

ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA

13^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental

74

ARQUIVO TECNICO

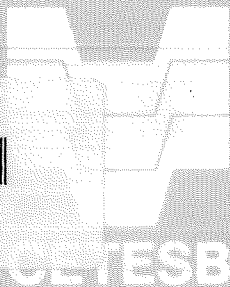
FISCALIZAÇÃO DE FUMAÇA POR ESCALA DE RINGELMANN NA REGIÃO DE CAMPINAS

8700
B733f
014292



04504

014292





CETESB

Diretor Presidente: Werner Eugênio Zulauf. **Diretor Financeiro:** Paulo Bezerril Junior. **Diretor Administrativo:** Antonio Alves de Almeida. **Diretor de Engenharia:** Nelson Mansour Nabhan. **Diretor de Controle:** Nelson Vieira de Vasconcelos. **Diretor de Planejamento Ambiental:** Fredmar Corrêa. **Diretor de Pesquisa:** Samuel Murgel Branco.

ESCRITÓRIO CENTRAL

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros
São Paulo - CEP 05459 - Telefone: (DDD 011) 210-1100
Telex (011) 222-46 - CTS - BR

UNIDADES REGIONAIS E ESCRITÓRIOS

● **Estado de São Paulo**

Araçatuba: Rua Silva Jardim, 906
Fone: (0186) 23.6838 - CEP 16.100
Araquara: Av. Espanha, 188
Fone (0162) 32.2211 - CEP 14.800
Bauru: Rua Gerson França, 11-60
Fone: (0142) 23.8466 - CEP 17.100
Campinas: Rua São Carlos, 287
Fone: (0192) 32.3366 - CEP 13.100
Cubatão: Rua Assembléia de Deus, 39 Salas 405 e 407
Fone: (0132) 61.1660 e 611301 - CEP 11.500
Franca: Av. Champagnat, 1808
Fone: (016) 723.9700 - CEP 14.400
Guarulhos: Rua Brás Cubas, 95
Fone: (011) 209.8413 - CEP 07.000
Ipiranga: Rua Caramuru, 573
Fone: (011) 275.7102 - CEP 04138
Marília: Av. Sampaio Vidal, 106
Fone: (0144) 33.8879, 33.8521, 33.8733 - CEP 17.500
Mogi das Cruzes: Rua Prof. Floriano de Melo, 330
Fone: (011) 469.3490 - CEP 08.700
Novo Horizonte: Av. da Saudade, s/n
Fone: (0175) 42.1950 - CEP 14.960
Osasco: Rua Nathanael Titto Salmon, 268
Fone: (011) 801.9736 - CEP 06.000
Piracicaba: Rua Moraes Barros, 264
Fone: (0194) 34.5132 - CEP 13.400
Presidente Prudente: Rua Siqueira Campos, 699
Fone: (0182) 22.1044 - CEP: 19.100
Ribeirão Preto: Rua Amador Bueno, 1294/1302
Fone: (016) 634.6044, 634.4536, 625.9500
- CEP 14.100
Santana: Av. Gal. Ataliba Leonel, 379
Fone: (011) 267.7562 - CEP 02.033
Santos: Rua Itapura de Miranda, 158
Fone: (0132) 33.7127, 32.9550 - CEP 11.100
Santo André: Rua Juquiá, 555
Fone: (011) 444.3519, 444.5767 - CEP.: 09.000
São Bernardo do Campo: Av. Brig. Faria Lima, 360
Fone: (011) 443.4188 - CEP 09700
Sorocaba: Av. Dr. Eugênio Salermo, 157
Fone: (0152) 31.4877, 312065 - CEP 12.100
Tatuapé: Rua Henrique Setorio, 221
Fone: (011) 217.7505 - CEP 03.066
Taubaté: Rua Itambé, 38
Fone: (0122) 32.4829, 324900, 32.4867 - CEP 12.100

● **Outros Estados**

Florianópolis - SC

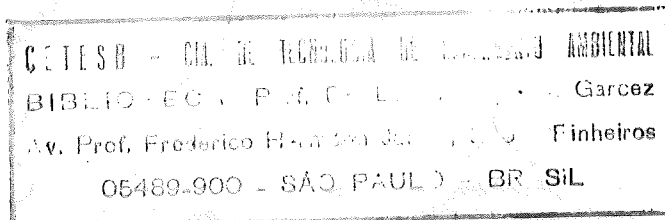
Rua João Pinto, 6 - 2º andar - s/203
Fone: (0482) 22.7690 - CEP 88.000

Recife - PE

Rua das Fronteiras, 160
Fone: (081) 222.1013 - CEP 50.000

FISCALIZAÇÃO DE FUMAÇA POR ESCALA DE RINGELMANN NA REGIÃO DE CAMPINAS

Armando Carlos Brandini
Eng.^o Industrial
Saint Clair José Pereira Leme
Eng.^o Operacional Mecânico
Mário Eduardo da Fonseca Pereira
Técnico Químico
GERÊNCIA REGIONAL DE CAMPINAS



INTRODUÇÃO

Em 1977 iniciou-se o controle da poluição do ar no interior do Estado de São Paulo e teve como prioridade de ação, o atendimento às reclamações da população. A 5ª região administrativa, com sede em Campinas e contando com 83 municípios, apresentava boa qualidade do ar. As diversas empresas, localizadas em áreas densamente povoadas vinham causando incômodos a seus vizinhos devido a emissão de poluentes na atmosfera.

