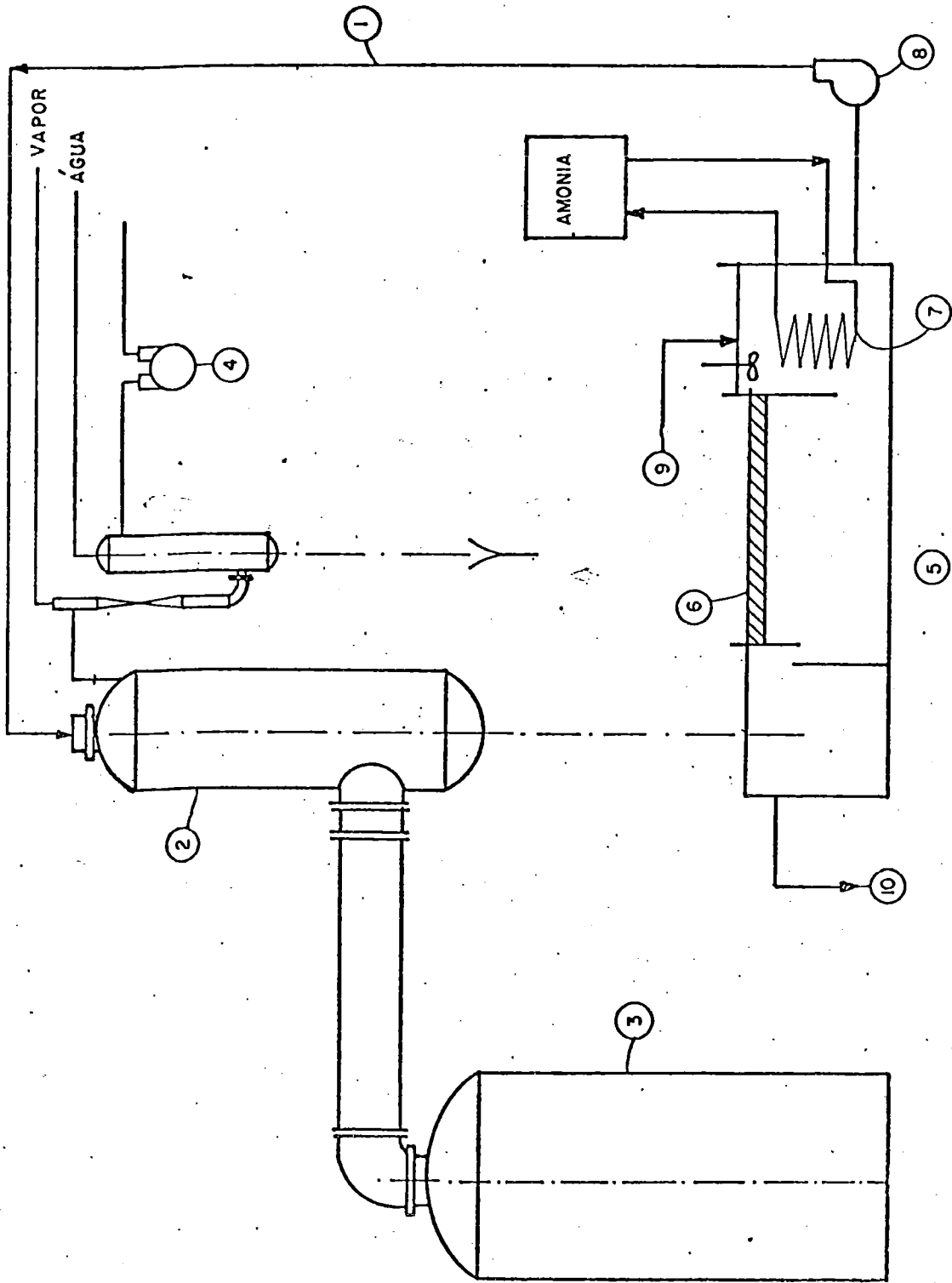


FIGURA 17 FLUXOGRAMA DE CIRCULAÇÃO DA ÁGUA DO CONDENSADOR BAROMÉTRICO PROCESSO PROPOSTO PELA "SANBRA"

térmico, onde são eliminados por combustão. Desta forma, a água das colunas barométricas, circula num circuito fechado.

### C.2.3. Refinadora de Óleos Brasil

O processo de condensação dos vapores provenientes dos desodorizadores existentes na Refinadora de Óleo Brasil (Fígura 18), é efetuado através da utilização de água a temperatura de 30°C, a qual entra nos condensadores (2) em contra corrente com os vapores precedentes dos desodorizadores (1) e saem dos mesmos a 40°C, atingindo um poço de água quente (3) com vazão de 280 m<sup>3</sup>/h, e em seguida é enviada ao sistema de flotação (4). No flotador separam parte da matéria orgânica graxa que é encaminhada a saboaria.

Do sistema de flotação, esses efluentes líquidos são enviados à torre de resfriamento (5) e após o resfriamento retornam aos condensadores.

Devido ao grande volume de água utilizada, esta é usada em circuito fechado.

Tanto no poço quente, quanto na torre de resfriamento há emanação de compostos odoríferos da água para o ar, ocasionando problema de poluição do ar.

### C.3. Análise

Comparando-se os três processos de condensação de vapores provenientes dos desodorizadores, observa-se que:

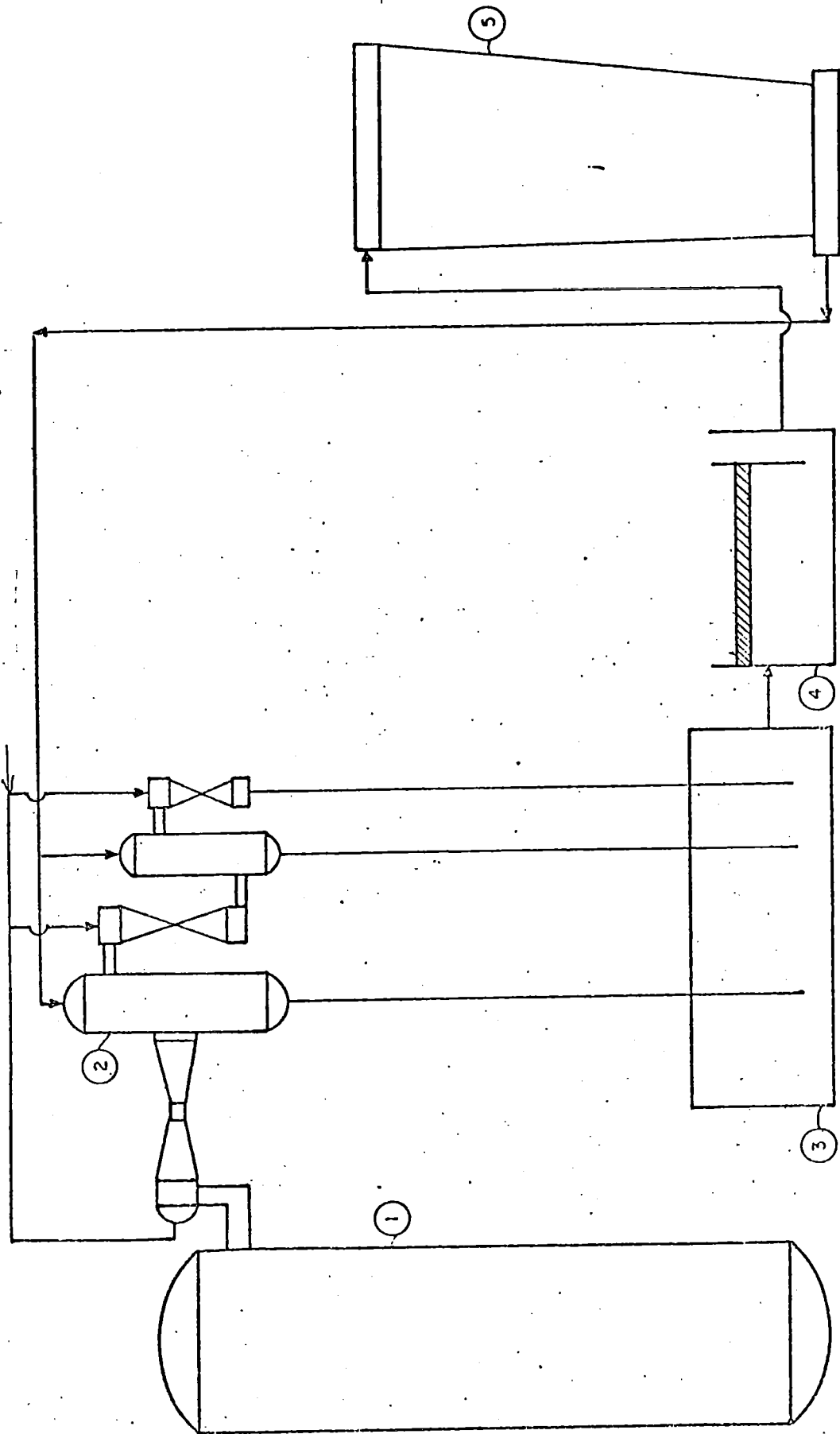


FIGURA 18 FLUXOGRAMA DE CIRCULAÇÃO DA ÁGUA DO CONDENSADOR BAROMÉTRICO PROCESSO CONVENCIONAL UTILIZADO PELA REFINADORA DE ÓLEO BRASILEIRO.

C.3.1. No que diz respeito a poluição atmosférica:

- O processo utilizado na Anderson Clayton (Figura 16), apesar de resolver em parte o problema com relação a emissão de odores, não é eficiente, tendo em vista que durante a visita foi constatada a emissão de substâncias odoríferas localizada no recinto que abriga o flotador.
- A Refinaria de Óleo Brasil, não possui nenhum sistema para controlar a emissão de odor proveniente do poço quente e da torre de resfriamento e durante a visita, foi constatada a emissão de odores na atmosfera.

Ressalte-se no entanto, que, de acordo com as informações do representante da indústria, futuramente ela pretende utilizar solução de hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio para oxidar os ácidos graxos voláteis e com isso reduzir a emissão de substâncias odoríferas.

- Não foi possível nos aprofundarmos mais no estudo do processo de desodorização proposto pela Sanbra, por falta de dados técnicos que a própria Sanbra declarou não ter condições de fornecer. Porém salientamos que:

- . pelo processo proposto pela Sanbra verifica-se que a solução de salmoura a  $-10^{\circ}\text{C}$  permite uma retenção das substâncias voláteis que na temperatura ambiente são incondensáveis, além de separá-las totalmente da água, haja vista que a solução de salmoura sai limpa;

a presença de salmoura requer cuidados especiais com os equipamentos, uma vez que estes estarão sujeitos a corrosão;

. o processo em si reduz consideravelmente o consumo de água de condensação o que implica em redução de volume de despejos líquidos industriais.

