

A 50-30PA
P/Arquiv
9

RELATÓRIO DAMC Nº 9

AMOSTRAGEM EM CHAMINÉ: Sociedade Algodoeira
do Nordeste Brasilei
ro S.A. - SANBRA

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO H. IMANN JR., 345 CEP 05409 - PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

Data: 25.06.79

DAMC/GQAR

Superintendência de Tecnologia do Ar
Diretoria de Saneamento do Ar e de
Controle de Fontes de Poluição

8210
Odla(RCET)
022767

CLASS.	
NO.	022767

RECEIVED
10/10/67
10/10/67
10/10/67
10/10/67

10/10/67

RECEIVED
10/10/67
10/10/67

10/10/67

RECEIVED
10/10/67
10/10/67
10/10/67

10/10/67

10/10/67

UNIDADE EXECUTANTE:

**Superintendência de Tecnologia
do Ar - Diretoria de Tecnolo
gia de Saneamento do Ar e de
Controle de Fontes de Poluição**

CLIENTE:

**Sociedade Algodoeira do Nordes
te Brasileiro S.A. - SANBRA**

OBJETO:

**Realizar amostragem em chaminé,
visando a determinação de mate
rial particulado e dióxido de
enxofre.**

PERÍODO DE AMOSTRAGEM: 18.09.78 à 09.11.78

CETESB - CIA. DE TÉCNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO H. MANN JR., 345 CEP 05489 PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

I N D I C E

INFORMAÇÕES GERAIS	1
INFORMAÇÕES SOBRE A FONTE DE EMISSÃO	1
MEDIDA DO CONSUMO DE ÓLEO	2
OBJETIVO DAS AMOSTRAGENS	3
RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS	3
ANÁLISE DOS RESULTADOS	3
TABELA "I"	4
TABELA "II"	5
TABELA "III"	6
TABELA "III.1"	6.1
TABELA "IV "	7
ANÁLISE DA AMOSTRAGEM DE DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	8
RESULTADOS OBTIDOS	9
CONCLUSÕES	10

RELATÓRIO

I. INFORMAÇÕES GERAIS

- I.1 NOME DA FIRMA: Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. - SANBRA
- I.2 LOCALIZAÇÃO: Av. Alexandre Mackenzie s/nº São Paulo - S.P.
- I.3 FONTE AMOSTRADA: Caldeira TV-2P, projetada e construída pela Construtora Industrial e Termotécnica S.A. - CONTERMA
- I.4 OBJETIVO: Realizar amostragem em chaminé, visando a determinação de material particulado e dióxido de enxofre.

II. INFORMAÇÕES SOBRE A FONTE DE EMISSÃOII.1 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CALDEIRA

O ar atmosférico ao passar pelo pré-aquecedor, recebe energia (calor) devido a troca térmica com os gases originários da combustão.

O ar aquecido é lançado na fornalha a uma temperatura de aproximadamente 130°C, onde em contato com o óleo pulverizado ocorre a combustão. A energia liberada, proporciona uma troca de calor entre os gases de combustão e a superfície de aquecimento. O vapor gerado (saturado), passa por um super aquecedor, sendo daí enviado a linha já como vapor super aquecido.

Os gases provenientes da queima de combustível, são retirados do sistema através da ação de um exaustor (90.000 m³/h), sendo lançados na atmosfera por intermédio de uma chaminé metálica.

II.2 CARACTERÍSTICAS DA CALDEIRA

- . Tipo - Aquatubular
- . Eficiência da caldeira - 89%
- . Consumo atual de óleo = ± 2.600 kg/h

- Produção Normal de vapor = 35.000 kg/h
- Temperatura Média do ar na saída do aquecedor = 130°C
- Temperatura Média do óleo nos maçaricos = 85°C
- Temperatura Média dos gases na chaminé = 210°C
- Capacidade do Exaustor = 90.000 m³/h.
- Tipo de chaminé = Metálica
- Diâmetro da chaminé 1.600 mm
- Altura da chaminé = 18,0 m.

III. MEDIDA DO CONSUMO DE ÓLEO

Para a medida do consumo de óleo na Caldeira TV-2P, que juntamente com uma outra caldeira a COMPACTA, faz parte de uma das unidades de geradores de vapor da firma em questão, encontra-se instalado na linha de alimentação de óleo combustível, proveniente dos tanques de armazenamento geral para o tanque de alimentações destas caldeiras um medidor do tipo integrador para fornecer o consumo total utilizado nesta unidade.

Além deste medidor geral, também a caldeira COMPACTA, possui um medidor de consumo de combustível da mesma espécie, que fornece o consumo correspondente a este gerador.