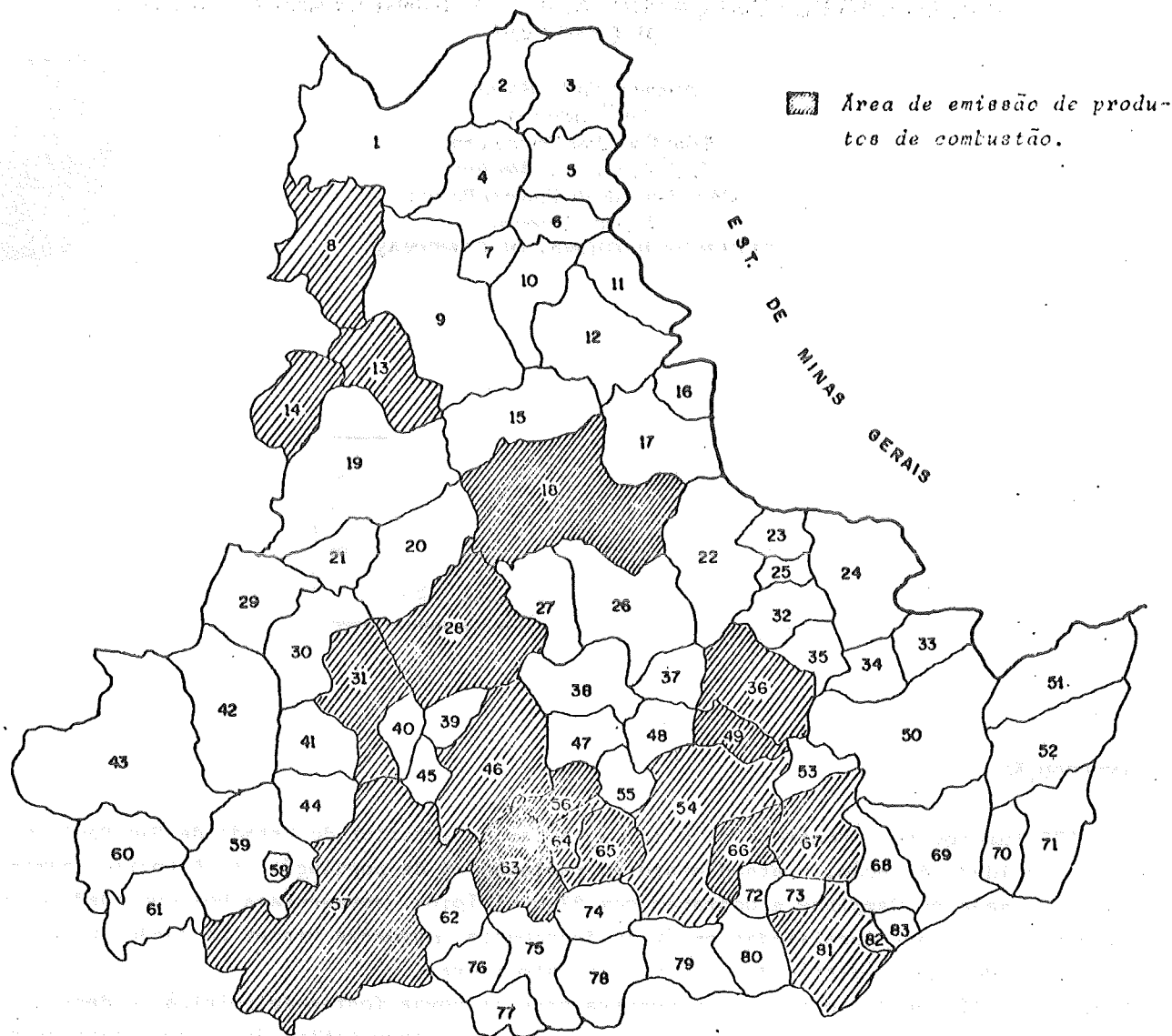
Usando a política de controlar preventivamente as novas fontes de poluição e dentro das prioridades, agir corretivamente nas fontes existentes, a expectativa de solução para os problemas era palpável com resultados esperados a médio prazo.


Entretanto, após o levantamento das principais fontes poluidoras, constatou-se que na maioria dos casos tratava-se principalmente da emissão de fuligem, decorrente da má queima de combustível geralmente em caldeiras e fornos, o que exigia severa fiscalização da fumaça emitida e não só a instalação de equipamentos de controle.

Este trabalho visa mostrar a implantação da fiscalização de rotina nessa região e os problemas encontrados, bem como as soluções adotadas por diversas indústrias.

LEVANTAMENTO DA REGIÃO QUANTO A OCORRÊNCIA DE PRODUTOS DE COMBUSTÃO

No início de 1978 o levantamento das principais fontes de produtos de combustão estava pronto. As cerâmicas localizadas nos municípios de Tambaú, Santa Cruz das Palmeiras, Porto Ferreira, Pedreira, Valinhós e Mogi-Guaçu contribuíam com grande parcela de fumaça preta visualmente constatada na região. As indústrias têxteis de Americana, Santa Bárbara D'Oeste, Nova Odessa, Sumaré, Amparo e Itatiba, bem como as empresas com atividades diversas de Jundiaí, Campinas, Limeira, Rio Claro, Piracicaba e Araras eram alvo de diversas reclamações, devido a grande emissão de fuligem que causava sujeira em residências, veículos, ruas, quintais, roupas e efeitos nos materiais principalmente com a corrosão em superfícies metálicas.




 Área de emissão de produtos de combustão.