C.3.2. No que diz respeito a poluição das águas verifica-se que:

- . no processo convencional a água de resfriamento apresenta uma vazão de 126 m<sup>3</sup>/h a 220 m<sup>3</sup>/h enquanto que no processo proposto a vazão cai para 50 m<sup>3</sup>/h, isto é, cerca de 04 vezes menos;
- . no processo proposto observa-se uma separação total entre a matéria orgânica graxa condensada e a solução no flotador, como consequência da baixa temperatura e do meio eletrolítico (Na Cl) em que se encontra as mesmas;
- . no processo convencional a água de descarte do flotador apresenta um aspecto turvo, proveniente das matérias orgânicas graxas não retiradas no mesmo.

As águas de descarte do flotador são enviadas para as ETEs para tratamento enquanto que o material orgânico retido no flotador é enviado para a saboaria.

A Sanbra pretende instalar um flotador mecanizado, para retirar a matéria graxa continuamente, tendo em vista a recuperação do tocoferol (vitamina E).

#### D. CONCLUSÃO

Levando-se em consideração o estudo efetuado sobre o processo de desodorização/refinação física de óleos e gorduras através da condensação direta do vapor, proposto pela Sanbra, embora sem possuir dados técnicos detalhados, podemos concluir que o referido processo apresenta as seguintes vantagens em relação ao processo convencional:

- . baixo consumo de energia e água de condensação;
- . ausência de odores na unidade em fase experimental;
- . total separação por flotação da matéria orgânica graxa, o que garante a ausência desta substância na água de descarte do flotador.

#### 4.4. TORREFAÇÃO DE CAFÉ

##### A. INTRODUÇÃO

A maneira mais fácil e antiga de se realizar a torrefação de café é por contacto direto com os gases quentes produtos da queima de combustíveis em unidades cilíndricas rotativas. De modo a se ter menores emissões de poluentes, deve-se selecionar, preferivelmente o gás como combustível.

Estas unidades são projetadas para processar de 90 a 250 kg de grãos verdes em ciclos de 15 a 20 minutos, mantendo normalmente uma temperatura de cerca de 200°C. Uma certa quantidade de água é adicionada ao se completar a torrefação tendo em vista resfriar os grãos antes destes deixarem o torrefador. Este resfriamento é completado através de injeção de ar, após o qual os grãos seguem para classificação com o objetivo da retirada de impurezas indesejáveis.

O torrefador e outros componentes (resfriador) são normalmente equipados com ciclones para remover poeiras dos gases de exaustão. As unidades convencionais de pequena capacidade operam em bateladas. As unidades mais modernas, de capacidades maiores, operam continuamente.

##### B. POLUIÇÃO DO AR

De um modo geral, no beneficiamento dos grãos de cafés, são emitidos para a atmosfera poeiras, cascas, nevoas oleosas, fumaça e odores, sendo estes os principais dentre todos os poluentes emitidos.

Os odores da torrefação de café são atribuídos aos alcoois, aldeidos, ácidos orgânicos, compostos de nitrogênio e enxofre, que são provavelmente produtos da quebra de cadeias de açúcares e óleos. Os odores de ca

fé torrado são considerados, de início, agradáveis para muitas pessoas e, na verdade, os mesmos são em certas condições. Frequentemente, a exposição contínua aos gases não controlados levam a sérios problemas de reclamações das populações envolvidas. O aroma agradável em exposições curtas se transformam em cheiro desagradável quando as mesmas se transformam em exposições de longa duração.

A fumaça branca visível são provocadas pelos óleos destilados e pela quebra dos produtos orgânicos.

### C. EQUIPAMENTOS DE CONTROLE PARA A POLUIÇÃO DO AR

Normalmente utilizam-se combinações de ciclones e pós-queimadores. Estes são necessários para a destruição dos odores emitidos na torrefação, sendo necessário para tanto a manutenção de uma temperatura ao redor de 700°C.

O pós-queimador de um torrefador deve ser sempre precedido de um ciclone para remoção de grande parte do material particulado. Um tempo de residência igual a 0,3 segundos é suficiente para incinerar muitos vapores e partículas de pequeno diâmetro a 700°C. Entretanto, maiores temperaturas e tempos de residências podem ser necessários para queimar partículas sólidas de diâmetro maiores.

Embora os pós-queimadores sejam os equipamentos mais utilizados para o controle de odores em torrefação de café, outros equipamentos tem sido utilizados. No desenvolver do projeto em questão, pode-se avaliar uma instalação que utiliza ciclone e um lavador com solução química como equipamento de controle. Trata-se da indústria "Torrefação e Moagem Café Menezes Ltda." , situada no Município de Santos do Estado de São Paulo. Segue-se a descrição da referida avaliação.

D. AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR INSTALADOS NA "TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉ MENEZES LTDA."

D.1. Informações Gerais

A firma Torrefação e Moagem Café Menezes Ltda. instalou um sistema de controle de poluentes constituído por um ciclone e um lavador com solução química como equipamentos de controle. Devido a muitos problemas operacionais, o pós-queimador anteriormente instalado foi substituído pelo lavador acima.

O projeto e instalação foi executado pela Thermoken Mecânica Ltda. - ME.

D.2. Características das Fontes de Poluição

As fontes consideradas são o torrador de café e a peneira de resfriamento de café torrado.

- Torrador

Tipo : Rayar  
Capacidade de torra : 7 sacos por batelada  
Consumo de óleo para torra: 20 a 60 kg/h  
Tipo de óleo : diesel

- Peneira

Tipo : circular  
Resfriamento : com ar

D.3. Características do Sistema de Controle

- Sistema de ventilação

. captação: na peneira de resfriamento e no torrador, que se juntam a um mesmo ventilador centrífugo.

- . vazão de ventilador: 472,2 m<sup>3</sup>/h
- . pressão estática : 813 mm CA
- . potência do motor do ventilador: 5 HP

- Pré-coletor

- . tipo: 01 ciclone
- . dimensões: corpo =  $\varnothing$  1200 mm, H = 1400 mm  
cone =  $\varnothing$  1200 mm para  $\varnothing$  100 mm,  
H = 1400 mm  
 $\varnothing$  saída do gás = 400 mm
- . caixa coletora de pó: 4 m<sup>3</sup>

- Equipamento de controle

- . tipo: lavador de sprays com anteparos direcionais, filtro de fibra de vidro e eliminador de névoas.
- . descrição: o lavador é constituído de um cilindro encamisado, no qual circula a solução de lavagem, que é pulverizada no interior do cilindro. Os anteparos direcionais instalados ao longo do cilindro são utilizados para mudança na direção do fluxo gasoso. Após o cilindro, o equipamento possui um filtro de fibra de vidro seguido de um eliminador de névoas.
- . vazão do efluente gasoso na saída: 355,2 m<sup>3</sup>/h
- . anteparos direcionais: 04 cônico difusores  
03 cônico concêntricos
- . filtro de fibra de vidro: malha 70  
área de filtragem = 1,0m<sup>2</sup>
- . líquido de lavagem: solução tenso ativo composto de óleo de mamona parcialmente saponificado, hidróxido de sódio e sulfato de sódio (3% em volume de compostos na solução).
- . pH da solução: 8,5

- . vazão do líquido de lavagem: 4,5 l/min por bico (total 18 bicos)  
1,5 l/min por bico (total 06 bicos)
  - . pressão no bico: 3,2 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo)
  - . bomba centrífuga: vazão disponível = 12 m<sup>3</sup>/h  
pressão disponível = 60 psi
  - . trocador de calor (radiador): área de troca  
2,4 m<sup>2</sup>
  - . água evaporada: 20 l/h
  - . perda de carga: 450 mm CA
  - . capacidade do tanque de recirculação da solução: 800 l
  - . temperatura da solução: 60°C
  - . eficiência de coleta de material particulado: 95% peso
  - . eficiência de coleta de NOx: 98% peso
  - . eficiência de coleta de ácidos orgânicos: 98% peso
- Resíduo
- . resíduo sólido: será coletado mecanicamente sendo posteriormente incinerado ou reaproveitado como matéria prima para indústrias químicas.
  - . resíduo líquido: será corrigido e reaproveitado no processo.

#### D.4. Análise Técnica

O processo apresenta um ozonizador para o controle das emissões de aldeídos com eficiência de controle teórica de 99% em peso. Sendo apenas uma proposta de controle, o equipamento não foi instalado. A utilização do ozonizador torna-se inviável

devido à emissões não serem constantes, ao excesso de ozônio ser prejudicial para o ser humano e , além disso, ser um produto corrosivo.

No dia 26.08.87 visitamos a Café Menezes e constatamos que o sistema de controle estava em funcionamento e era constituído de um ciclone e um lavador de gases. Através de um tubo de PVC de 4" , desviamos parte do efluente gasoso da chaminé para a nossa direção. Constatamos que este efluente gasoso estava levemente irritante para os olhos e o odor era levemente perceptível. Devido a grande quantidade de vapor, foi colocado um balde de plástico com a boca voltada para a chaminé e constatamos odor levemente perceptível na água, que condensou no interior do balde. Foi constatado que no balde não havia vestígios de material particulado e que o condensado se apresentava com aparência de água limpa.

No mesmo dia fomos visitar a firma Café Floresta, onde o único equipamento de controle instalado era um ciclone. Não pudemos desviar o efluente gasoso da chaminé devido às condições físicas do local, mas pudemos através de uma porta de inspeção localizada no ciclone, sentir a uma certa distância fortes odores. Através de um pequeno buraco no ciclone, pudemos sentir fortes odores e em pouco tempo de exposição, tornava-se insuportável a permanência no local devido ao lacrimejamento.

Baseados em informações bibliográficas e na visita realizada, sugerimos que se instale um resfriador de gases para condensar os vapores emitido na chaminé, que reduzirá a pluma branca e ao mesmo tempo reterá parte do odor observado no condensado.

O resíduo líquido deve ser descartado periodicamente, devido a formação de sais solúveis em água.

Uma das principais vantagens deste tipo de equipamento de controle, além do baixo custo de operação em relação ao pós-queimador é de que o mesmo não pode ser desligado durante a operação de torra, porque os gases quentes podem danificar os bicos de plástico do lavador.

#### D.5. Conclusão

O sistema pode ser considerado eficiente desde que sejam atendidas as seguintes exigências:

- . instalar um resfriador de gases pós o lavador de gases;
- . instalar um medidor de pH;
- . instalar um medidor de vazão e de pressão do líquido de lavagem;
- . instalar manômetros em "U" para verificar a perda de carga em cada equipamento de controle de poluentes;
- . deverão ser feitos furos para coleta de amostras dos gases nos seguintes pontos:
  - entre o ciclone e lavador de gases
  - entre o lavador de gases e o resfriador
  - após o resfriador de gases
- . deverão ser dispostos adequadamente os resíduos líquidos e sólidos.

Caso se constate no futuro emissão considerável de poluentes (material particulado e/ou odores) que venha a incomodar a vizinhança, devido a mudança de processo e/ou queda na eficiência dos equipamentos de controle, a firma deverá melhorar a eficiência e/ou instalar um equipamento adicional.