Assim sendo o consumo de óleo da Caldeira TV-2P, durante o decorrer das diversas coletas, só poderia ser determinado por diferença de leitura entre o medidor instalado na entrada geral e a do medidor instalado na COMPACTA.

Saliente-se contudo que o tanque de alimentação das caldeiras, devido a um sistema de boia dosadora nele instalado, apresenta ciclos não uniforme de carga e descarga, ocasionando leituras intermitentes no medidor ali instalado, de forma que torna-se difícil obter-se o consumo exato do óleo por diferença, na caldeira TV-2P.

Assim é que os valores apresentados na tabela I de consumo combustível, representa a média das leituras obtidas durante os períodos de coleta.

IV. OBJETIVO DAS AMOSTRAGENS

O objetivo das Amostragens realizadas, foi o de determinar quantitativamente a emissão de material particulado e dióxido de enxofre (SO_2) em quatro situações distintas.

- a. Caldeira utilizando como combustível óleo BTE, e emitindo abaixo do padrão 2 (dois) da escala de Ringelmann.
- b. Caldeira utilizando como combustível óleo BTE e, emitindo dentro do padrão 2 (dois) da escala de Ringelmann.
- c. Caldeira utilizando como combustível óleo BPF, e emitindo abaixo do padrão 2 (dois) da escala de Ringelmann.
- d. Caldeira utilizando como combustível óleo BPF, e emitindo dentro do padrão 2 (dois) da escala de Ringelmann.

Assim sendo, foram realizadas 12 (doze) coletas de amostras, sendo três para cada situação acima descrita.

V. RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS

As doze coletas de amostras (MP e SO_2), foram executadas na chaminé metálica ($h = 18,0m$, $\phi = 1,60 m$) a uma altura do solo de 13,6m em dois diâmetros perpendiculares.

A seção transversal escolhida para as coletas, foi subdividida em 32 (trinta e dois) pontos de amostras (16 em cada diâmetro), sendo utilizado o trem automático de amostragem da RAC (Research Appliance Company) com a utilização dos métodos 1, 2, 3, 4 e 5 para material particulado e, método 6 para dióxido de enxofre, todos do Federal Register Vol. 38 Number 247 de 23.12.71

Em anexo, segue as tabelas I, II e III contendo respectivamente, características da caldeira quando da decorrer das coletas, análise quantitativa do material coletado e do óleo e os resultados das tomadas de amostras.

VI. ANÁLISE DOS RESULTADOS

VI.1 Os resultados das amostragens realizadas apresentaram as seguintes médias e desvios padrões conforme tabela IV.

TABELA "I"
CARACTERÍSTICA DA CALDEIRA

Datas de coletas Características da Caldeira	18.09.78	20.09.78	22.09.78	26.09.78	28.09.78	04.10.78	17.10.78	20.10.78	26.10.78	30.10.78	07.11.78	09.11.78
	17,2	17,6	17,6	17,6	18,2	17,8	17,8	17,4	17,4	17,9	18,0	17,7
Pressão da caldeira kg/cm ²	24,0	22,1	26,5	26,0	24,0	20,0	23,0	25,0	25,4	21,0	22,0	22,0
Pressão do óleo nos maçaricos kg/cm ²	22,6	20,9	25,0	25,0	22,5	18,5	22,0	24,0	24,0	19,9	21,0	20,0
	24,0	21,9	26,7	26,0	24,0	20,0	23,0	25,8	26,0	20,9	22,0	22,0
	26,5	24,5	28,8	28,0	26,0	22,5	22,4	27,7	28,2	15,2	24,0	24,0
Temperatura do óleo nos maçaricos (°C)	82	87	87	88	88	76	117	108	114	115	120	113
	83	87	89	89	91	78	120	110	116	117	123	117
	82	85	87	88	88	76	118	108	115	116	122	116
	84	87	88	88	89	78	117	110	115	116	121	115
Temperatura do Ar de entrada (°C)	134	134	135	141	145	149	146	137	147	141	140	149
Temperatura dos gases na chaminé (°C)	210	210	215	210	210	220	200	210	210	210	205	205
Temperatura do vapor seco (°C)	237	240	238	240	238	236	238	240	240	205	238	238
Temperatura da água de entrada (°C)	81	95	95	93	94	90	92	90	96	93	94	82
Consumo de óleo l/h	2748	2338	2418	2799	2462	2468	2653	2483	2343	2463	2802	2653
Tipo de óleo	BTE	BTE	BTE	BTE	BTE	BTE	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF	BPF
Condição de Emissão da caldeira	* N	N	N	** R.2	R.2	R.2	N	N	N	R.2	R.2	R.2

* Caldeira emitindo abaixo do padrão dois da escala de Ringelmann

** Caldeira emitindo dentro do padrão dois da escala de Ringelmann

*** Valores médio durante o período de coleta

TABELA "II"
RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS QUANTITATIVAS.