- | | | | |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1-MOCOCA | 22-ITAPIRA | 43-BROTAS | 64-NOVA ODESSA |
| 2-TAPIRATIBA | 23-ÁGUAS DE LINDÓIA | 44-CHARQUEADA | 65-SUMARÉ |
| 3-CACONDE | 24-SOCORRO | 45-IRACEMÁPOLIS | 66-VALINHOS |
| 4-SÃO JOSÉ DO RIO PARDO | 25-LINDÓIA | 46-LIMEIRA | 67-ITATIBA |
| 5-DIVINOLÂNDIA | 26-MOGI MIRIM | 47-COSMÓPOLIS | 68-JARINÚ |
| 6-SÃO SEBASTIÃO DA GRAMA | 27-CONCHAL | 48-JAGUARIÚNA | 69-ATIBAIA |
| 7-ITOBI | 28-ARARAS | 49-PEDREIRA | 70-BOM JESUS DOS PERDÕES |
| 8-TAMBAÚ | 29-ANALÂNDIA | 50-BRAGANÇA PTA | 71-NAZARÉ PTA |
| 9-CASA BRANCA | 30-CORUMBATAÍ | 51-JOANÓPOLIS | 72-VINHEDO |
| 10-VARGEM GRANDE DO SUL | 31-RIO CLARO | 52-PIRACAIÁ | 73-LOUVEIRA |
| 11-ÁGUAS DA PRATA | 32-SERRA NEGRA | 53-MORUNGABA | 74-MONTE MÓR |
| 12-SÃO JOÃO DA BOA VISTA | 33-PEDRA BELA | 54-CAMPINAS | 75-CAPIVARI |
| 13-STA CRUZ DAS PALMEIRAS | 34-PINHALZINHO | 55-PAULÍNIA | 76-MOMBUCA |
| 14-PORTO FERREIRA | 35-MONTE ALEGRE DO SUL | 56-AMERICANA | 77-RAFARD |
| 15-ÁGUAÍ | 36-AMPARO | 57-PIRACICABA | 78-ELIAS FAUSTO |
| 16-STO ANTONIO DO JARDIM | 37-STO ANTONIO DE POSSE | 58-ÁGUAS DE SÃO PEDRO | 79-INDAIATUBA |
| 17-ESPIRITO STO DO PINHAL | 38-ARTUR NOGUEIRA | 59-SÃO PEDRO | 80-ITUPEVA |
| 18-MOJI GUAÇÚ | 39-CORDEIROPOLIS | 60-TORRINHA | 81-JUNDIAÍ |
| 19-PIRASSUNUNGA | 40-STA GERTRUDES | 61-STA MARIA DA SERRA | 82-VÁRZEA PTA |
| 20-LEME | 41-IPEÚNA | 62-RIO DAS PEDRAS | 83-CAMPO LIMPO PTA |
| 21-STA CRUZ DA CONCEIÇÃO | 42-ITIRAPINA | 63-STA BÁRBARA D'ESTE | |

FIGURA 1 - Áreas de maior intensidade de emissão de produtos de combustão.

MOTIVOS DA OCORRÊNCIA DE FUMAÇA PRETA

Mecanismo da combustão

A emissão de fumaça preta provém da reação incompleta entre combustível e comburente.

Combustão é a reação onde um combustível entra em contacto com o ar atmosférico desprendendo calor e luz e tendo como produto CO_2 , H_2O , CO , óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, material particulado e outros.

Dessa forma, se a combustão é incompleta, a quantidade de CO e óxidos resultantes aumenta, bem como material particulado (combustível não queimado) também conhecido como fuligem.

Quando o óleo combustível não é pulverizado adequadamente na câmara de combustão, o ar que funciona como comburente, oxida as partes de maior contato e carrega o óleo em forma de bolinhas através das chaminés. Assim a emissão de fumaça torna-se escura e a fuligem atinge toda a região próxima à fonte.

Apenas com uma rápida regulagem dos equipamentos de queima, a injeção do combustível se normaliza e a fumaça escura desaparece.

Teoricamente o problema se resume nessa reação. Assim no decorrer dos levantamentos das fontes de emissão de produtos de combustão, foram notados uma série de fatores que contribuíam para desequilíbrio na proporção dos reagentes, principalmente devido a falhas operacionais ou materiais.

De ordem técnica (óleo)

- problemas com maçaricos obsoletos, que não permitam a adução de ar para uma combustão ideal, obedecendo os parâmetros necessários:

T- temperatura de queima

T- tempo de residência

T- turbulência

Para uma queima completa é necessário uma combinação íntima entre o combustível (óleo) e o ar atmosférico que cederá o oxigênio para queima; essa combinação ocorre através da turbulência.

- equipamentos mal dimensionados também eram motivo de emissão de fumaça:

caldeiras sub-dimensionadas operadas em regime máximo de trabalho, normalmente tinham sua combustão dificultada, sendo injetado maior quantidade de combustível, procurava-se conseguir maior rendimento.

caldeiras super dimensionadas, com controle automático de liga e desliga, apresentavam constantemente uma borra de óleo não queimado na ponta do maçarico, decorrente do corte da queima. Nesse ínterim, ocorria uma pequena queda na temperatura da câmara de combustão, que na operação de retomada da queima, somada à borra formada no maçarico mais o excesso de óleo injetado eram motivo de emissão de fumaça na atmosfera.

- o tipo de óleo combustível é de fundamental importância para combustão, com o recebimento de remessas diferentes de óleo, aparece a necessidade de uma aferição no equipamento de combustão.

- a queima de combustíveis alternativos, como borracha, bagaço de cana, lixo e outros, em equipamentos não adequados, no intuito de baratear os custos de produção, eram motivos significativos de emissão de fumaça preta na atmosfera.

De ordem operacional (óleo)

- Funcionários não capacitados para operar os equipamentos.

CLASS	
NUMERO	
USO	014292

- funcionários com cargos de foguista e exercendo outras atividades que tomavam parte de seu tempo, não o deixando à disposição das caldeiras ou fornos em tempo integral.
- falta de manutenção preventiva, como limpeza dos tubos, câmara de combustão em estado precário de conservação.
- manutenção corretiva feita de forma inadequada com soluções "caseiras", para barateamento dos custos.
- falta de conhecimento dos empresários no tocante à desperdício de combustível, com a emissão da fumaça escura (hidrocarbonetos com queima incompleta, com presença de carbono fixo, que tinge a pluma).