#### 4.5. INDÚSTRIAS DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE - PROCESSO KRAFT

##### A. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento da execução do presente projeto, ficou caracterizada a importância de se realizar algumas visitas a indústrias de celulose bem como de se realizar reuniões internas com técnicos que tem atendido, na CETESB, estes tipos de indústria. Tais atividades culminaram com a execução de um trabalho denominado "Proposta de Uniformização de Exigências Técnicas e Procedimentos junto às Indústrias de Fabricação de Celulose - Processo Kraft", o qual passamos a descrever abaixo.

O controle da poluição ambiental na indústria de celulose, tanto no aspecto preventivo como corretivo, para atendimento à legislação em vigor, deve prever a implantação da melhor tecnologia de controle prática disponível.

Para uniformização de procedimentos junto a essas indústrias, quanto à Exigências Técnicas, Avaliação e Fiscalização, considerando o porte da indústria, localização e relação com a comunidade, propõe-se o seguinte critério:

Estabelecimento de três níveis de exigências, sendo a primeira etapa constituída de medidas de controle mínimas para todas as empresas independente de porte, localização ou outros fatores de influência e a seguir medidas adicionais, conforme a evolução do caso, de forma a firma não perder o investimento inicial.

Tendo como base as situações de controle existentes no Estado de São Paulo, pode-se definir os três níveis supra citados conforme segue:

Nível 1 - Empresas que devem atender exigências mínimas de controle.

Nível 2 - Empresas que devem ser controladas conforme a melhor tecnologia de controle disponível.

Nível 3 - Empresas que, por estarem localizadas em áreas de maior restrição devem implantar a melhor tecnologia de controle disponível, assim como, não podem aumentar a carga remanescente, independente do aumento de produção ou áreas construídas.

#### B. PROCEDIMENTO ADMINISTRATIVO

Deve ser solicitado a cada firma, através dos documentos legais (AIIPA ou Intimação) a apresentação de plano de controle contendo no mínimo as exigências conforme o nível que a empresa for enquadrada, concedendo-se prazo adequado para as providências que forem necessárias.

Este procedimento deve ser utilizado tanto para controle corretivo como preventivo.

No caso de implantação de indústria fora de área com lei específica, o interessado deve ser orientado a solicitar parecer de viabilidade de localização para o novo empreendimento.

Nas áreas com Leis Específicas (Região Metropolitana, Bacias dos Rios Piracicaba, Mogi-Guaçu e Pardo) foram proibidas a instalação de novas indústrias de celulose.

As ações que a CETESB vem desenvolvendo junto as indústrias de celulose, devem ser adaptadas para a nova sistemática, sem prejuízo do que foi exigido anteriormente, de forma complementar e com embasamento técnico suficiente, para justificar a exigência de novas medidas de controle.

## C. POLUIÇÃO DO AR

### C.1. Níveis de Exigências

Estes são estabelecidos de acordo com a Tabela 13

**TABELA 13 - NÍVEIS DE EXIGÊNCIAS (AR)**

<p>Exigências Mínimas</p>	<p><u>NÍVEL 1</u></p> <p>a. produção média menor que 150 t/dia</p> <p>b. localizadas fora das áreas com Leis Específicas</p> <p>c. sem reclamações</p> <p>d. bem localizadas em relação a centros urbanos</p>
<p>Melhor Tecnologia Prática Disponível</p>	<p><u>NÍVEL 2</u></p> <p>indústrias que não atendam à pelo menos um dos itens do Nível 1</p>
<p>Melhor Tecnologia de Controle e Não Pode Aumentar Carga Residual</p>	<p><u>NÍVEL 3</u></p> <p>indústrias localizadas em áreas com Leis Específicas (Região Metropolitana, Bacias dos Rios Piracicaba, Mogi-Guaçu e Pardo)</p>

### C.2. Exigências Técnicas

De acordo com os níveis acima estabelecidos, a Tabela 14 apresenta as exigências técnicas correspondentes.

**TABELA 14 - EXIGÊNCIAS TÉCNICAS ESTABELECIDAS PARA OS NÍVEIS 1, 2 e 3 PRÉ-ESTABELECIDOS**

		NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
		a) bem localizadas b) produção < 150 T/Dia c) A/ reclamações d) fora da área com Leis Específicas	Não atende à pelo menos 1 dos itens do Nível 1	Localizadas em área com Leis Específicas
FONTE	EXIGÊNCIAS	EXIGÊNCIAS ADICIONAIS ÀS DO NÍVEL 1	EXIGÊNCIAS ADICIONAIS	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digestores contínuos ou Batch</li> <li>Flash tanques</li> <li>Bio-Tank</li> <li>Evaporador de múltiplo efeito</li> </ul>	Condensadores de superfície e Condensadores de contato direto com água	Pós-queima dos gases não condensáveis em Incinerador específico ou forno de cal. Coluna de Stripping para condensados contaminados.	Todas as Exigências do Nível 2. Se for região saturada por outros poluentes, que não os especificados no Nível 2, deverão ser feitas novas exigências para controle desse poluente. Dependendo do caso, serão estabelecidos os níveis de emissão máximos permitíveis para cada poluente, ficando a empresa obrigada a comprovar através de amostragem de chaminé, quanto emite por fonte. Para ampliação da área construída será necessário.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respiros dos tanques de quebra vácuo dos filtros de massa</li> <li>Filtros de lavagem de massa</li> <li>Engrossadores</li> <li>Peneira de lã</li> <li>Poço quente</li> <li>Respiro da coluna barométrica</li> </ul>		Pós-queima e Stripping dos condensados contaminados.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respiros dos tanques de armazenamento do licor negro forte ou fraco</li> <li>Respiros dos tanques de mistura</li> </ul>		Pós-queima	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coluna de Stripping</li> <li>Coluna de Retificação</li> </ul>		Pós-queima	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caldeira de recuperação - Contato direto</li> </ul>	Oxidação do licor negro Precipitador Eletrostático	Dupla oxidação do licor negro 99% de eficiência - Monitoramento contínuo de TRS, CO e O <sub>2</sub> **Medidas operacionais e complementares	a) atender todas as exigências anteriores nos três níveis; b) mudança do processo produtivo que reduza a carga poluidora;
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caldeira "Odor Leve"</li> </ul>	Precipitador Eletrostático	Condensação dos gases do evaporador de superfície - Incineração dos gases não condensados do evaporador de superfície Monitoramento contínuo de TRS, CO e O <sub>2</sub> **Medidas operacionais e complementares	c) comprovação econômica da necessidade de aumento de área construída, além daquela necessária para mudança do processo, para viabilizar a redução da carga poluidora
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Torres de Oxidação</li> </ul>		Incinerção dos gases das torres de oxidação	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forno de Cal</li> </ul>	Lavadores de média eficiência	Lavador Venturi ou Precipitador Eletrostático Monitoramento de TRS, CO e O <sub>2</sub> ** Medidas Operacionais	d) não poderá haver aumento da carga remanente para SO <sub>2</sub> , TRS e MP.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanque de Dissolução</li> </ul>	Lavadores de média eficiência	Torres de absorção *** Medidas operacionais e complementares	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caldeira de Força (utilização de cascas como combustível)</li> </ul>		Multiplicione Em áreas saturadas devido a material particulado, a exigência será para precipitador eletrostático	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incinerador de Gases</li> </ul>		Em áreas saturadas devido a SO <sub>2</sub> , será necessário controlar os gases através de torre de absorção	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Setor de Branqueamento</li> </ul>	Lavador para todos os pontos de emissão de cloro	Torre de Enchimento	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanques de caustificação</li> </ul>		Lavadores tipo ciclônico	

### C.3. Medidas Operacionais e Complementares

#### Para Caldeira de Recuperação

1. A caldeira de recuperação deverá sempre operar abaixo de sua capacidade nominal.
2. A caldeira de recuperação deverá dispor de entradas de ar primário, secundário e terciário para a combustão.
3. Os ventiladores de ar para combustão deverão ter capacidade suficiente de vazão e pressão.
4. O sistema de distribuição de ar para combustão deverá dispor de válvulas ou registros para sua regulagem.
5. A caldeira deverá dispor de visores colocados em locais estratégicos da câmara de combustão (por exemplo: entrada de ar primário, secundário, terciário, parte superior lateral da fornalha, etc.) a fim de avaliar o processo de combustão.
6. A caldeira deverá dispor de meios para preaquecimento do ar primário para combustão.
7. A caldeira deverá ser operada de modo a se evitar o arraste do licor negro.
8. A caldeira deverá ser operada com camada de fundente bem abaixo da entrada de ar secundária.
9. A caldeira deverá ser operada com depressão suficiente (ou com sistema de selagem com ar comprimido na sua bica de retirada de fundentes) de modo a não haver emissão de gases de combustão através da bica de vazamento para dentro do tanque de dissolução.

10. A caldeira de recuperação deverá ser operada por funcionários treinados e familiarizados com os seus vários parâmetros de operação, a fim de otimizar o desempenho da caldeira em termos de emissão de poluentes (material particulado e substâncias odoríferas), queima de lixívia (recuperação de produtos químicos) e produção de vapor.
  
11. A caldeira deverá dispor de instrumentação básica a fim de se ter meios para se acompanhar o processo de queima de licor preto na mesma, assim como a produção de vapor, tais como:
  - . indicador com registrador da quantidade de ar primário, secundário e terciário.
  
  - . indicador com registrador da pressão e temperatura de ar primário, secundário e terciário.
  
  - . indicador com registrador da quantidade, temperatura, pressão, viscosidade, teor de sólidos e sulfidez da lixívia a ser queimada, por queimador.
  
  - . indicador com registrador da depressão e temperatura em vários pontos da caldeira.
  
12. A caldeira deverá dispor de chaminé de altura efetiva adequada, conforme a carga residual de poluentes (TRS) remanescentes e as características topográficas e meteorológicas da região de influência (impacto) das emissões odoríferas, de modo que estas emissões residuais não venham causar incômodos à comunidade.

### Para o Forno de Cal e Caustificação

1. Utilizar na caustificação água não contaminada com sulfetos orgânicos que por meio do emprego de água fresca (entrada do processo) ou água proveniente de um sistema de stripping.
2. Não sobrecarregar os filtros de lavagem de lama.
3. Operar o forno de cal com injeção de oxigênio visando com isto maior flexibilidade de operação (não sobrecarregar o forno de cal).
4. Operar o forno de cal com temperatura terminal (local de entrada da lama) alta.
5. O forno de cal deverá dispor de instrumentação básica a fim de se ter meios para se acompanhar o processo de calcinação, tais como:
  - . indicador com registrador de quantidade de lama alimentada.
  - . teor de sólidos na lama alimentada.
  - . consumo de óleo.
  - . consumo de oxigênio.
  - . indicador com registrador da temperatura dos efluentes gasosos no local de entrada da lama.

### Para o Tanque de Dissolução

1. Utilizar no tanque de dissolução, líquido não contaminado com sulfetos orgânicos.
2. Utilizar água limpa em abundância antes do equipamento de controle para material particulado.

