

RELATÓRIO DE ENSAIO

226.071 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

EMPRESA: CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE
Candiota – RS

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 25 de Agosto de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO_x, SO₂, NÉVOAS DE SO₃ E H₂SO₄



EMPRESA: CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA
DE ENERGIA ELÉTRICA

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 25 de Agosto de 2011.

- 1/ 10 -

OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira I na Chaminé para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_x, SO₂, névoas de SO₃ e H₂SO₄.

2. METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

As coletas de amostras e determinações foram executadas conforme normas da EPA (Environmental Protection Agency - USA), da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo) e da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Os métodos observados foram os seguintes:

- Determinação de pontos de Amostragem em DCFE (Duto ou Chaminé de Fonte Estacionária)
CETESB – L9.221 – Jul/90 # EPA - Method 1 – Fev/2000 # NBR 10701 – Jul/89
- Determinação da velocidade e da vazão dos gases em DCFE
CETESB – L9.222 – Mai/92 # EPA – Method 2 – Fev/2000 # NBR 11966 – Jul/89
- Determinação da massa molecular seca do fluxo de gases em DCFE
CETESB – L9.223 – Jun/92 # EPA – Method 3 – Ago/03# NBR 10702 – Jul/89
- Determinação da umidade dos efluentes em DCFE
CETESB – L9.224 – Ago/30 # EPA – Method 4 – Fev/2000 # NBR 11967 – Jul/89
- Determinação de material particulado em DCFE
CETESB – L9.217 – Nov/89 # EPA – Method 17 – Fev/2000 # NBR 12827 – Set/93
- Determinação de SO₂ e névoas de SO₃ e H₂SO₄ em DCFE
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO_x em DCFE
CETESB – L9.229 – Out/92 # EPA – Method 7– Fev/2000

3. EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM:

- Coletor isocinético de Poluentes Atmosféricos – CIPA – Energética
- Analisador de Combustão e Monitor Ambiental de Emissões – Tempest 50

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

4. DADOS DA CHAMINÉ/DUTO:

- | | |
|--|---------------|
| ➤ Formato da chaminé/duto: | Circular |
| ➤ Diâmetro da Chaminé: | 4,77 m |
| ➤ Distância após o ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 2 Diâmetros |
| ➤ Distância antes do ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 8 Diâmetros |
| ➤ Número de pontos da seção transversal: | 06 pontos |

5. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E DE COLETA

- Durante o período das medições, a Unidade funcionou, segundo informações da Empresa, nas condições usuais de trabalho.
- As coletas e medições foram realizadas utilizando-se um equipamento completo para amostragens de gases e particulados.
- As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da ISATEC – Rio Grande/RS.
- Os trabalhos de coleta e medição foram realizados pelos técnicos da ISATEC na presença de representantes da CGTEE.
- A preparação dos filtros e frascos lavadores, bem como a recuperação das amostras foram realizados nas dependências da CGTEE.
- Os resultados desta amostragem são válidos para o dia e condições operacionais praticados nesta ocasião.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