De ordem técnica (lenha)

- a qualidade da lenha, é de vital importância para uma boa combustão, sendo que era verificada a queima de lenha verde, ou impregnada com impurezas, que dificultavam sua combustão.
- estocagem inadequada, sendo que era comum a utilização de lenha molhada por chuvas e ou estocadas em locais encharcados.

De ordem operacional (lenha)

- a alimentação da fornalha era feita por pessoa não capacitada colocando-se grande quantidade de lenha de uma só vez, em feixes paralelos, diminuindo-se a superfície de queima, impossibilitando o contato com o comburente.
- falta de manutenção preventiva.
- manutenção corretiva executada de forma inadequada, com soluções "caseiras".
- falta de ventilação para adução de ar (comburente).

Para ambos os casos, havia certa relutância do industrial para investir em recursos humanos ou materiais nesses locais, já que os mesmos não conseguiam ver o retorno do capital empregado com a economia do combustível gasto.

No caso da queima de combustíveis gasosos, não eram notados com grande intensidade tais inconvenientes.

FISCALIZAÇÃO POR ESCALA DE RINGELMANN

Não seria viável fazermos amostragem de chaminés em cada firma para caracterizar infração ou não ao meio ambiente com relação à emissão de produtos de combustão, pois esse processo é demorado e de custo elevado.

A fiscalização por escala de Ringelmann é um processo prático e rápido previsto na legislação de prevenção e controle do meio ambiente do Estado de São Paulo. Permite relacionar pela densidade colorimétrica da fumaça a maior ou menor emissão de poluente na atmosfera, caracterizando rapidamente a infração aos dispositivos legais.

Essa fiscalização é feita através de roteiros pré-estabelecidos, com os técnicos circulando pelas áreas de maior número de indústrias e fazendo a leitura da densidade colorimétrica da fumaça somente quando esta se apresentar escura.

Durante a realização dos roteiros, a fiscalização aproveita para coibir a queima de resíduos ao ar livre que é outra fonte de poluição responsável pela emissão de todos os tipos de poluentes, sem qualquer forma de controle e geradora de grande número de reclamações.

ROTEIROS DE FISCALIZAÇÃO

Os roteiros de fiscalização por escala de Ringelmann devem ser elaborados pelo coordenador, de forma a ter uma sequência de cidades devidamente denominadas que pertençam às regiões de maior densidade de indústrias.

A programação deve ser semanal, variando-se os dias e horários. Ao percorrer um roteiro de fiscalização para o qual fora designado o agente credenciado, percebendo fumaça preta fora de seu roteiro, pode se dirigir à fonte emissora, desde que naquele momento essa região não esteja sendo fiscalizada por outro técnico.

Na programação sempre deve ser prevista inspeção à pelo menos duas indústrias do roteiro, que serão vistoriadas caso não se constate fumaça preta na região.

O objetivo da inspeção, já que nada de anormal está acontecendo é de marcar presença da fiscalização e assegurar que as medidas de controle estão apresentando resultados satisfatórios.

Alguns dias os roteiros devem ser iniciados às 6:00 horas da manhã pois é o horário onde a maioria das fornalhas das caldeiras são aquecidas.

Na 5ª região administrativa do Estado de São Paulo foram estabelecidos os seguintes roteiros:

- R1 - Campinas e Indaiatuba.
- R2 - Jundiaí, Valinhos, Vinhedo e Louveira.
- R3 - Itatiba, Atibaia e Bragança Paulista
- R4 - Amparo, Jaguariúna e Pedreira
- R5 - Cosmópolis, Artur Nogueira, Sumaré e Nova Odessa.
- R6 - Americana, Santa Bárbara D'Oeste e Piracicaba.
- R7 - Limeira, Rio Claro, Araras e Leme.
- R8 - Tambaú, Santa Cruz das Palmeiras e Porto Ferreira.
- R9 - Mogi-Mirim, Mogi-Guaçu, Espírito Santo do Pinhal e São João da Boa Vista.
- R10 - Aguaí, Mocóca, Vargem Grande do Sul e Casa Branca.

Dos 83 municípios, apenas 34 eram fiscalizados sistematicamente, tendo em vista o tipo e a concentração das indústrias, sendo os outros 49, fiscalizados esporadicamente, aproveitando-se para tanto, as viagens dos 10 roteiros acima mencionados.

ESCALA DE RINGELMANN

Histórico

A carta de fumaça (escala) de Ringelmann que apresenta tonalidades de cinza variando do branco ao preto, e, com a qual a densidade da coluna de fumaça que sai de uma chaminé pode ser comparada, foi desenvolvida pelo Prof. Ringelmann (1861) em Paris.

A escala foi introduzida nos E.U.A. presumivelmente por William Kent em 1887 e em 1899 propôs sua aceitação como medida "Standard" de densidade de fumaça emitida por combustão em unidades de produção de energia, sendo reconhecida oficialmente em 1910.

Atualmente a escala é utilizada e aceita oficialmente em vários países como limites ou "Standards" de permissividade para emissão de fumaça preta.

No Brasil a escala é utilizada no Estado de São Paulo por força do artigo 31 do Regulamento da Lei 997 de 31/05/76.

Descrição da Escala

É fundamentalmente um cartão que apresenta 4 tonalidades de cinza entre o branco e o

preto, podendo ser reproduzido pelo traçado de linhas pretas sobre um fundo branco, seguindo a técnica que segue:

Padrão 0 - Todo branco (densidade 0%)

Padrão 1 - Linhas pretas de 1 mm de espessura espaçadas de 10 mm deixando espaços quadrados de 9 mm (densidade 20%)

Padrão 2 - Linhas de 2,3 mm, quadrados de 7,7 mm (d= 40%)

Padrão 3 - Linhas de 3,7 mm, quadrados de 6,3 mm (d= 60%)

Padrão 4 - Linhas de 5,5 mm, quadrados de 4,5 mm (d= 80%)

Padrão 5 - Totalmente preto (d= 100%)

Uso da escala

Para utilização da escala deve-se levá-la ao nível dos olhos, colocá-la na direção da chaminé a uma distância tal que a escala apresente as tonalidades de cinza. O observador observa a fumaça que sai da chaminé (sempre com o sol às costas) e verifica com qual tonalidade de cinza do cartão ela se identifica, anotando na folha de leitura o número do padrão correspondente.