3. Projetar o sistema de ventilação de modo a evitar o arraste excessivo de material particulado.

#### D. POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

##### D.1. Níveis de Exigências

Estes são estabelecidos de acordo com a Tabela 15

**TABELA 15 - NÍVEIS DE EXIGÊNCIAS (ÁGUA)**

<p>Exigências Mínimas</p>	<p><u>NÍVEL 1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. produção média menor que 150 t/dia</li> <li>b. localizadas fora das áreas com Leis Específicas</li> <li>c. sem reclamações</li> <li>d. com lançamento em corpos receptores longe de captações para abastecimento público</li> </ul>
<p>Melhor Tecnologia de Controle Prática Disponível</p>	<p><u>NÍVEL 2</u></p> <p>indústrias que não atendam à pelo menos um dos itens do Nível 1</p>
<p>Melhor Tecnologia de Controle e Não Pode Aumentar Carga Remanescente</p>	<p><u>NÍVEL 3</u></p> <p>indústrias localizadas em áreas com Leis Específicas (Região Metropolitana, Bacias dos Rios Piracicaba, Mogi-Guaçu e Pardo)</p>

## D.2. Exigências - Efluentes Líquidos

### Nível 1

- 1a. Atendimento ao artigo 18 e aos parâmetros do artigo relativo à classificação do corpo receptor.
- 1b. Instalar medidores com registradores de vazão nos afluentes e no efluente final tratado.
- 1c. Instalar dispositivos e medidas de segurança constituídos de barreiras, canais, tubulações amuradas, tanques de armazenagem, diques de contenção, lagoa de segurança, etc. de modo a eliminar descargas acidentais quer sejam através das unidades de produção, utilidades, armazenagem ou do tratamento de despejos líquidos, face a Portaria nº 124 de 20.08.80 do MINTER.

### Nível 2 - Exigências adicionais às do Nível 1

- 2a. Limitar a carga orgânica lançada em 3,6 kg DBO<sub>5</sub>/t celulose.
- 2b. Instalar medidores com registradores de pH nos afluentes.
- 2c. Implantar sistemas de segurança dotados de monitoramento qualitativo e quantitativo com alarme, no processo produtivo, que controlem e impeçam extravasões, derrames e vazamentos que ocorrem devido a falhas operacionais e de equipamentos, paralizações forçadas e de rotina, acidentes, etc.

### Nível 3 - Exigências adicionais às do Nível 2

- 3a. Outros equipamentos para amostragens e análises de parâmetros a serem definidos em cada caso.
- 3b. Atender às exigências das Legislação específica da área ou bacia hidrográfica, principalmente no tocante às cargas orgânicas residuais.

#### E. EXIGÊNCIAS TÉCNICAS - RESÍDUOS SÓLIDOS

1. Apresentar para análise da CETESB, projeto de aterro para disposição de resíduos sólidos, principalmente lodo do sistema de tratamento de águas residuárias e lama da caustificação ( $\text{CaCO}_3$ ) ou projeto de solução equivalente.
2. Não serão permitidas instalações de novas indústrias ou ampliação das existentes, de forma a superar a produção de 150 t/dia de celulose, sem forno de cal.

#### F. PRAZOS PARA CUMPRIMENTO DAS EXIGÊNCIAS TÉCNICAS

Os planos de controle de poluição, deverão conter um cronograma de obras e providências, cujos prazos máximos estão definidos na Tabela 16, conforme o Nível que a empresa se enquadra, tanto para o ar ou água.

Os prazos foram estabelecidos baseando-se nos tempos gastos por algumas empresas que já implantaram a melhor tecnologia prática disponível de controle de poluição e em outras que já possuem seus cronogramas aprovados.

Pode-se observar que nos casos onde as empresas de menor potencial poluidor não estão afetando a comunidade,

os prazos se estendem à 04 anos, o que é bastante compatível em termos de providências e investimentos.

Nos casos de resíduos sólidos, no plano de controle, os prazos para implantação dos aterros ou soluções equivalentes, devem coincidir com as etapas de implantação do tratamento primário do sistema de tratamento de águas residuárias, de modo que o início de funcionamento de ambos seja compatível, uma vez que o lodo desse sistema é o principal resíduo a ser disposto no aterro.

Para apresentação de projetos, deve sempre ser previsto prazo de 90 dias.

**TABELA 16 - CLASSIFICAÇÃO E PRAZOS DOS PLANOS DE CONTROLE**

CATEGORIA	NÍVEL		PRAZO	
	AR	ÁGUAS	AR	ÁGUAS
1	1	1	4	2
2	1	2	4	2
3	2	1	2	4
4	2	2	2	2
5	3	3	2	2

Nível - conforme definições

Prazo - em anos, a partir da data ZERO

#### G. ATIVIDADES

1ª Etapa - Por solicitação da DCON e DARE, em 23.05.88 foi realizada uma reunião com os responsáveis pelas áreas que controlam indústrias de celulose (vide relação das indústrias na

Tabela 17 ), a fim de uniformizar as exigências técnicas e procedimentos junto a essas empresas, uma vez que estavam ocorrendo divergências quanto a prazos, exigências técnicas e procedimentos administrativos.

Assim, entre os participantes, foi nomeado um grupo de trabalho para estudar as exigências técnicas e adaptá-las às condições existentes.

2ª Etapa - O grupo de trabalho se reuniu em 03 ocasiões a fim de elaborar a proposta para apreciação das Diretorias envolvidas.

3ª Etapa - Apreciação da proposta, pela Diretorias.

4ª Etapa - Se a proposta for aceita, estaremos numa fase que chamamos de administrativa, pois o grupo de trabalho irá elaborar um memorial, para orientação das indústrias que deverão apresentar o plano de controle de poluição, com prazos e medidas mínimas de controle, dependendo do nível que a empresa se encontra, bem como os procedimentos administrativos.

Nessa etapa também está previsto a preparação da fase de treinamento dos técnicos que fiscalizam essas indústrias.

Face as dificuldades no controle de poluição da indústria de celulose, optou-se pelo treinamento de 02 (dois) técnicos por indústria e a participação dos comunicólogos devido as reclamações que essas firmas geram na comunidade.

5ª Etapa - É a primeira fase de treinamento, quando será realizado um curso sobre controle de po-

TABELA 17 - INDÚSTRIAS QUE PRODUZEM CELULOSE NO ESTADO DE SÃO PAULO

NOME DA INDÚSTRIA	MUNICÍPIO	REGIONAL DA CETESB	TIPO DE PROCESSO	PRODUÇÃO DIÁ- RIA T/DIA	PEDIDOS DE AMPLIAÇÃO T/DIA
1. Celpag - Cia. Guataparã de Celulose e Papel	Luiz Antonio	SURRP	Kraft	472	-
2. Champion Papel e Celulose Ltda	Mogi-Guaçu	SURCA	Kraft	750	300
3. Cia. de Zorzi de Papéis	Pindamonhangaba	SURT	Kraft	110	-
4. Cia. Suzano de Papel e Celulose	Suzano	GMC	Kraft	1150	-
5. Fábrica de Papel N.S. Aparecida S/A	Aparecida do Norte	SURT	Kraft	64	-
6. Fibra S/A	Americana	Americana	Linter de Al- godão	54	-
7. Ind. Com. Cult. Madeiras Sguário S/A	Itapeva	SURSO	Kraft	100	-
8. Indústria Matarazzo de Embalagens S/A	Santa Rosa do Viterbo	SURRP	Kraft	100	-
9. Indústrias de Papel Slnão S/A	Jacareí	SURT	Kraft	520	300
10. Lwarcel Celulose e Papel S/A	Lençóis Paulista	GURBA	Kraft	100	-
11. Papelok S/A Indústria e Comércio	Angatuba	SURSO	Semi-Químico	100	-
12. Ripasa S/A Celulose e Papel	Limeira	Americana	Kraft	657	-
13. Serrana Papel e Celulose Ltda	Serrana	SURRP	Linter de Al- godão	80	-

lução na indústria de celulose, cujo conteúdo abordará os seguintes assuntos:

- . vários processos de obtenção de celulose e a importância do Processo "Kraft";
- . problemas causados à comunidade;
- . processamento industrial;
- . controle de poluição do ar, água e resíduos sólidos;
- . amostragens.

6ª Etapa - Compreende a segunda fase de treinamento que ocorrerá em paralelo à elaboração dos planos de controle pelas indústrias. Nessa fase, os técnicos, em grupos de três, visitarão diversas indústrias para conhecerem com detalhes os sistemas já implantados, outros em fase de implantação e os problemas que algumas empresas causam à comunidade e ao meio ambiente. Nessa ocasião serão reforçados os conhecimentos sobre equipamentos e sistemas de controle, bem como as medidas operacionais para reduzir emissão de poluentes.

7ª Etapa - Será executada pelas indústrias num prazo de 60 dias.

8ª Etapa - Corresponde a análise dos planos de controle que será realizada pelas áreas envolvidas e a Superintendência de Apoio.

**OBSERVAÇÃO:** Poderá ser desenvolvida uma nova etapa para divulgação da postura da CETESB frente aos problemas causados pela indústrias de celulose, o que pode ser iniciado através de contatos com a ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel e ANFPC - Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose.

H. INDÚSTRIA DO GÊNERO VISITA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉ-  
RICA DO NORTE

Indústria: Thilmany Pulp & Paper CO  
Local : P.O.BOX 600  
Kaukauna, Wisconsin 54130  
Contato : Thomas G. Yayne  
Manager - Environmental Services  
tel.: (414) 766-4611

Trata-se de uma planta produzindo celulose através do processo Kraft. Os controles para odores instalados correspondem a melhor tecnologia de controle prática disponível (Nível 2 da nossa classificação). No Estado de São Paulo existem indústrias que instalaram controles de concepções tão eficientes ou, em alguns casos, até superiores aos encontrados nesta indústria dos Estados Unidos.

TABELA 18 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ATIVIDADES ETAPAS	MAIO				JUNHO				JULHO				AGOSTO				SETEMBRO				OUTUBRO				NOVEMBRO			
	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª		
Formação do Grupo de Trabalho e Elaboração das Exigências Técnicas																												
Elaboração e entrega da proposta																												
Apreciação pelas áreas competentes																												
Fase Administrativa																												
1ª Fase de Treinamento - Curso																												
2ª Fase do Treinamento - Visitas Técnicas																												
Elaboração dos planos pelas empresas																												
Análise dos Planos																												

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
 BIBLIOTECA

TABELA 18 - CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ATIVIDADES ETAPAS	MAIO				JUNHO				JULHO				AGOSTO				SETEMBRO				OUTUBRO				NOVEMBRO			
	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª		
Formação do Grupo de Trabalho e Elaboração das Exigências Técnicas																												
Elaboração e entrega da proposta																												
Apreciação pelas áreas competentes																												
Fase Administrativa																												
1ª Fase de Treinamento - Curso																												
2ª Fase de Treinamento - Visitas Técnicas																												
Elaboração dos planos pelas empresas																												
Análise dos Planos																												

#### 4.6. INDÚSTRIAS DE FIBRAS SINTÉTICAS

##### A. INTRODUÇÃO

As fibras sintéticas são classificadas em duas categorias maiores, as semi-sintéticas e as realmentes sintéticas.

