

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA DE CONTROLE

- Superintendência de Apoio
- Gerência de Projetos e Fontes
- Gerência de Suporte

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

EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO
PROVENIENTE DA COMBUSTÃO DE BAGAÇO
DE CANA EM CALDEIRAS
- PROPOSTA PARA O ESTABELECIMENTO -
DE PADRÃO

JAN/86

CLASS.	
AUT. J.	
TOMBO	29974

8210
C338e (RCET)
029974

DIRETORIA

Werner Eugênio Zulauf
Diretor-Presidente

Antônio Alves de Almeida
Diretor Administrativo

Fredmar Corrêa
Diretor de Planejamento Ambiental

Nelson Mansour Nabhan
Diretor de Engenharia

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Paulo Bezerril Júnior
Diretor Financeiro

Samuel Murgel Branco
Diretor de Pesquisa

I. INTRODUÇÃO

Este estudo foi desenvolvido como um subsídio à atuação da CETESB no controle da combustão de bagaço de cana em caldeiras por representar o principal insumo energético da indústria paulista. O levantamento feito pela Agência para Aplicação de Energia indica que 36,3% da energia consumida por 1.100 empresas pesquisadas (responsáveis por 80% da energia consumida pela indústria paulista) é proveniente do bagaço de cana (referência: Gazeta Mercantil de 04/01/86).

Devido às sobras de bagaço de cana nas usinas de açúcar e álcool, outras empresas passaram a usá-lo como combustível. Isso tornou-se viável pela necessidade de substituição de insumos energéticos e por as usinas se concentrarem próximas a regiões industrializadas, principalmente Campinas e Ribeirão Preto. Consequentemente agravou-se o problema de poluição ambiental, uma vez que essas indústrias encontram-se, via de regra, próximas a centros urbanos causando incômodos à população.

A poluição atmosférica causada pela combustão do bagaço de cana em caldeiras consiste, principalmente, de material particulado sob a forma de bagaços queimados parcialmente (fuligem), óxidos de ferro, de cálcio, de silício e outros.

O objetivo deste estudo é estabelecer a máxima concentração de material particulado, que pode ser emitido à atmosfera, pela combustão de bagaço de cana em caldeiras instaladas no perímetro urbano dos municípios do Estado de São Paulo.

II. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE MATERIAL PARTICULADO PROVENIENTE DA COMBUSTÃO DE MADEIRA

Nos levantamentos bibliográficos efetuados não se encontraram padrões específicos para a combustão de bagaço de cana. Face a isso foram levantados os padrões devido à combustão de madeira e que são apresentados a seguir.

- Padrões existentes para material particulado devido à combustão de madeira:

- . 230 mg/m³ (50% excesso de ar ou 12% CO₂; 20°C e 1 atm) — Vermont (USA)
- . 250 mg/Nm³ (base seca) — Suécia
- . 230 mg/m³ (12% CO₂; 20°C e 1 atm) — Canadá
- . 150 mg/Nm³ (base seca, 13% O₂ e Q ≤ 500000 m³/h) — Alemanha Ocidental
- . 100 mg/Nm³ (base seca, 13% O₂ e Q > 500000 m³/h) — Alemanha Ocidental
- . 344 mg/m³ (20°C e 1 atm) — Alasca

III. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÁXIMA DE MATERIAL PARTICULADO PROVENIENTE DA COMBUSTÃO DE BAGAÇO DE CANA

1. Concentrações de material particulado devido à combustão de bagaço de cana obtidas nas amostragens realizadas pela CETESB

Foram realizadas, pela CETESB, 16 amostragens em algumas caldeiras das quais apenas 2 (duas) não apresentavam equipamento de controle para material particulado. A tabela a seguir apresenta o tipo de equipamento implantado correlacionando-o com a concentração de material particulado obtida na chaminé.