A leitura é repetida em intervalos de um minuto até perfazer o tempo desejado.

Com o correr do tempo, o observador vai adquirindo tal experiência no uso da escala que passará a prescindir de sua utilização, pois torna-se capaz de identificar a cor da fumaça emitida com o padrão correto sem a escala.

Como comentário final vale ressaltar que o uso de escala de Ringelmann (impresa em cartões) permanece sendo até hoje, a maneira mais prática de estabelecer-se um programa de fiscalização rotineira, apesar de ser um processo menos preciso de avaliações da densidade de fumaça do que outros aparelhos próprios para esta finalidade.

LEGISLAÇÃO

A legislação do Estado de São Paulo que se refere à fiscalização que foi implantada o a Lei nº 997 de 31/05/76 cujo artigo 31 do seu regulamento aprovado pelo Decreto Estadual nº 8468 de 08/09/76, estabelece:

- Fica proibida a emissão de fumaça por parte de fontes estacionárias com densidade colorimétrica superior ao padrão 1 da escala de Ringelmann salvo por:

I- um único período de 15 (quinze) minutos por dia, para operação de aquecimento de fornalha.

II- um período de 3 (três) minutos consecutivos ou não em qualquer fase de 1 (uma) hora.

Parágrafo único: Em qualquer fase de 1 (uma) hora, quando da realização da operação de aquecimento de fornalha, o período referido no inciso II desse artigo, já está incluído no período de 15 (quinze) minutos referido no inciso I.

OBS: Esses padrões foram homologados pela Portaria SEMA nº 02 de 19/01/77.

FONTES DE POLUIÇÃO DO AR

A fiscalização através da escala de Ringelmann deve ser realizada em fontes de poluição do ar que emitam somente produtos de combustão.

As fontes de poluição do ar que emitam outros tipos de poluentes ou poluentes semelhantes mas provenientes de outras operações que não a queima de combustível, devem ser tratadas de forma diferentes, não nos cabendo, nesse trabalho, um aprofundamento nos tipos de tratamentos.

As fontes que emitem só produtos de combustão, são:

- a) caldeiras
- b) fornos
- c) Boiler
- d) trocador de calor (óleo térmico)
- e) outros

Caldeiras

As caldeiras para produção de vapor possuem dois tipos principais:
- as caldeiras fogo-tubular e água-tubular.

Caldeiras Fogo-Tubular

Como o próprio nome diz, esse tipo de caldeira se caracteriza pela passagem do fogo por dentro dos tubos e a água que se tornará vapor, por fora.

Essas caldeiras são mais fáceis de regular, sendo que os equipamentos mais novos já apresentam um alto grau de automação, proporcionando uma boa combustão, consequentemente reduzindo a emissão de poluentes na atmosfera, conforme desenho mostrado na figura 2.

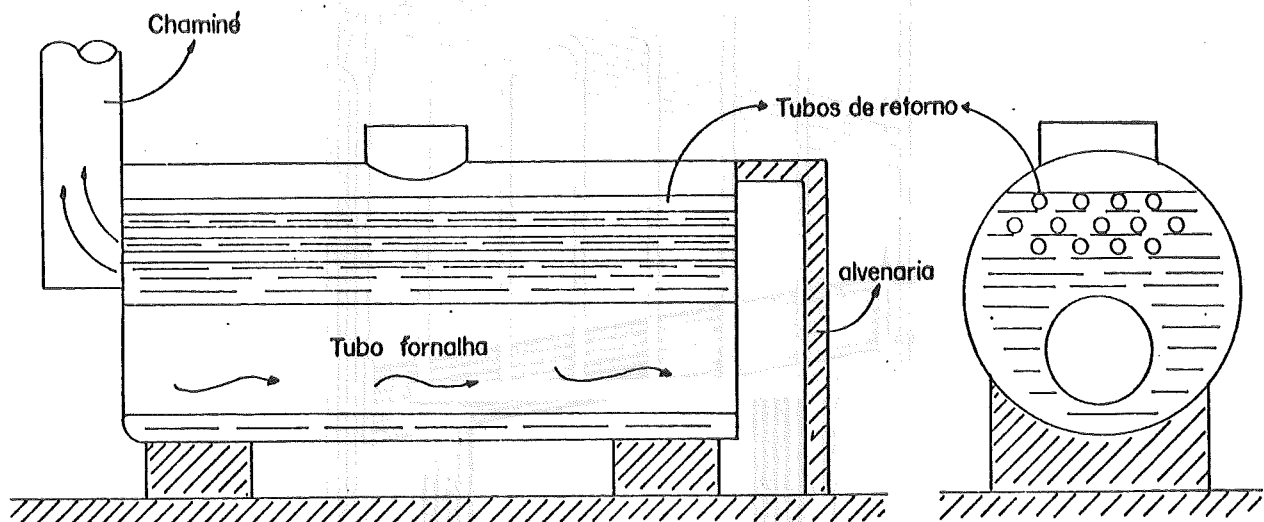


FIGURA 2 - Caldeira Fogo-Tubular

Na figura acima mostramos esquematicamente o mecanismo de funcionamento de uma caldeira fogo-tubular, com detalhes dos tubos de fogo, tubos de retornos dos gases de combustão, que trocam calor com a água que circula ao redor dos mesmos, no sentido vertical, sendo que a água mais quente e o vapor tendem a ocupar a parte superior do corpo da caldeira.