As fibras semi-sintéticas, como as de rayon viscoso e de acetato, são originadas quando polímeros naturais, como a celulose, são mantidos em estado de dissolução ou dispersão para depois formarem os filamentos em máquinas apropriadas. Os polímeros verdadeiramente sintéticos, como o nylon, o orlon e o dacron são originados pela adição ou por outras reações de polimerização que formam moléculas de cadeia longas.

No caso do Estado de São Paulo, a fabricação de fibras semi-sintéticas tem gerado problemas no interior, mais especificamente na Região de Americana, bem como na Região da Grande São Paulo (RGSP) em São Miguel Paulista.

Neste item serão apresentados os trabalhos realizados na Fibra S.A., indústria esta responsável pelos problemas, acima mencionados, causados na Região de Americana.

##### B. POLUIÇÃO DO AR - EMISSÕES E CONTROLE

Na fabricação de rayon viscoso, o dissulfeto de carbono ( $CS_2$ ) e o sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) são as emissões gasosas mais importantes e que podem causar a percepção de odores desagradáveis no meio ambiente.

Normalmente não se tem realizado controle destas emissões, porém esta pode ser realizada, por exemplo, através de adsorção em carvão ativo, atingindo-se eficiências no intervalo de 80 a 95%, com subsequente recupe-

ração de  $CS_2$ . Pode-se ter também emissões de hidrocarbonetos na fase final de secagem e acabamento das fibras.

No caso da fabricação de rayon viscoso emite-se aproximadamente 27,5 kg de  $CS_2$  por tonelada de fibra produzida. Enquanto que para o  $H_2S$  a emissão é cerca de 3 kg por tonelada.

### C. LEVANTAMENTO E AVALIAÇÕES REALIZADAS NA FIBRA S. A AMERICANA - SP

#### C.1. Matérias- primas e produtos auxiliares utilizados na Fibra S.A.

. linter de algodão	92,4 t/dia
. carvão	4,3 t/dia
. enxofre	12,3 t/dia
. celulose importada	10,2 t/dia
. ácido sulfúrico	80,8 t/dia
. soda cáustica	6,1 t/dia
. sulfeto de carbono	2,6 t/dia
. caprolactana (monômero)	9,9 t/dia
. chips poliéster	6,4 t/dia

#### C.2. Produtos fabricados

. celulose	66,5 t/dia
. fibras de rayon	10,0 t/dia
. fiocco	67,0 t/dia
. sulfato de sódio (50%)	4,5 t/dia
. sulfato de sódio (15%)	6,2 t/dia
. sulfeto de carbono	14,2 t/dia
. sulfato de sódio	47,0 t/dia
. fibras de poliéster	6,4 t/dia

#### C.3. Descrição sucinta do processo produtivo

Os processos produtivos podem ser classificados como segue:

- . unidade de celulose
- . produção de rayon
- . produção de fiocco
- . produção de sulfato de sódio
- . produção de sulfeto de sódio
- . produção de sulfeto de carbono

a) Unidade de celulose

De forma geral o processo de fabricação da celulose de linters é semelhante ao processo de outra celulose qualquer.

O linter recebido é estocado em depósito e levados a produção conforme consumo.

Como primeira etapa, tem-se o cozimento de linter feito em reatores (autoclaves) sob pressão na presença de soda.

A lixívia resultante do cozimento é extraída em lavadores e tratada em um sistema de degradação biológica (lodo ativado).

A celulose passa pelo alvejamento, onde recebe primeiramente hipoclorito de sódio e ao final ácido clorídrico.

A massa é lavada novamente, refinada e distribuída sobre uma tela onde sofre sucessivas prensagens.

Para finalizar o processo, faz-se a secagem da celulose em cilindros à vapor e o corte em tamanho padrão.

Por se tratar de "processo soda" as emissões de odores nesta área de produção são insignificantes.

## b) Produção de rayon

A matéria prima básica para fabricação de rayon é a celulose importada.

Na primeira etapa a celulose é alcalinizada em uma solução de soda. O excesso da soda é extraído por prensagem e recirculada após correção de concentração. A alcalicelulose é sulfurada com dissulfeto de carbono e então dissolvida em solução de soda. A viscosa, denominação dada a solução aqui formada, é filtrada e deixada em tanques até que atinja condições ideais de fiação.

O fio é então alvejado, seco, acondicionado e bobinado.

## c) Banho da área de produção de rayon

O banho de retorno da fiação rayon é dividido em duas partes sendo uma enviada direto ao filtro e outra degasada antes de ser enviada ao filtro.

O banho a ser degasado sofre o seguinte tratamento: aquecimento em trocador de calor, degasagem à vácuo e retorno ao filtro de areia.

Os gases extraídos na degasagem são lavados em uma torre de soda, em uma torre de água e então, aspirados por uma bomba de vácuo.

O banho do filtro sofre correção de concentração e volta para fiação.

## d) Produção de fiocco

A celulose é desintegrada e mergulhada em um banho de soda. A alcali-celulose formada é

prensada para a eliminação do excesso de soda e enviada ao túnel de maturação, onde sob condições controladas de temperatura e tempo de permanência atinge propriedades desejadas. O excesso de soda retirado é recirculado após correção de sua concentração.

Da saída do túnel a alcali vai para sulfuração com  $CS_2$  e dissolução em solução de soda. O produto aqui formado denominado viscosa, é desaerado, filtrado e deixado em reação dentro de tanques até que atinja condições ideais de fiação.

O fio que sai da fiandeira é dessulfurado, ou seja, é retirado o  $CS_2$  do fio para então ser cortado, alvejado, seco e enfardado.

e) Banho da área de produção de fiocco

O banho de retorno do fiocco assim como do rayon é dividido em duas partes sendo uma enviada direto ao filtro e outra à degasagem.

O banho enviado para degasagem é aquecido num trocador de calor e degasado sob vácuo. Os gases são lavados em uma torre de neutralização e o banho retorna parte ao filtro e parte passa por um sistema de concentração.

O banho a ser concentrado é aquecido num trocador e degasado. O banho que sai do degasador é parte recirculado no sistema de concentração e o restante retorna ao filtro de areia. Os gases do degasador são neutralizados e utilizados como vapor recuperado.

O sistema de lavagem dos gases é composto de um lavador de soda e um lavador de água.

O banho dos filtros é corrigido a concentração e retornado ao sistema.

f) Produção de sulfato de sódio

O banho utilizado na fabricação do sulfato é separado em uma canaleta existente no centro da máquina de fiação fiocco.

Na primeira etapa para obtenção de sal temos a cristalização seguido da separação dos cristais por centrifugação. O líquido sofre correção de concentração e volta para a fiação fiocco e o sal vai ao fusor de onde é enviado a outra centrífuga. O sal é seco e embalado e o líquido retorna ao fusor.

g) Produção de sulfeto de sódio

O sulfeto de sódio é obtido na forma líquida a uma concentração de 15% pela neutralização de gases em soda.

Este sistema de neutralização está implantado na produção de dissulfeto de carbono e recuperação de banhos.

Parte do sulfeto é vendido na forma líquida à 15% e parte é concentrado e escamado.

O sistema de concentração consiste em uma evaporação até obtenção de uma solução a 50% e posterior cristalização.

O vapor é tratado em um neutralizador de gases e reutilizado como vapor recuperado.

h) Produção de sulfureto

Basicamente o dissulfeto de carbono ( $CS_2$ ) é

obtido da reação direta do carbono com o enxofre.

Tem-se dois métodos de fabricação, retorta e forno, cuja diferença fundamental é a forma como é cedido calor para reação.

No método da retorta o calor é cedido por um maçarico de óleo combustível e no método do forno, por energia elétrica.

O carvão sofre uma pré-queima em uma carvoeira, em seguida é colocado na retorta ou forno. A retorta ou forno é fechada e inicia-se a dosagem do enxofre na forma líquida.

O dissulfeto produzido é condensado em várias etapas para então sofrer uma destilação.

Os gases não condensados são lavados em torres de óleo, onde é absorvido o  $CS_2$ . O  $H_2S$  é absorvido em torres de NaOH.

#### C.4. Determinação prévia das principais fontes de poluição realizada pela Fibra S.A.

Como a maior produção da indústria esta relacionada com o fiocco, esta foi a primeira área a ser selecionada para implantação de medidas de controle. A partir de realizações de amostragens de chaminé, chegou-se às seguintes quantidades emitidas:

. chaminé do fiocco

vazão = 15758  $Nm^3/h$

$H_2S$  = 111,8  $mg/Nm^3$

$CS_2$  = 2937,8  $mg/Nm^3$

. chaminé do fiocco - exaustão

vazão = 39445 Nm<sup>3</sup> /h

H<sub>2</sub>S = 1998,1 mg/Nm<sup>3</sup>

CS<sub>2</sub> = 3964,2 mg/Nm<sup>3</sup>

. chaminé dos banhos - exaustão

vazão = 4305 Nm<sup>3</sup> /h

H<sub>2</sub>S = 957,3 mg/Nm<sup>3</sup>

CS<sub>2</sub> = 30,8 mg/Nm<sup>3</sup>

As emissões totais obtidas dos valores acima correspondem a 30,34 kg de H<sub>2</sub>S por tonelada de fiocco e a 72,64 kg de CS<sub>2</sub> por tonelada de fiocco. Tais emissões superam o fator de emissão anteriormente especificado.

#### C.5. Descrição do sistema de controle implantado

O sistema de controle para as emissões gasosas, da fonte acima descrita, consta de dois estágios distintos, o primeiro funcionando como lavador, e, o segundo, como um absorvedor onde todo o gás sulfídrico restante é coletado.

O primeiro estágio de lavagem consiste em um lavador tipo venturi com separador ciclônico de gotas. Neste estágio cerca de 36% do gás sulfídrico deve ser eliminado com conseqüente formação de sulfeto de sódio, o qual deverá ser enviado a ETE da Fibra.

Como solução absorvedora são utilizadas: lixívia (fabricação de celulose) e água de lavagem alcalina proveniente do alvejamento do fiocco.

No segundo estágio, optou-se por uma torre de absorção uma vez que a solução absorvedora é 8%, e por isso os problemas de incrustação são reduzidos.

Como enchimento são utilizados anéis "Pall" de polipropileno.

A jusante do 2º estágio, há uma chaminé de concreto, tendo como finalidade dispersar algum gás sulfídrico no caso de falha operacional do sistema de controle. Além da eventual dispersão de  $H_2S$ , é possível também dispersar o  $CS_2$ , em concentrações que podem ser inferiores ao LPO, para a maior parte das condições atmosféricas existentes na região.

#### C.6. Resultados de amostragens de chaminé realizadas pela CETESB

Os resultados encontram-se na Tabelas 19 e 20. No que se refere a TRS este, de acordo com os estudos realizados pela Fibra S.A., são constituídos basicamente de  $H_2S$  e  $CS_2$ .