EQUIPAMENTO DE CONTROLE INSTALADO	CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO (mg/Nm ³ - base seca)
Nenhum	2.208
	1.998
Filtro de cascalho com precipitação eletrostática (*)	754
	728
	1.294
	922
	258
Multi-ciclone	216
	169
	181
	174
Lavador centrífugo com "spray"	202
	104
Lavador centrífugo com "spray" operando sem líquido de lavagem	120
	598
	499

(*) em fase de teste

2. Correlação entre a combustão de madeira e de bagaço de cana

Segundo a literatura, para plumas relativamente claras lançadas por chaminés, a concentração de material particulado é de 115 mg/m^3 e 92 mg/m^3 , respectivamente devido à combustão de madeira e de bagaço de cana. Nas medições efetuadas pela CETESB observaram-se plumas claras para concentrações em torno de 85 mg/m^3 , valores estes compatíveis com os apresentados acima.

Com base nessas considerações e levando-se em conta condições operacionais similares, verificou-se que o fator de correlação entre a emissão de material particulado devido à combustão de madeira e de bagaço de cana é da ordem de 1,2 (base seca e pluma clara).

3. Proposição da concentração máxima de material particulado devido à combustão de bagaço de cana

Na elaboração da proposta da concentração máxima de material particulado por combustão de bagaço de cana foram considerados, como os de maior importância, os seguintes fatores:

- correlação entre a emissão devido à combustão da madeira e do bagaço de cana de 1,2;
- teor de umidade no bagaço de cana de 50% (em peso);
- excesso de ar usado na combustão do bagaço de cana de 40%;
- volume do efluente gasoso proveniente da combustão de bagaço de cana em caldeiras relativamente maior do que aquele gerado em outros equipamentos;
- concentrações de material particulado obtidas nas amostragens realizadas pela CETESB, sendo consideradas apenas aquelas resultantes da operação adequada dos equipamentos de controle durante as medições;
- fator de emissão de material particulado (sem equipamento de controle) para a combustão de bagaço de cana de 8 kg/t de bagaço (50% de umidade em peso) e

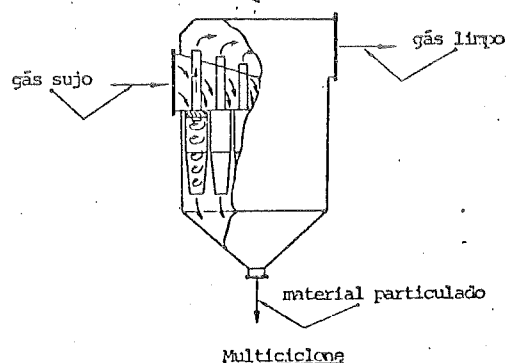
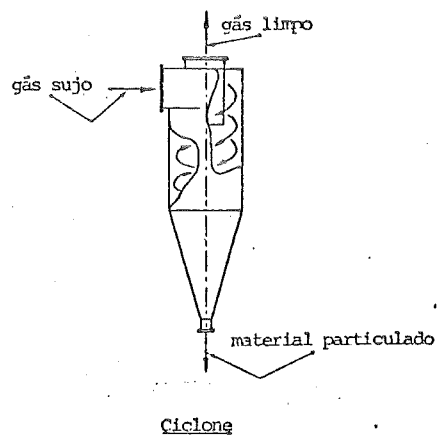
- fontes de emissão situadas em perímetros urbanos..

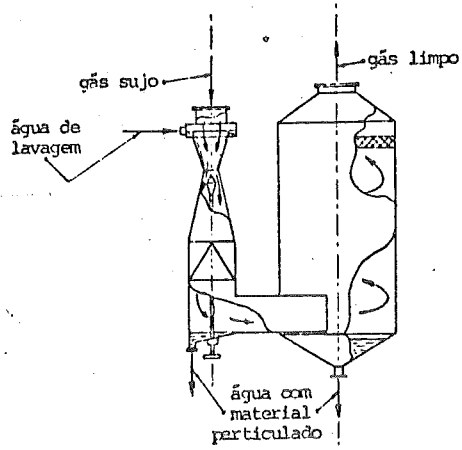
Com base nestas considerações propõe-se o valor de 120 mg/Nm^3 (base seca e 14% CO_2) como concentração máxima de material particulado devido à combustão de bagaço de cana.