Caldeiras Água-Tubular

Esses equipamentos são utilizados para altas produções de vapor o que é bem difícil atingir com caldeiras fogo-tubular.

As dificuldades operacionais dessas caldeiras são bem maiores e a regulação dos queimadores para evitar a emissão de fumaça preta requer muita habilidade, sendo a harmonia do funcionamento dos queimadores o fator primordial e havendo necessidade da distribuição do combustível na fornalha de forma homogênea para evitar pontos de desequilíbrio.

Além dos fatores mencionados, esses equipamentos possuem um dispositivo de limpeza de fuligem de câmara interna, por sopragem, fazendo com que todo o material particulado acumulado por determinados períodos de funcionamento, seja lançado de uma só vez na atmosfera.

Essas caldeiras requerem uma atenção toda especial da fiscalização pois em alguns casos a solução do problema só se dará com a instalação de Equipamentos de Controle de Poluentes. A figura 3 esquematiza a caldeira água-tubular.

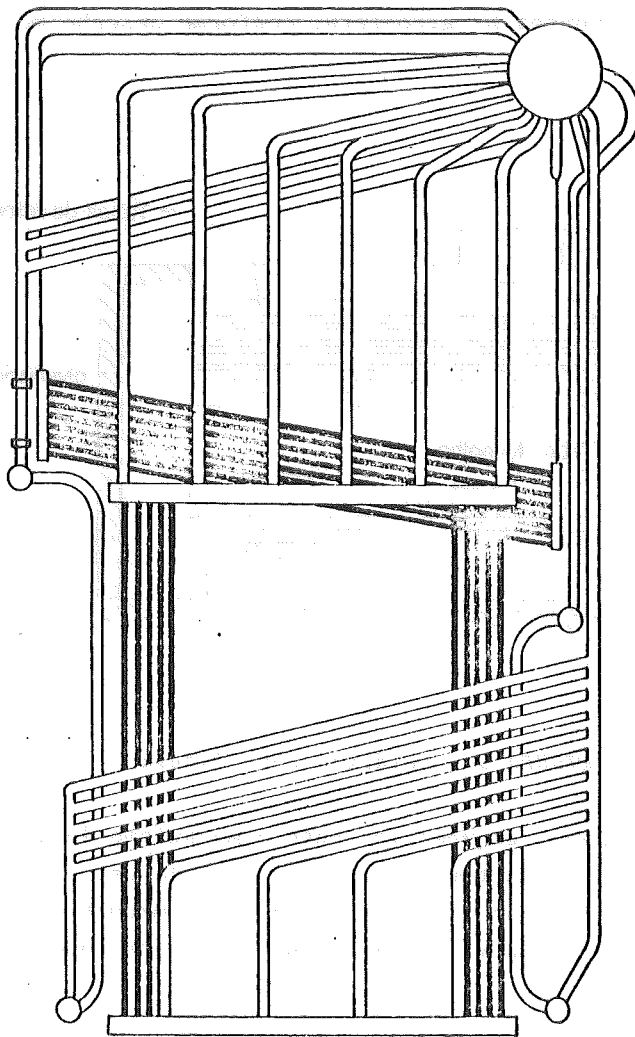


FIGURA 3 - Caldeira água-tubular com um tambor

Na figura 4 mostramos uma caldeira água-tubular com dois tambores.