D A T A	POLUENTE COLETADO			ÓLEO	
	MATERIAL PARTICU- LADO Massa (mg)	DIOXÍDO DE ENXOFRE Vol Titulado (ml)	VOLUME DE AMOSTRAGEM C.N.T.P. (L)	% em peso de S	
				BTE	BPF
18.09.78	442,80	92,25	805	1,08	
20.09.78	304,05	75,50	715	1,06	
22.09.78	292,10	94,25	704	1,02	
26.09.78	818,95	216	1526	1,02	
28.09.78	812	271,5	1569	1,07	
04.10.78	1184,5	246	1516	0,91	
17.10.78	1088,6	1345	1633		3,78
20.10.78	1423,35	1280	1658		3,87
26.10.78	1151,50	1065	1512		3,64
30.10.78	1872,95	1380	1299		3,74
07.11.78	1927,27	1225	1486		3,77
09.11.78	2256,25	1137,5	1517		3,79

TABELA "III"

RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS

D A T A	DADOS DO FLUXO		MATERIAL PARTICULADO			DÍÓXIDO DE ENXOFRE		ISOCINETICA % I	CONDIÇÕES DA CALDEIRA
	Vazão Nm³/h	Temperatu- ra - °C	Pressão mm/Hg	Taxe kg/h	Concentra- ção mg/Nm³	mg/Nm³ 5%	ppm		
18.09.78	49664	210	703,33	25,07	523,073	108 733,416	256,605	107,8	Óleo BTE
20.09.78	46048	210	698,75	17,93	389,466	106 675,804	236,448	99,2	Ringelmann
22.09.78	45517	215	705,87	17,21	378,946	104 856,818	299,780	99,4	< 2
26.09.78	41905	210	704,60	21,265	507,473	102 905,898	316,952	101,1	Óleo BTE
28.09.78	43213	210	703,58	21,19	490,230	101 1107,049	387,330	100,1	Ringelmann
04.10.78	41521	220	705,87	30,965	745,690	99 1038,417	363,318	99,8	> 2
17.10.78	46191	200	704,60	28,63	619,821	108 5271,182	1844,262	98,5	Óleo BPF
20.10.78	46625	210	703,58	37,285	817,051	101 4940,796	1728,668	99,3	Ringelmann
26.10.78	42221	210	705,10	30,335	718,917	101 4507,831	1577,184	98,1	< 2
30.10.78	35863	210	705,10	47,21	1315,972	101 6798,953	2378,793	107,4	Óleo BPF
07.11.78	43378	205	704,85	50,47	1163,095	101 5275,801	1845,878	99,4	Ringelmann
09.11.78	44952	205	705,10	59,39	1320,940	101 4798,840	1679,001	98,4	> 2

TABELA III. 1
ANÁLISE ORSAT

DATA	COMPOSIÇÃO % Vol.				Excesso de Ar %	OBSERVAÇÕES
	CO	CO ₂	O ₂	N ₂		
14.09.78	0,2	8	10,2	81,6	88	Dados com óleo BTE e es- cala Ringelmann < 2
26.09.78	0,4	8,9	8,9	81,8	67,47	Dados obtidos com óleo BTE e escala Ringelmann > 2
13.10.78	0	6,6	12,8	80,6	151	Dados obtidos com óleo BPF e escala Ringelmann < 2
30.10.78	0	10,4	7,8	81,8	57	Dados obtidos com óleo BPF e escala Ringelmann > 2

TABELA "IV"
MÉDIA E DESVIO PADRÃO

PADRÃO	RINGELMANN < 2			RINGELMANN > 2		
	BTE		BRF	BTE		BRF
VALOR	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	$\bar{X}$	σ	σ
SO ₂ (ppm)	264,28	32,36	1716,70	355,87	35,78	1967,89
MP (kg/h)	20,07	4,35	32,08	24,47	5,62	52,36
						6,31

CECIB - C. DE TECNOLOGIA E SAÚDE
BIBLIOTECA

VI.2 Através de uma análise dos resultados apresentados na tabela IV podemos extrair as seguintes relações:

- a. a emissão de material particulado quando da utilização do óleo BPF cresceu em relação a emissão de M.P. para o óleo BTE em termos de 60% quando da escala Ringelmann menor que 2 e 114% quando da escala de Ringelmann maior que 2;
- b. a emissão de dióxido de enxofre quando da utilização do óleo BPF cresceu em relação a emissão de SO_2 para o óleo BTE em termos de 6,5 vezes quando da escala Ringelmann menor que 2 e 5,5 vezes quando da escala de Ringelmann maior que 2;
- c. quando do funcionamento da caldeira em escala de Ringelmann maior que 2 e quando do funcionamento da mesma em Ringelmann menor que 2 as relações entre as emissões estão nas seguintes porcentagens:

$R > 2$	SO_2	BTE = (+) 35%
		BPF = (+) 15%
$R < 2$	M.P.	BTE = (+) 22%
		BPF = (+) 63%

VII. ANÁLISE DA AMOSTRAGEM DE DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2)

No caso do poluente dióxido de enxofre, existe a possibilidade de verificarmos, por comparação, as emissões obtidas através das amostragens executadas com o cálculo estequiométrico de formação de SO_2 a partir do conhecimento da porcentagem em peso de enxofre contida no óleo, e a quantidade de óleo utilizada nos períodos das amostragens.

Na tabela V apresentamos os dados resultantes desta comparação com a respectiva diferença percentual relativa da concentração amostrada em relação a concentração

calculada.

Esta percentagem de desvio deve ser creditada a não precisão dos dados de consumo de óleo, como foi visto anteriormente no item III deste relatório, bem como aos erros inerentes do próprio método de amostragem.

TABELA " V "

DATA	CONC. AMOSTRA- DA - C_a ppm(vol)	CONC. ESTEQ. C_e ppm (vol)	Δ perc. relat. $1 - C_a/C_e$	COND.
18.09.78	256,61	384,71	- 33%	Óleo BTE
20.09.78	236,45	346,47	- 32%	Ringelmann
22.09.78	299,78	291,24	+ 3%	< 2
26.09.78	316,95	438,58	- 28%	Óleo BTE
28.09.78	387,33	392,44	- 1%	Ringelmann
04.10.78	363,32	351,72	+ 3%	> 2
17.10.78	1844,26	1465,75	+ 26%	Óleo BPF
20.10.78	1728,67	1452,88	+ 19%	Ringelmann
26.10.78	1577,18	1375,77	+ 15%	< 2
30.10.78	2378,79	1746,49	+ 36%	Óleo BPF
07.11.78	1845,88	1661,62	+ 11%	Ringelmann
09.11.78	1679,00	1524,53	+ 10%	> 2

VIII. RESULTADOS OBTIDOS

Pelos dados numéricos obtidos nas amostragens, as seguintes contatações podem ser feitas:

MATERIAL PARTICULADO

- Pelas taxas de fluxo, concentrações e consumo de combustível determinado nas amostragens, verifica-se que as emissões de material particulado são sensivelmente maiores para o óleo BPF em cada condição imposta para a escala Ringelmann.
- Verificou-se que o aumento das emissões, na variação da escala de Ringelmann se apresentou mais sensível para o óleo BPF que para o BTE.

DIÓXIDO DE ENXOFRE

- a. Pelos resultados obtidos, como esperado devido às suas próprias características o óleo BPF apresenta maiores concentrações que o óleo BTE.
- b. Pelos valores exclusivamente numéricos das concentrações, verificou-se que quando a caldeira está operando em escala Ringelmann maior que 2 houve um aumento nas emissões de Dióxido de Enxofre para ambos os óleos combustíveis.

Tal fato pode estar associado, às condições de excesso de ar na combustão, que em realidade é um fator de transformação de dióxido de enxofre em trióxido, contudo tal afirmativa fica aqui prejudicada uma vez que não temos tomadas de produtos de combustão em todas as datas de coletas.

IX. CONCLUSÕES

Além dos resultados obtidos que podem ser considerados como esperados, tais como o aumento na emissão de material particulado quando do funcionamento da caldeira em escala de Ringelmann maior que dois, bem como o aumento na emissão do dióxido de enxofre quando da queima de óleo BPF devido a sua própria característica os demais dados obtidos nestas amostragens necessitam para uma análise mais acurada, de um número maior de amostragens, assim como caracterização mais precisa em termos de consumo de óleo, composição estequiométrica deste óleo, composição dos gases de combustão e verificação das condições de queima dos maçaricos.

Saliente-se também que para análise da emissão de dióxido de enxofre, devemos ter a quantificação da emissão de trióxido de enxofre, o que nos possibilita uma melhor interpretação nas emissões destes poluentes.



Engº Henry Itsuo Oda
Chefe da Divisão de
Amostragem em Chaminé

Date Anuls.:	8/10/84
Indic.:	
Ulyaris:	
Preco:	10/8
Data Imbo:	25/10/84

2-10-84