6. RESULTADOS

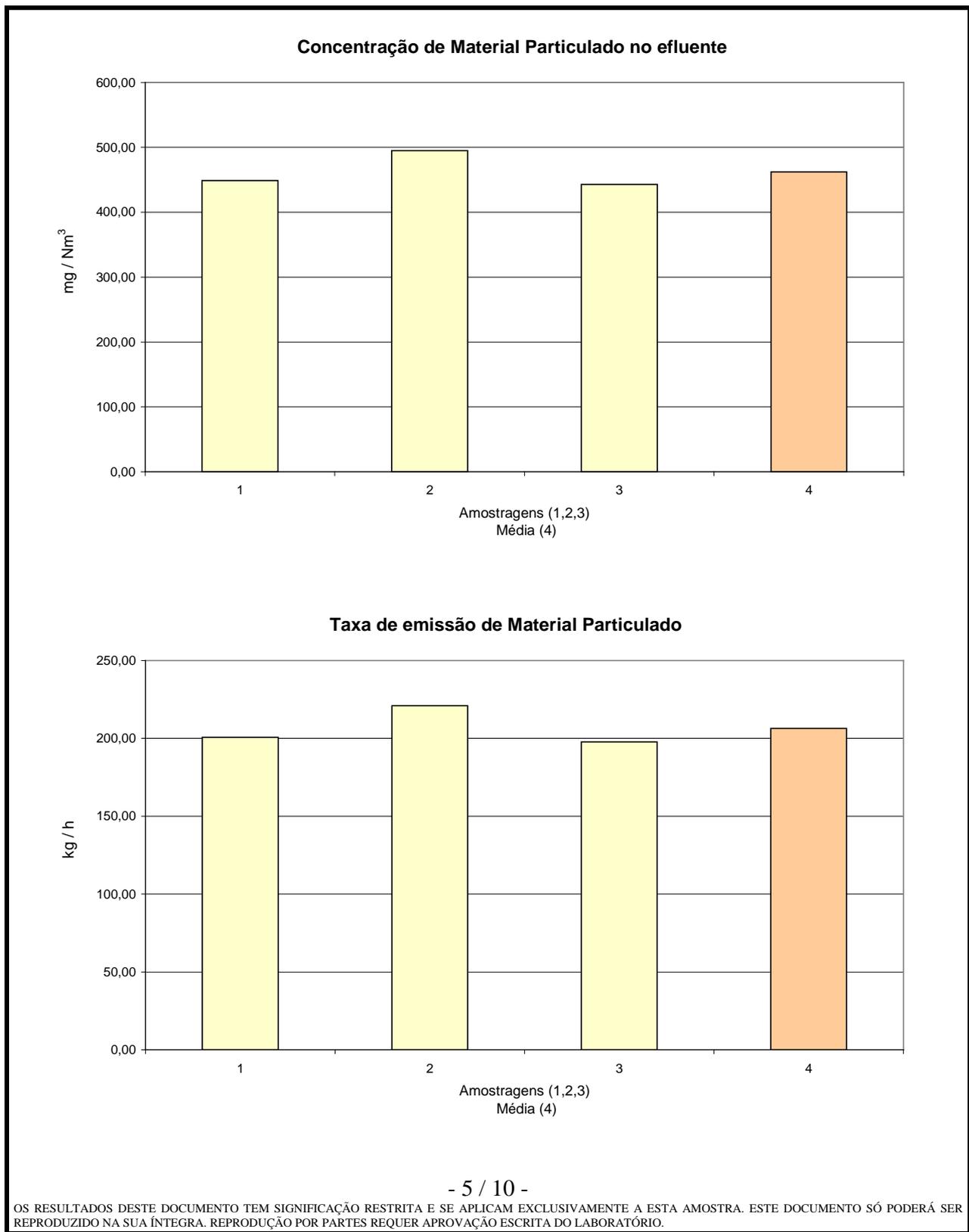
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	25/08/11	25/08/11	25/08/11	-
Hora início da amostragem	h:min	13:45	15:55	17:55	-
Hora de término da amostragem	h:min	14:50	17:00	19:00	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	107,4	107,0	106,6	107,0
Pressão na chaminé	"Hg	29,42	29,42	29,42	29,42
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,64	29,64	29,64	29,64
Volume água nas condições de chaminé	ft ³	3,41	3,20	3,26	3,29
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	55,03	54,94	54,77	54,91
Proporção vol. vapor d'água nos gases chaminé		0,058	0,055	0,056	0,057
Peso molecular base úmida		29,194	29,245	29,243	29,228
Velocidade na chaminé	ft / min	2058,77	2046,59	2045,59	2050,32
Velocidade na chaminé	m / s	10,46	10,40	10,39	10,42
Área da Boquilha	ft ²	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048
Isocinetismo	%	99,50	99,57	99,41	99,49
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	672824,90	668843,08	668517,17	670061,71
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	447042,42	446491,36	446214,00	446582,59
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0999	1,0993	1,0969	1,0987
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	448,78	494,85	442,89	462,17
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	200,622	220,948	197,622	206,397
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	56,07	64,91	72,03	64,333
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	25,064	28,981	32,139	28,728
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2306,75	2575,34	2532,13	2471,41
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1031,216	1149,869	1129,873	1103,653

- 4 / 10 -

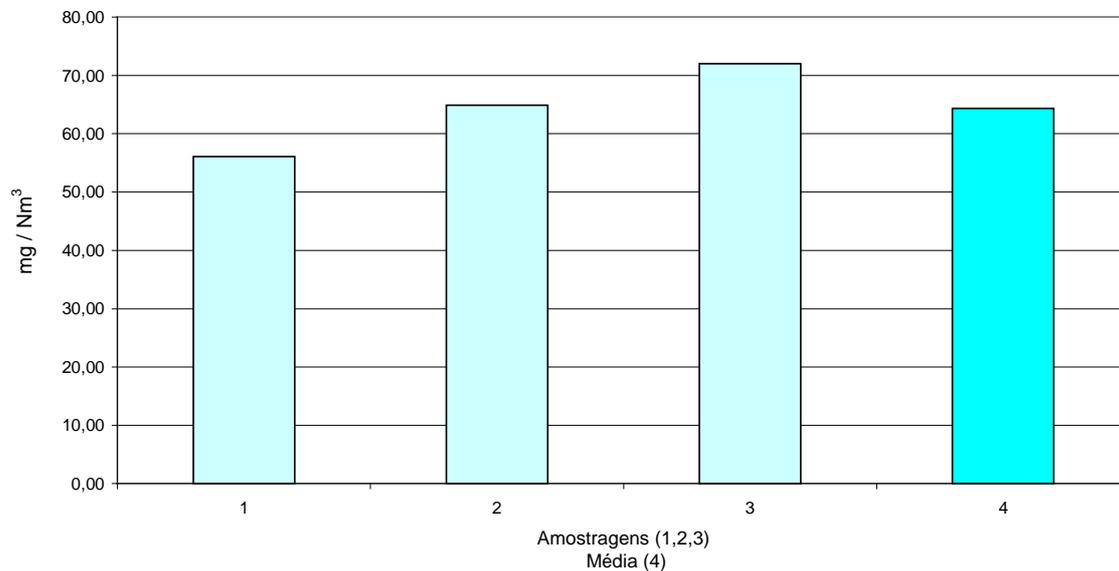
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