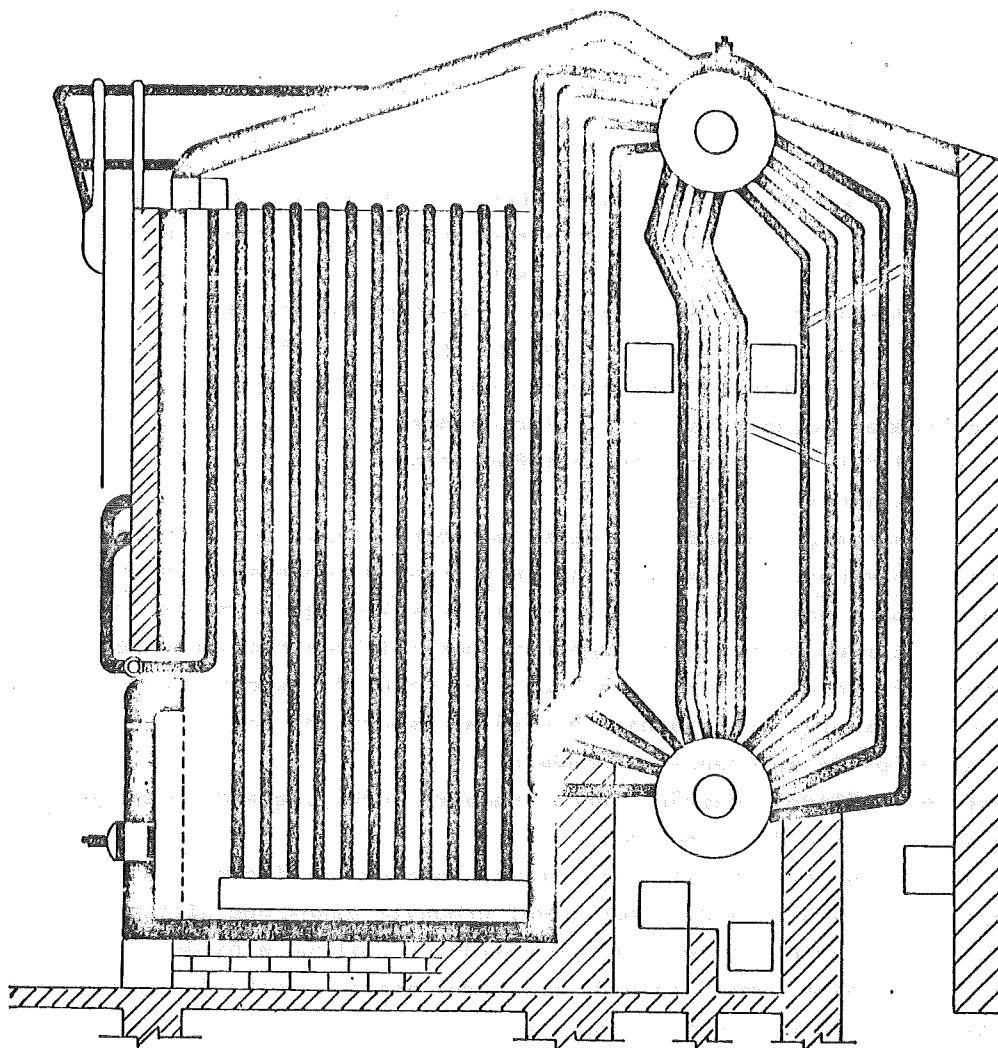


FIGURA 4 - Caldeira água-tubular com dois tambores.

Fornos

A preocupação da fiscalização de Ringelmann com esses equipamentos, deve se restringir aos fornos que emitam somente produtos de combustão. Assim, a ação deve recair sobre os fornos de tratamento térmico, fornos de aquecimento e até mesmo forno de fusão, quando houver uma tiragem de gases independente para produtos de combustão.

Outros equipamentos que possuam tiragem separadas para produtos de combustão, tais como, máquinas para lavar garrafas, sistema de aquecimento de tanques de decapagem e neutralização de peças, tanques de asfalto, boiler, trocador de calor (óleo térmico), etc., podem sofrer fiscalização por esse processo.

MEDIDAS DE CONTROLE ADOTADAS POR DIVERSAS INDÚSTRIAS DA REGIÃO.

Assim que a fiscalização constatava infração aos dispositivos legais, ou seja, emissão de fumaça preta na atmosfera, as empresas eram vistoriadas; as fontes totalmente levantadas e os responsáveis pelas mesmas eram verbalmente e por escrito orientados quanto as medidas de controle a serem adotadas e sobre os dispositivos da legislação vigente. Em seguida eram emitidos autos de infração, penalidade de advertência e no caso de reincidência, a penalidade de multa.

A conscientização dos industriais sobre o controle da poluição bem como as vantagens econômicas proporcionadas pela melhor queima dos combustíveis, levam diversas empresas a desenvolver métodos para melhor operacionalizar seus equipamentos e ou implantar maior rigidez na manutenção dos dispositivos de queima e treinamento dos operadores.

Dentro dessa política, os resultados foram sentidos e a cada ano, temos uma melhora sensível quanto ao controle dessas fontes, havendo casos como os dos municípios de Valinhos e Tambaú onde os problemas foram totalmente solucionados.

As principais medidas de controle implantadas foram:

Para combustíveis líquidos e gasosos

- a emissão de fumaça preta pode ser eliminada controlando-se a combustão (queima), pela regulagem adequada do maçarico, nos casos de utilização de combustíveis líquidos (óleo) ou gasosos (gás encanado ou gás de botijão). Deve-se ressaltar que o maçarico quando necessário foi substituído por um de boa qualidade para permitir uma regulagem perfeita;

- a boa manutenção do equipamento e do maçarico, além da escolha de um operador capacitado, foram de fundamental importância, não só no aspecto de controle da poluição do ar, mas também nos aspectos de segurança e economia;

- os combustíveis sólidos (carvão, lenha, madeira, etc.), quando possível, foram substituídos por gás liquefeito de petróleo;

- a altura da chaminé era um fator importante para evitar incômodo à vizinhança, pois mesmo sem fumaça preta, a queima de combustível produzia gases que afetavam direta ou indiretamente a saúde, como óxidos de enxofre, monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio. Recomendou-se em certos casos, uma altura de 5 (cinco) metros, acima da altura máxima das construções vizinhas, para uma melhor dispersão dos poluentes no ar;

- no caso de equipamentos mal dimensionados, os mesmos foram redimensionados ou substituídos.

Para combustíveis sólidos (lenha)

- a qualidade da lenha, era de vital importância para se conseguir uma boa combustão. Evitou-se portanto a queima de lenha verde, úmida ou impregnada por qualquer substância ou material que dificultasse ou alterasse as condições de combustão.

- a estocagem passou a ser feita em forma de "tabique", ao ar livre, para que a lenha perdesse o máximo de umidade, pela ação do sol e dos ventos. Quando já em condições ideais para queima, a lenha passou a ser conduzida a outro local coberto para evitar-se o contato com chuvas, e no dia da queima, quando possível, a mesma passou a ser depositada nas proximidades do forno ou caldeira, para ganhar calor e perder umidade.

- a alimentação da fornalha, passou a ser feita por pessoa especializada, obedecendo-se os seguintes critérios:

a lenha começou a ser colocada na fornalha, entrelaçada, para permitir maior superfície de queima e mais contato com o comburente.

para permitir um contato ideal entre combustível e comburente, a câmara de combustão passa a receber menor quantidade de lenha, (para evitar-se o afogamento do sistema) e maior número de vezes.

iniciou-se uma política de bom turbilhonamento para que o oxigênio do ar e o combustível tivessem um contato mais íntimo, permitindo uma boa combustão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ano de 1978, com a implantação das fiscalizações de rotina, através da Escala de Ringelmann, suas adaptações e dificuldades iniciais, não nos foi possível realizá-las em toda sua plenitude, o que acarretou um número de constatações menor que em 1979.

No ano de 1979, apesar do maior número de constatações registradas, foi percebida uma melhora sensível nas emissões de fumaça preta.