**TABELA 19 - CONCENTRAÇÕES E TAXAS DE EMISSÃO PARA  $H_2S$**

PARÂMETRO	1ª COLETA		2ª COLETA	
	ANTES DO ECP (a)	APÓS ECP (a)	ANTES DO ECP (a)	APÓS ECP (a)
Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> ) (b)	2304	1,214	2351	2,657
Taxa de Emissão (kg/h)	136,817	0,072	139,604	0,158

(a) ECP - Equipamento de controle do poluente

(b) nas condições normais (0°C e 1 atm) e base seca

**TABELA 20 - CONCENTRAÇÕES E TAXAS DE EMISSÃO PARA COMPOSTOS DE ENXOFRE REDUZIDO (TRS NA FORMA DE SO<sub>2</sub>)**

PARÂMETRO	1ª COLETA		2ª COLETA	
	ANTES DO ECP (a)	APÓS ECP (a)	ANTES DO ECP (a)	APÓS ECP (a)
Concentração (mg/Nm <sup>3</sup> ) (b)	9608	4300	9151	5185
Taxa de Emissão (kg/h)	570,603	255,337	543,431	307,923

(a) ECP - Equipamento de controle do poluente

(b) nas condições normais (0°C e 1 atm) e base seca

#### C.7. Análise dos resultados

Para H<sub>2</sub>S, os resultados refletem eficiência superior a 99,8% sendo portanto o controle satisfatório.

No caso do CS<sub>2</sub> deduzindo os valores de emissão a partir dos valores de TRS, descontados a parcela relativa ao H<sub>2</sub>S, tem-se eficiência muito baixa de remoção (inferiores a 20%). De acordo com o estabelecido anteriormente, o controle de CS<sub>2</sub> pode ser feito através de adsorção com eficiência entre 80 a 95% em peso.

#### 4.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ÍTEM 4

- (1) CHEREMISINOFF, P. N. & YOUNG, R. A., Industrial Odor Technology Assessment, 1975.
- (2) DANIELSON, J. A., Air Pollution Engineering Manual; 1973.
- (3) EPA Environmental pollution control - Pulps and paper industry - Part I - Air - October 1976.
- (4) IWAMIZU, J. et. al., Importância da localização e controle dos empreendimentos que processam resíduos animais, 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Novembro 1983.
- (5) OSAG, T. R. & CRANE, G. R., Control of odors from inedibles rendering plants. PB-237 342, July 1974.
- (6) SHREVE, R. N. & BRINK, J. A., Indústrias de processos químicos - 4ª Edição - Guanabara Dois 1980.
- (7) SNOW, R. H. et. al., Odor Control by scrubbing in the rendering plants, PB 251 187, January 1976.
- (8) SUHARA, R., Processamento de sub-produto animal. Trabalho não publicado.
- (9) SWEETEN, J. M. et. al., Control of rendering plant odors.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE TRABALHOS PARA SEREM FUTURAMENTE DESENVOLVIDOS

De acordo com o que foi verificado no item anterior deste trabalho, quando considerou-se algumas das principais indústrias causadoras de emissões de odores, os problemas a estas relacionadas, por um lado, podem ser resolvidos através de procedimentos muito simples, relacionados com uma organização mais apurada das áreas de produção, onde muitas vezes aspectos de maior higiene devem ser considerados.

Por outro lado, os problemas, frequentemente, devem ser resolvidos aplicando-se técnicas sofisticadas, onde até mesmo o ar dos ambientes internos das indústrias devem ser controlados.

Muitas vezes todos os procedimentos mais simples e as técnicas mais sofisticadas devem ser aplicadas simultaneamente para se ter o problema definitivamente resolvido, como é o caso das graxarias.

A experiência tem demonstrado, no entanto, que a simples consideração de procedimentos de controle ou a implantação combinada ou não de equipamentos de controle não resolvem os problemas de emissão de odores ou de qualquer outro tipo de poluente considerado. Isto tem ocorrido principalmente porque tais procedimentos ou equipamentos, de um modo geral, não estão diretamente relacionados com aquilo que se produz dentro das indústrias. Assim os mesmos tendem a ser considerados com importância secundária dentro das área de produção.

Portanto, para que se tenha um controle definitivo das emissões atmosféricas, é de fundamental importância que se realize o monitoramento destas emissões.

No caso da maioria dos poluentes convencionais, existem já desenvolvidos equipamentos para medir e registrar as concentrações emitidas na chaminé ou no meio ambiente, o que pode facilitar muito a atuação dos órgãos ambientais ou das indústrias que efetivamente desejam controlar definitivamente as emissões.

No caso de odores, como vimos, as medições através de instrumentos são complicadas. Assim, neste caso, o monitoramento deve ser realizado através de implantação de "Painéis Humanos", que devem ser adequadamente estruturados levando-se em conta os aspectos da subjetividade da percepção dos odores, conforme anteriormente apresentado.

No que se refere às indústrias específicas, tratadas neste trabalho, não se pretendeu esgotar o assunto. O que foi realizado buscou de imediato atender as necessidades das áreas de controle da CETESB, que possuam dentro das regiões correspondentes indústrias dos tipos necessitando ações corretivas ou preventivas.

Muito tem que ser ainda estudado, por exemplo, na área de produção de celulose. Embora no Estado de São Paulo existam indústrias com técnicas modernas e sofisticadas de controle aplicadas, aumentos de produções são cogitados, o que determinará a implantação de processos produtivos alternativos que minimizam mais ainda as cargas poluidoras, neste particular as emissões de odores. Por exemplo, a utilização da antraquimona já é testada em uma das indústrias implantadas no Estado de São Paulo. Tal exemplo torna viável a utilização do "Processo Soda" para obtenção de um papel de boa qualidade, semelhante a aquele que se produz com o "Processo Kraft". Lembrando que no "Processo Soda" praticamente inexistem emissões odoríferas. Outros processos alternativos merecem ser estudados, o que levou o "Setor de Controle de Emissões Atmosféricas Industriais" (CAIA) da CETESB a propor a execução de outro projeto denominado "Controle da Poluição Ambiental na Indústria de Celulose - Novas Tecnologias" a ser coordenado pelo Eng.º Armando Carlos Brandini.

Por outro lado, neste trabalho, deixou-se de considerar outros processos produtivos que vem adquirindo grande importância neste Estado. É o caso, por exemplo, da "Indústria Cítrica", que vem causando problemas de odores, especificamente, nas cidades de Araraquara, Matão e Limeira. Deve-se fazer um estudo completo nesta categoria de indústria, considerando desde a origem dos odores até os procedimentos e técnicas que devem ser aplicadas para o controle.



**ANEXO: RELATÓRIO DE VIAGEM AOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA DO NORTE**

**PROCOP**  
**PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO**  
**PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

**PROCOP**  
**RELATÓRIO DE VIAGEM**  
**SERGIO RANCEVAS**  
**Período: SET/88 À OUT/88**

São Paulo  
1990

## RELATÓRIO DE VIAGEM - P R O C O P

PARTICIPANTE: Sergio Rancevas  
PERÍODO : 05/SET/1988 a 14/OUT/1988  
LOCAL : Estados Unidos  
PATROCÍNIO : PROCOP  
PROJETO : Alternativas de Controle para as Emissões de  
Odores Industriais

### 1. INTRODUÇÃO

O projeto busca estabelecer padrões de compatibilização entre as diversas fontes de emissão de odores e o meio ambiente correspondente, bem como fornecer alternativas para que tais padrões possam ser cumpridos, tal como a CETESB vem concretizando, no que se refere ao controle das emissões industriais de material particulado e dióxido de enxofre.

### 2. OBJETIVO

O objetivo deste treinamento foi visitar algumas agências regionais do EPA, bem como outras agências estaduais ou locais de controle do meio ambiente, tendo em vista conhecer as sistemáticas de controle e avaliação das emissões de odores industriais adotadas. Por outro lado, visitou-se as principais fontes de poluição do ar objeto das citadas sistemáticas, podendo-se portanto, constatar o que de tecnicamente melhor se tem utilizado nos Estados Unidos para o controle das mesmas.

### 3. DESENVOLVIMENTO DE PROJETO E SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES REALIZADAS

DATA: 06.09.88 - parte da manhã

Visita ao escritório do EPA - Região 5 (organizadores do programa de visitas)

Local : 230 South Dearborn Street - Chicago, Il 60604

Contatos : Steve Rothblatt  
tels.: (312) 295-8359 (residência)  
(312) 353-2211 (escritório)

William L. Macdowell  
tel.: (312) 886-6043 (escritório)

Dom Abella  
tel.: (312) 886-6543 (escritório)

Atividades: reunião introdutória onde foi fornecida todas as orientações necessárias ao desenvolvimento do programa proposto.

DATA: 06.09.88 - parte da tarde

Visita ao escritório do EPA - Região 5

Local : 230 South Dearborn Street - Chicago, Illinois 60604

Contato : Patric Mccoy  
tel.: (312) 886-6869

Edward A. Wojciechowski  
tel.: (312) 886-6785

Atividades: com os engenheiros acima foram discutidos com minúcias os problemas de emissão de odores, respectivamente, nas indústrias de papel/celulose e nas indústrias metalúrgicas (incluindo siderurgias).

DATA: 07.09.88

Visita ao "City of Chicago Department of Consumer Services -  
Energy and Environmental Protection Division"

Local : City Hall, Room 808  
121 North Lasalle Street  
Chicago, Illinois 60602

Contatos : Rodney Mutz  
Director, Toxic Pollution Control  
tel.: (312) 744-9377 (escritório)

Lee Botts  
Deputy Commissioner for Environmental Protection  
tel.: (312) 744-4034 (escritório)

Rodney G. Gaither  
Environmental Control Engineer III  
Tel.: (312) 744-8181 (escritório)

Jean R. Desruisseaux  
Environmental Control Engineer III  
tel.: (312) 744-8096 (escritório)

Pedro Badillo  
Environmental Sampling Techniuan  
tel.: (312) 744-8181 (escritório)

Atividades: Na parte da manhã, foram apresentadas todas as atividades da instituição; na parte da tarde, com os engenheiros e o técnico acima mencionados, foram realizadas algumas visitas a indústrias que foram desativadas e que se encontravam abandonadas. Conheceu-se os problemas que estas firmas apresentam, que foram também constatados através de algumas entrevistas realizadas a população vizinha.

DATA: 08.09.88 - parte da manhã

Visita ao Laboratório Regional do EPA, acompanhado pelo  
Engº Dom Abella (EPA - Região 5)

Local : 536 South Clark Street  
Chicago, Illinois 60605

Contato : Curtis Ross  
Central Regional Lab Director  
tel.: (312) 353-8370

Atividades: Foram apresentados os serviços executados bem  
como todos os aparelhos e instrumentos disponíveis.