Assim sendo, para se atingir concentrações compatíveis ao valor proposto, será necessário a implantação de equipamentos de controle que reduzam, no mínimo em 96% (em peso) as emissões de material particulado gerado pela combustão de bagaço de cana em caldeiras.

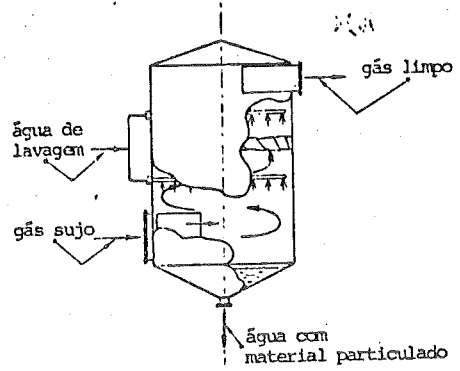
IV. TÉCNICAS DE CONTROLE

Os equipamentos existentes para o controle de material particulado gerado na combustão de bagaço de cana são: ciclone, multiciclone, lavadores (venturi, centrífugo com "spray" e outros), filtro de cascalho (com ou sem precipitador eletrostático) e filtro de tecido, conforme figuras a seguir.

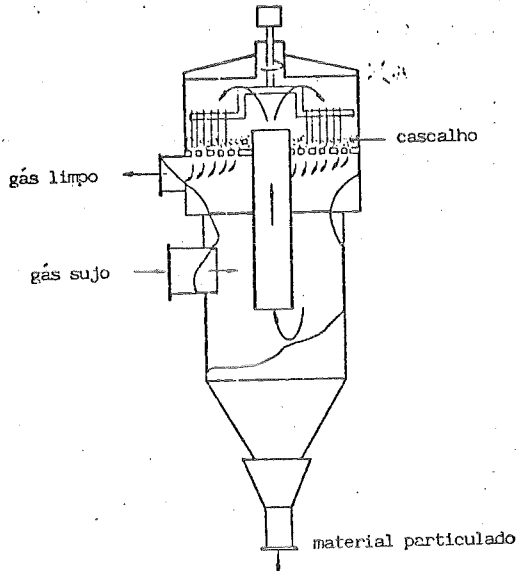




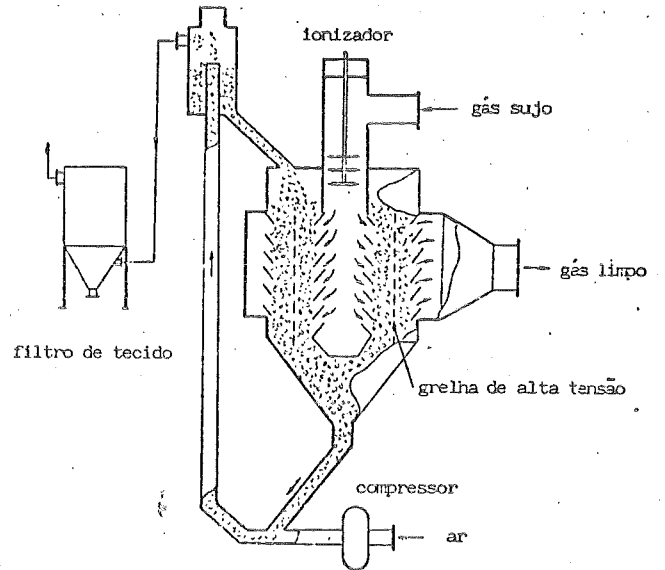
Lavador Venturi com Separador Ciclônico



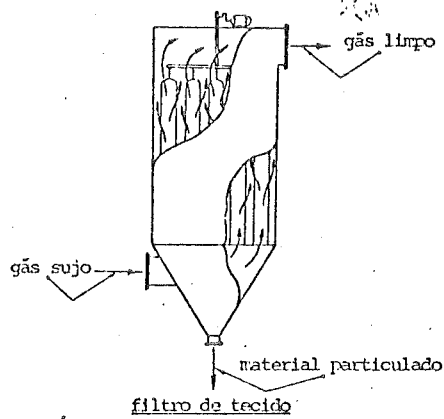
Lavador Centrífujo



Filtro tipo cascalho



Leito fluidizado de cascalho com precipitação eletrostática



filtro de tecido

Os ciclones e multiciclones são considerados pré-coletores uma vez que sózinhos não conseguem eficiência de remoção para material particulado gerado na combustão de bagaço de cana da ordem de 96% (em peso). Porém, em série com outros equipamentos, tais como lavadores, podem atingir o controle desejado para o referido poluente.

O efluente gasoso, após passagem por um dos lavadores mencionados, apresentará concentração dentro do limite proposto (120 mg/Nm^3) desde que projetado adequadamente; embora apresente na saída da chaminé uma pluma visível de vapor.

Os filtros de cascalho (com ou sem precipitação eletrostática) são equipamentos recentemente lançados no mercado. O fabricante do tipo sem precipitação eletrostática garante que seu uso leva a uma concentração de material particulado de 100 mg/Nm^3 na saída da chaminé.