Com as fiscalizações de rotina, em sua plenitude, verificamos que no ano de 1980, o número de constatações diminuiu consideravelmente, mostrando a eficiência da fiscalização por escala de Ringelmann.

Advindo a crise do petróleo e a busca de fontes de energia alternativas, ou melhor, novos combustíveis, tais como: borracha, lenha, lixo, pneus velhos, bagaço de cana, madeiras diversas (impregnadas com toda sorte de resíduos, pó de serra e outros), borra e/ou casca de café, palhas de arroz, óleo queimado (carter de veículos) e outros resíduos de indústrias químicas, notamos que nos anos de 1981, 1982, 1983, houve um aumento crescente e significativo de emissão de fumaça preta na atmosfera, 101, 102 e 115 constatações respectivamente.

Passada a fase de adaptação dos combustíveis alternativos, com aparecimento de soluções técnicas cada vez mais adequadas, somada à fiscalização intensa através da escala de Ringelmann, verificou-se uma queda significativa nas emissões de fumaça preta no ano de 1984.

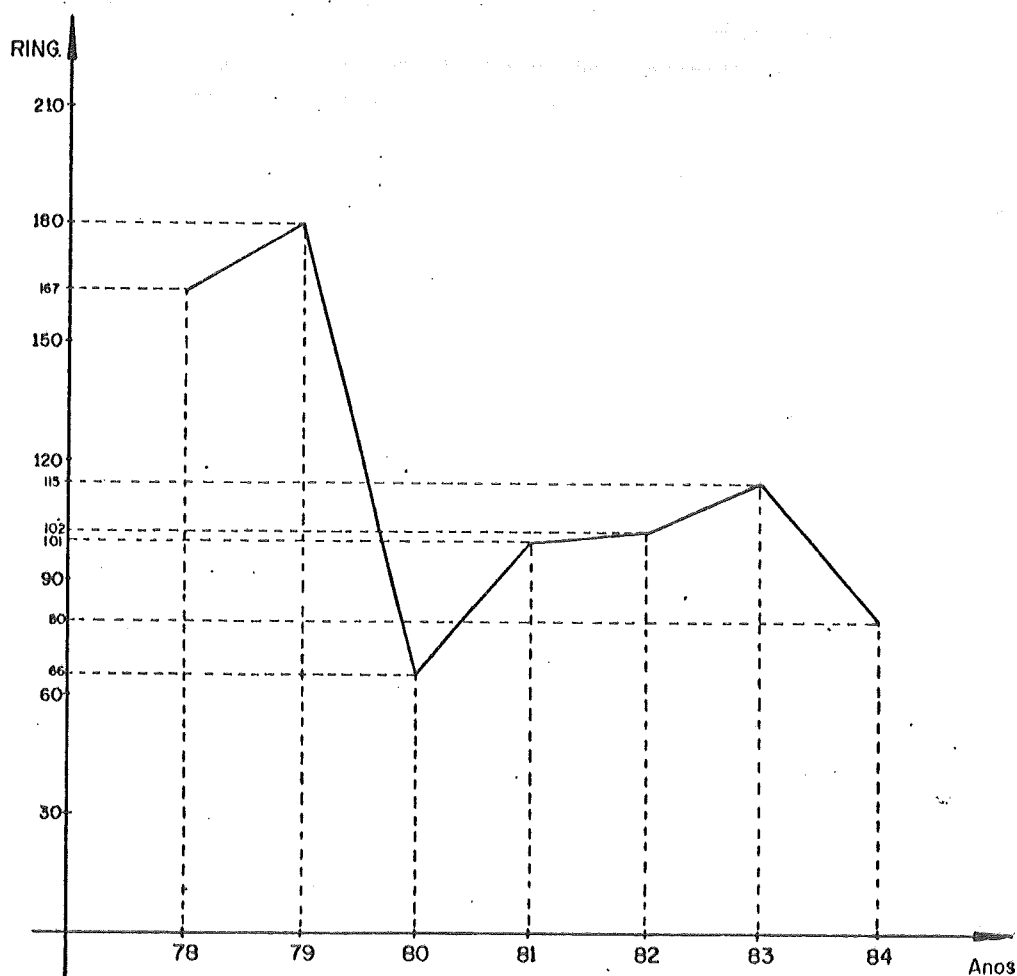


FIGURA 5 - Número de constatações de emissão de fumaça preta fora dos padrões por ano

CONCLUSÃO

A fiscalização por escala de Ringelmann continua.

A experiência demonstrou que sua paralização após a diminuição significativa da fumaça preta, permite aos operadores de caldeiras e fornos um relaxamento no controle de seus dispositivos de queima e manutenção de equipamentos, voltando a emissão de fumaça fora dos padrões e conseqüentemente as reclamações da população.

Apesar de ser um instrumento do órgão de controle aparentemente simples é um dos elementos que apresenta grandes resultados no controle da poluição do ar.

Algumas fontes, devido sua complexidade, não conseguem somente com medidas de controle enquadrar a densidade colorimétrica da fumaça emitida. Assim resta a implantação de equipamentos de controle de poluentes sendo esses casos estudados e acompanhados pela Engenharia da CETESB.

Novas fontes de poluição, que sofrem um controle preventivo, já iniciam suas atividades com os controles necessários e normalmente passam a ser fiscalizadas de acordo com a sistemática pré estabelecidas pela fiscalização por escala de Ringelmann.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Manual de Controle de Poluição do Ar - *Caldeiras* - Governo do Estado de São Paulo - Secretaria de Estado da Saúde - Superintendência de Saneamento Ambiental - São Paulo - Brasil - 1974 - 2ª edição.
- 2- Office Of Air Quality Planning And Standards Research Triangle - Compilacions of air pollutant emission factots 2 ed. Resedrch Triangle Park 1975.

Data Aquis.:
Indic.:
Arquivo:
Preço: Cr\$
Data Tomba: 25/09/95