DATA: 08.09.88 - parte da tarde

Viagem a Indianópolis de carro em companhia do Engº Dom  
Abella (EPA - Região 5)

DATA: 09.09.88 - parte da manhã

Visita ao "Department of Public Works - City of Indianapolis"

Local : 2700 South Belmont  
Indianapolis, IN 46221

Contatos : David R. Jordan  
Administrador  
tel.: (317) 633-5497 (escritório)  
Pat B. Sorensen  
Air Quality Engineer  
Tel.: (317) 633-5492 (escritório)

Atividades: Após reunião preliminar com os profissionais aci-  
ma visitou-se a "Indianapolis Resource Recovery

Facility", unidade geradora de 500.000 libras/hora de vapor, para ser aproveitado em geração de eletricidade, a partir da queima de 2362 t/dia ' de resíduos domésticos incorporados a 150 t/dia ' de lodo de esgoto seco. Fomos recebidos por Paul F. Claerbout - te.: (317) 634-7367 (Facility Manager) da firma "Ogden Martin Systems of Indianapolis, Inc", que é a responsável pela implantação e operação da unidade.

DATA: 09.09.88 - parte da tarde

Viagem a Dayton - Ohio

DATA: 12.09.88 (2ª feira) e 13.09.88 (3ª feira)

Visita a "RAPCA - Regional Air Pollution Control Agency"

Local : 451 W. Third St., P.O. Box 972  
Dayton, Ohio 45422

Contatos : Robert J. Parker  
Supervisor, Technical Services  
tel.: (513) 225-4453

D. Curtis Marshall  
Supervisor Abatement Unit  
tel.: (513) 225-5933

Bruno E. Maier  
Assistant Supervisor, Public Information  
Coordinator  
tel.: (513) 225-4435

Vijay V. Rao  
Air Pollution Control Specialist  
tel.: (513) 225-5933

Joe Reynolds  
Air Pollution Control Specialist  
tel.: (513) 225-5932

Atividades: Com os especialistas acima foram visitadas uma das fábricas da Ford e da Cargill, podendo-se verificar, respectivamente, as técnicas utilizadas para o controle de solventes e de odores provenientes das operações relativas a produção de xarope de milho. Além das firmas, foram realizadas algumas inspeções externas nos arredores de outras firmas (tinturarias, fabricação de concreto e indústrias metalúrgicas).

DATA: 14.09.88 - parte da manhã

Viagem a Pitsburg - Pensilvania

Chegada ao "Allegheny County Health Department - Bureau of Air Pollution Control"

Local : 301 - 39 th Street  
Pittsburgh, Pennsylvania 15201

Contato : Ronald J.Chleboski  
Deputy Director  
tel.: (412) 578-8101

Atividades: Foi feita apenas uma rápida visita a agência e conversado algumas coisas relativas ao controle de odores industriais. Na região existem os mais diversos tipos de fontes de emissão, dentre estas as "graxarias" (plantas de processamento de resíduo animal). Para estas comentou-se como melhor tecnologia pratica atualmente disponível a instalação de condensadores e lavadores (torres de enchimento) utilizando hipoclorito como solução absorvente. Este lavador recebe não só o efluente gasoso proveniente do digestor como todo o ar do ambiente interno da planta, que neste caso necessita de controle rígido.

DATA: 14.09.88 - parte da tarde

Viagem de carro para Wheeling, West Virginia.

Chegada aos escritórios da "U.S. Environmental Protection Agency Region III".

Local : 307 Methodist Bldg  
Wheeling, WV 26003

Contato : Raymond C. George  
State Liaison Officer  
Tel.: (304) 232-5585 (escritório)

Atividades: Foi feita uma rápida visita aos escritórios da agência e conversado sobre o programa de visitas, que se iniciava no dia seguinte.

DATA: 15.09.88

Visita a "Wheeling Pittsburger Steel Corporation"

Local : Follasbee, WV 26037

Contato : Thomas A. Helinski  
Superintendent - B.P. Coke & Sinter Plant  
tel.: (614) 283-5650

Atividades: Visitou-se uma planta de produção de coque que possui controle de H<sub>2</sub>S. Após o almoço, visitou-se a aciaria e os controles correspondentes nos alto-fornos, conversores, etc.

DATA: 16.09.88

Viagem a Pittsburg de carro e posteriormente a Dallas de avião. às 14:00 hs, chegada ao "USEPA - Region VI".

Local : 1445 Ross Avenue  
Dallas, Texas 75202 - 2733

Contatos : Tanya B. Murray  
Environmental Scientist - Air Enforcement  
tel.: (214) 655-7230

Tony Wayne  
Chief, Texas/New Mexico Air Enforcement  
tel.: (214) 655-7229

H. D. May  
Radiation Representative  
tel.: (214) 655-7208

Richard H. Bartley  
Attorney at Law  
tel.: (214) 655-2125

Merrit Nicewander  
tel.: (214) 655-7223

Joe Winkler  
PC Models

Jim Yarbrough  
AQ Models

Atividades: Visita aos escritórios da agência e apresentação ao corpo técnico, cujo os principais nomes e ocupações são acima apresentados. Foi verificado também a programação de visitas, que se iniciaria na segunda-feira seguinte (19.09.88).

DATA: 19.10.88

Continuação do contacto e conversas com a equipe técnica da "USEPA - Região VI" acima identificada. Neste dia, conversou-se sobre a sistemática de controle preventivo e corretivo adotada na Região e também sobre os aspectos de qualidade do ar. Pode-se conhecer alguns modelos de dispersão de poluentes utilizados no local.

DATA: 20.10.88

Acompanhado por uma das profissionais acima mencionada ,  
Sra. Tanya B. Murray, foram visitadas as unidades regionais  
e as industrias abaixo especificadas.

Local : "Texas Air Control Board"  
6421 Camp Bowie Boulevard, Suite 312  
Fort Worth, Texas 76116

Contatos : Melvin Lewis  
Regional Director  
Tel.: (817) 732-5531  
  
Robert Ross  
Environmental Quality Specialist  
tel.: (817) 732-5531

Local : "Fort Worth Water Department"  
4500 Wilma Lane - P.O. Box 870  
Fort Worth, Texas 76101 - 0870

Contato : Robert T. McMillon  
Superintendent - Village Creek  
Wastewater Treatment Plant  
tel.: (817) 277-7591

Atividades: Foi feita uma visita completa à planta de trata-  
mento de esgoto, podendo-se conhecer o sistema  
de controle para as emissões de H<sub>2</sub>S através de  
torres de absorção. Em alguns pontos da planta  
existem pontos de aplicações de substâncias de  
odor agradável, objetivando o controle de odores  
desagradáveis através de mascaramento das emis-  
sões.

Local : "Texas Air Control Board"  
5555 West Loop, Suite 300  
Bellaire, Texas 77401

Contatos : Jenny J. C. Yang, Ph. D.  
Engineering Specialist  
tel.: (713) 666-4964

William Caldwell  
Technical Section  
tel.: (713) 666-4964

Local : "Valcar Enterprises of Texas, Inc."  
1240 Sargent Road  
Dallas, TX 75216

Contato : Floyd Perry  
General Manager  
tel.: (214) 948-7501 (escritório)  
(214) 327-2168 (residência)

Atividades: Trata-se de visita a uma planta de processamento de resíduo animal. A concepção do sistema de controle dos odores emitidos correspondia aquela que foi citada como melhor tecnologia prática disponível, quando da nossa visita à Pittsburg (vide folhas anteriores). De fato, não se percebeu a ocorrência de odores desagradáveis nas proximidades do local.

DATA: 21.09.88

Viagem a Austin, Texas  
Chegada ao "Texas Air Control Board"

Local : 6330 Highway 290 East  
Austin, Texas 78723

Contatos : Sabino Gomez, M.P.H.  
Director, Compliance Division  
tel.: (512) 451-5711  
  
Gary I. Wallin, P.E.  
Permits Division  
tel.: (512) 451-5711 - ext. 335

Karen N. T. Horne, P.E.  
Chemical Engineer - Permits Division  
tel.: (512) 451-5711 - ext. 412

Dean P. Morrill  
Engineering Specialist - Quality Assurance  
Division  
tel.: (512) 451-5711

Robert Tannis  
Compliance Division  
tel.: (512) 451-5711 - ext. 205

Atividades: Permaneceu-se o dia todo na agência de controle ambiental, conversando com os especialistas mencionados acima. Tratou-se das atividades gerais da agência e, de modo particular, do controle de odores em indústrias de papel e celulose bem como em refinarias de petróleo, que oportunamente seria visitada no dia seguinte em Houston. Conversou-se também sobre o monitoramento contínuo das emissões atmosféricas.

DATA: 22.09.88

Viagem a Houston, Texas

Chegada a "Shell Oil Company/Shell Chemical Company"

Local : Deer Park Manufacturing Complex  
P.O. Box 100  
Deer Park, TX 77536

Contatos : Glenn E. Gibler  
Process Engineer - Environmental Regulatory  
Affairs  
tel.: (713) 476-7515

Herbert Hand  
Process Engineer - Environmental Regulatory  
Affairs  
tel.: (713) 476-6480

## BIBLIOTECA

Atividades: Apresentou-se um audio-visual referente a toda as atividades desenvolvidas na refinaria, destacando-se os controles de poluição do ar existentes. Posteriormente, visitou-se a unidade de controle das emissões de H<sub>2</sub>S com recuperação de enxofre elementar. Visitou-se, também, um incinerador catalítico, destacando-se neste os controle automáticos computadorizados existentes. Após tais atividades, fomos direto ao aeroporto para viajar de retorno a Dallas, chegando nesta cidade ao anoitecer.

DATA: 23.09.88 - sexta-feira

Viagem a Milwaukee, Wisconsin via Detroit  
chegada as 14:00 hs - tarde livre para descanso

DATA: 26.09.88

Visita ao "State of Wisconsin Department of Natural Resources"

Lócal : 2300 N. Dr. Martin Luther King Jr.  
Box 12436, Milwaukee, WI 53212

Contatos : Wolf Klassen  
Director - Southeast Air Region  
Air Management  
tel.: (414) 562-9512  
  
Haishen Jimmy Chou, P.E.  
Environmental Engineer, Supervisor - Air  
Management  
tel.: (414) 562-9551  
  
Edward M. Miller, P. E.  
Supervisor - Air Monitoring Section  
tel.: (414) 562-9565

Alfred Hayalian  
Environmental Engineer - Air Management  
tel.: (414) 562-9589

Atividades: Foi o dia dos primeiros contactos e conhecimento dos trabalhos realizados dentro da instituição. Pode-se conhecer a equipe técnica correspondente, cujo alguns nomes são acima apresentados. Tais pessoas nos acompanharam nas atividades e visitas que seriam realizadas nos dias posteriores.

DATA: 27.09.88

Visita a "Milwaukee Tallow Company"

Local : 131 South Seventh Street  
Milwaukee, Wisconsin 53233

Contato : Duane Hilcheth  
Plant Manager  
tel.: (414) 276-5700

Atividades: Conhecimento geral da planta, que na realidade é um curtume. Os controles de poluição do ar existentes encontram-se na área de acabamento do couro, onde existem emissões de solventes (pintura) controlado através de pós-queima. No mesmo dia, circulou-se, de carro, ao redor de outras indústrias, destacando-se entre estas uma planta de produção de fermento, que emitia odores perceptíveis mesmo havendo controles implantados (torres de absorção).