Os filtros de tecido são considerados os equipamentos que atendem a melhor tecnologia de controle, embora devam ser tomadas precauções quanto à temperatura de entrada do efluente gasoso no meio filtrante e quanto ao risco de queima do tecido devido à possibilidade de arraste de fagulhas no efluente gasoso.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta preliminar para a concentração máxima de material particulado devido à combustão de bagaço de cana em caldeiras de 120 mg/Nm^3 (base seca e 14% CO_2), para indústrias instaladas em perímetros urbanos, não é um valor muito restritivo uma vez que em algumas das amostragens efetuadas pela CETESB foram atingidos valores inferiores a esse. Além disso, existem no mercado vários equipamentos de controle, conforme mencionado anteriormente, em condições de controlar esse poluente ao nível proposto.

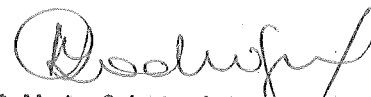
Deve-se ressaltar, no entanto, que o valor proposto resultou de um número relativamente pequeno de amostragens (16) e refere-se apenas às caldeiras instaladas em perímetros urbanos, sem considerar os dados de qualidade do ar.

79/10/01
M. S. S. S.

Para o estabelecimento do padrão de emissão para material particulado devido à combustão de bagaço de cana há necessidade de um estudo minucioso que examine atentamente os diversos fatores que possam interferir em seu valor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The World's Air Quality Management Standards
Vol II: The Air Quality Management Standards of the United States
EPA - 650/9 - 75 - 001 - b
2. The world's Air Quality Management Standards
Vol I: The Air Quality Management Standards of the World,
Including United States Federal Standards
3. The MacIlvane Scrubber Manual - Vol 2.
4. Compilation of Air Pollutant Emission Factors - 3ª edição.



Eng.º Maria Celeste J. R. Fontan
Divisão de Fatores e Padrões de Emissão
CREA 45.127/D - N.º Reg. 01.0694-0

De acordo.



ENG.º SHIGERU YAMAGATA
Divisão de Análise de Projetos de
Poluição Atmosférica e Ruído
CREA 96.425/D - N.º Registro 2801-0



ENG.º MARIO KATO
Gerente de Projetos de Fontes
CREA N.º 23.933/D N.º Reg. 0037-6



ENG.º PAULO SALVADOR FILHO
Gerente de Suporte
CREA 95.881/D - N.º Reg. 01.0123-9

Data Aquis.:	16/2/95
Indic.:	doação N
Livraria:	
Preço:	Cr\$
Data Tombo:	16/2/95