DATA: 28.09.88

Pela manhã, ainda na região próxima a cidade de Milwaukee, foram visitadas construções antigas em demolições, que são alvos de preocupações nos Estados Unidos principalmente no

que se refere a emissão e disposição de asbestos, substância que as mesmas utilizavam como revestimento-isolante; tendo em vista o conforto térmico nos dias de inverno rigoroso. No mesmo período, visitou-se uma "Fazenda de Patos", que na realidade é uma planta de abatimento e comercialização de patos congelados. Destaca-se nesta planta a grande emissão de odores, sem controle, na área de tratamento dos efluentes líquidos.

A tarde, na cidade de Milwaukee, visitou-se algumas estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar.

DATA: 29.09.88

Visita a "Quad Graphics, Inc"

Local : DuPlainville Road  
Pewaukee, Wisconsin 53072

Contato : Roland Berg  
tel.: (414) 691-6209

Atividades: Conheceu-se a instalação de um modo geral. Trata-se de unidades impressoras (litografias) para revistas e livros. As emissões controladas são constituídas de compostos orgânicos voláteis (VOC) que são conduzidos para queima em incinerador catalítico.

DATA: 30.09.88

No período da manhã, fez-se uma visita a sede da "State of Wisconsin Department of Natural Resources" em Madison City. Participou-se de uma mesa redonda com os técnicos da agência, tendo em vista fornecer um retrato da nossa realidade em termos de controle de poluição de um modo geral. Foram-me feitas perguntas sobretudo, relativas a Cubatão e o respectivo programa de controle de poluição existente.

A tarde, partiu-se para viagem de retorno a Chicago, encerrando nosso período de estadia na Região de Milwaukee.

DATA: 03.10.88

Retorno aos escritórios do EPA - Região 5

Local : 230 South Dearbom Street  
Chicago, Il. 60604

Contatos : William L. MacDowell  
tel.: (312) 886-6043

John Paskevicz  
Environmental Engineer - Mobile Source Controls  
tel.: (312) 886-6043

Atividades: Pela manhã, conversou-se sobre a sequência de programações de visitas que ainda iriam ser realizadas. Com o Eng<sup>o</sup> Paskevicz tratou-se do assunto "fontes móveis". O mesmo mostrou-se interessado pelo nosso "Plano Nacional do Alcool". A tarde, visitou-se a "A Finkl & Sons CO" - 2011 Southport Avenue, Chicago Il 60614 - contato : John A. Guliana, tel.: (312) 975-2521. Trata-se de uma fundição de peças pesadas (turbinas, eixos etc...) que possui fornos elétricos a arco. Destaca-se nesta área os controles para material particulado existentes, que é realizado através de uma captação primária, nos principais pontos de emissão dos fornos, e uma captação secundária, constituída de um grande captor no teto do galpão, destinada a captação das emissões residuais. De acordo com especialistas do EPA, tais sistemas se constituem na melhor tecnologia prática atualmente existente para controle das fontes em questão.

DATA: 04.10.88

Visita aos escritórios da "Seal Of Cook County - Illinois"

Local : Maybrook Civic Center  
1500 Maybrook Drive RM. 202  
Maywood, Illinois

Contatos : Kenneth Y. Shih  
Environmental Control Engineer II  
tel.: (312) 865-6165  
  
William J. Franek, P.E.  
Environmental Control Engineer II  
tel.: (312) 865-6165  
  
Norbert W. Davis  
Environmental Control Inspector I  
tel.: (312) 865-6165

Atividades: Conheceu-se de modo geral a instituição e discutiu-se o programa de visitas, que iriam ser realizadas no dia seguinte com acompanhamento dos especialistas acima mencionados. Conheceu-se também o treinamento que a instituição realiza para capacitar os seus técnicos em leituras de opacidade de plumas visíveis de chaminés

DATA: 05.10.88

Visita a "Wells Manufacturing Company"

Local : 7800 North Austin Ave  
Skokie, Illinois 60077

Contato : Anthony Billuni  
tel.: (312) 966-5050

Atividades: Vistoriou-se toda a área produtiva da empresa. Trata-se de uma fundição de pequenas peças. Destaca-se a forte emissão de odores (fenois) na área de preparação de machos, o que por sinal alcançava a vizinhança da fábrica causando incômodos. A firma encontrava-se em processo de autuação jurídica por tais inconvenientes provocados.

Visita a "United Refining & Smelting CO"

Local : Robert Y. Glavin  
President  
tel.: (312) 455-8800

Atividades: A visita foi interessante por se tratar de processo raro, nunca antes visto por nós, de produção de metais preciosos (ouro). Infelizmente, na ocasião da visita a produção encontrava-se paralisada, o que não nos permitir "sentir" de perto os principais problemas de poluição do ar existentes.

DATA: 06.10.88

Visita a "Cargill - Chemical Products Division" acompanhados por engenheiros da "RAPCA - Regional Air Pollution Control Agency - Chicago - Il.

Local : Lake Marian Rd. and Cottage Ave  
Carpentersville, Il 60110

Contato : Norm Spaeth  
Plan Superintendent  
tel.: (312) 428-3623

Atividades: Visita geral às áreas de produção. Destaca-se a emissão de solventes controladas através de pós-queima.

Visita a "Horning Wire Corporation" acompanhados por engenheiros da RAPCA - Chicago Il.

Local : 66 North Buesching Road  
Lake Zurich, Illinois 60047

Contato : Frank D. Doud  
Quality Control  
tel.: (312) 438-8844

Atividades: Visita geral às áreas de produção. Destaca-se a emissão de solventes no setor de revestimentos de fios elétricos. Tais emissões também são controladas por pós-queima.

DATA: 07.10.88 - sexta feira

Viagem a Green Bay - Wisconsin

DATA: 10.10.88

Visita ao "State of Wisconsin Department of Natural Resources"

Local : 1125 N. Military Ave - Box 10448  
Green Bay WI 54307 - 0448

Contato : Michael E. DeBrock  
Air Management - Environmental Program Supervisor  
tel.: (414) 497-4044

Atividades: Apresentação dos trabalhos desenvolvidos pela instituição. A tarde, em companhia do profissional acima visitou-se a "Thilmany Pulp & Paper CO" P. O. BOX 600, Kaulauna, Wisconsin 54130 - contato: Thomas G. Jayme (Manager, Environmental Services) - tel.: (414) 766-4611. Trata-se de uma planta produzindo celulose através do processo kraft. Os controles para odores instalados tem

concepção idênticas aos melhores instalados nas  
nossas indústrias similares.

DATA: 11.10.88

Viagem de Ônibus para Rhinelander, WI.

DATA: 12.10.88

Visita ao "State of Wisconsin Department of Natural Resources"

Local : 107 Suttleiff Ave - Box 818  
Rhinelander, WI 54501

Contato : Neal Baudhuin  
Environmental Engineer - Air Management Program  
tel.: (715) 362-7616

Atividades: O profissional acima apresentou os trabalhos desenvolvidos pela agência. Posteriormente visitou-se a "Wausau Papers" - P.O. BOX 305 - Brokaw, Wisconsin 54417 - 0305 - contato: Darrell W. Jeffries (Manager of Environmental Operations and Regulatory Affairs) tel.: (715) 675-3361. Trata-se de uma planta produzindo celulose através do processo sulfito, cujas emissões de odores são desprezíveis, principalmente, quando este é comparado com o processo kraft.

DATA: 13.10.88

Ainda em companhia do Eng<sup>o</sup> Neal Baudhuin, visitou-se o  
"State of Wisconsin Department of Natural Resources" na  
localidade de Wisconsin Rapids.

Local : 1681 2ND Ave. SO. - Room 118  
Wisconsin Rapids, WI 54494

Contato : Joseph E. Ancel  
Air Management Engineer  
tel.: (715) 421-7816

Atividades: O profissional acima apresentou os trabalhos desenvolvidos e, posteriormente, nos acompanhou a "Vulcan Chemicals" - P.O. BOX 161, Highway 73 South - Port Edwards, Wisconsin 54469 - contato : George F. Gissel (Technical Manager - Chemicals Division) tel.: (715) 887-4000. Trata-se da produção de cloro a partir de NaCl utilizando o processo eletrolítico com mercúrio como um dos polos. Não se observou emissões de odores no local.

A tarde, ainda em companhia do Eng<sup>o</sup> Neal Baudhuin, visitou-se a "Daniel Packaging Company, Inc."

Local : 114 West Kemp Street - P.O. Box 220  
Rhineland, Wisconsin 54501

Contato : Jake Bishop  
Plant Engineer  
tel.: (715) 362-4432

Atividades: Visita geral às áreas de produção da indústria em questão. Trata-se da produção de embalagens. No setor de impressão manipula-se tintas e solventes, existindo controles para as emissões de odores correspondentes. Não só os pontos de emissão são controlados como também todo o ar ambiente interno da fábrica, que também é captado e conduzido para oxidação em incinerador catalítico.

Ao anoitecer, fez-se viagem de retorno a Chicago, Illinois.

DATA: 14.10.88

Retorno aos escritórios do EPA - Região 5, Chicago, Illinois.

Pela manhã, visitou-se a biblioteca do EPA.

Local : 230 S. Dearborn St  
Chicago, Il 60604

Contato : Lou W. Tilley  
Regional Librarian  
tel.: (312) 353-2022

Atividades: Conhecimento geral da biblioteca. Consulta a algumas obras e periódicos.

A tarde, foi feito o encerramento do meu programa de estágios nos escritórios do EPA - Região 5. No fim da tarde, tive ainda algum tempo para me dirigir a algumas livrarias de Chicago a fim de procurar e adquirir alguns livros de nosso interesse.

DATA: 15.10.88

Viagem de retorno a São Paulo via Miami.

#### 4. COMENTÁRIOS FINAIS

De forma resumida, com as visitas realizadas pudemos ter uma idéia de como se exerce o controle de poluição do ar nos Estados Unidos. No que se refere especificamente ao controle de odores, pode-se concluir que, de um modo geral, a concepção dos equipamentos que se exigem instalar não difere daqueles que habitualmente tem-se aqui exigido. A grande diferença é que nos Estados Unidos existem muitas mais fontes controladas e que existe um grande desenvolvimento na área de instrumenta



CETESB

141

.22.

157

ção e controle, o que permite um monitoramento adequado da operação dos equipamentos de controle e das emissões dos diversos poluentes atmosféricos através da chaminé. Estes procedimentos são importantíssimos para que os órgãos ambientais possam acompanhar o desempenho dos controles implantados. Qualquer desvios relativos aos padrões exigidos são facilmente detectados, podendo-se tomar medidas imediatas para correções de eventuais falhas observadas, sem que haja inconvenientes mais graves à qualidade do ar correspondentes.

Date Acquis: 26/3/91  
Memo 029/91  
PRC de 13/3/91

Date: 26/3/91