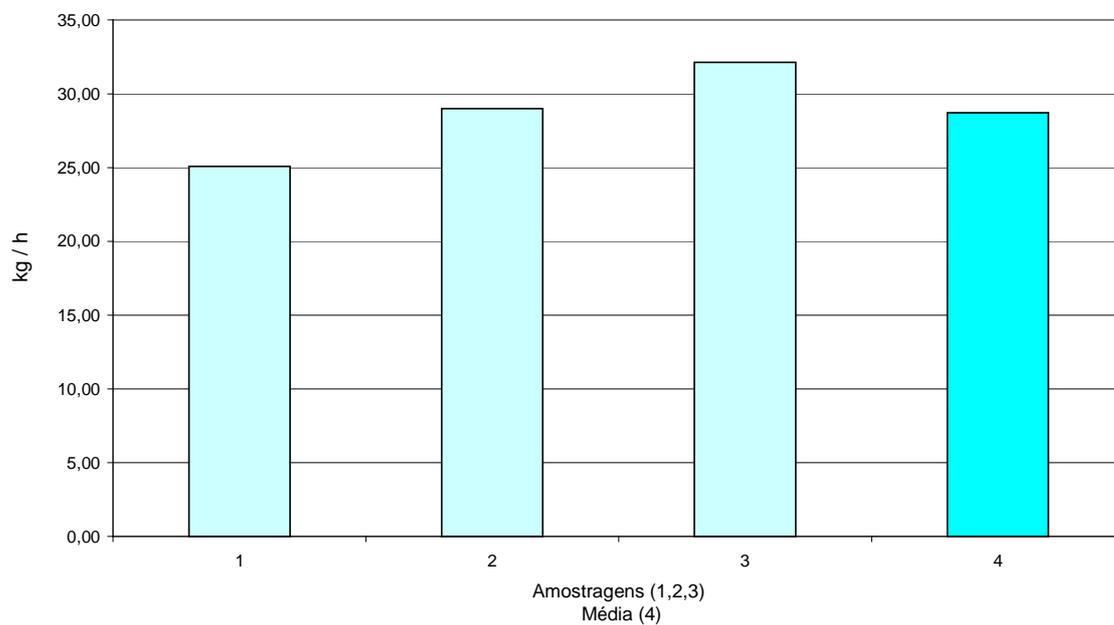


Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

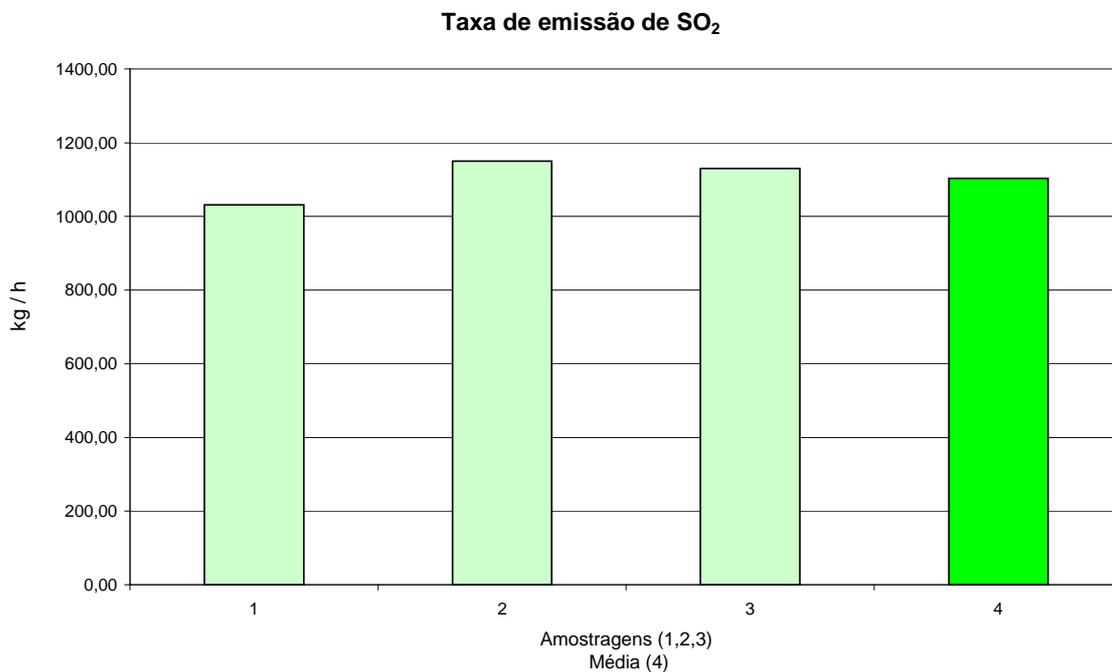
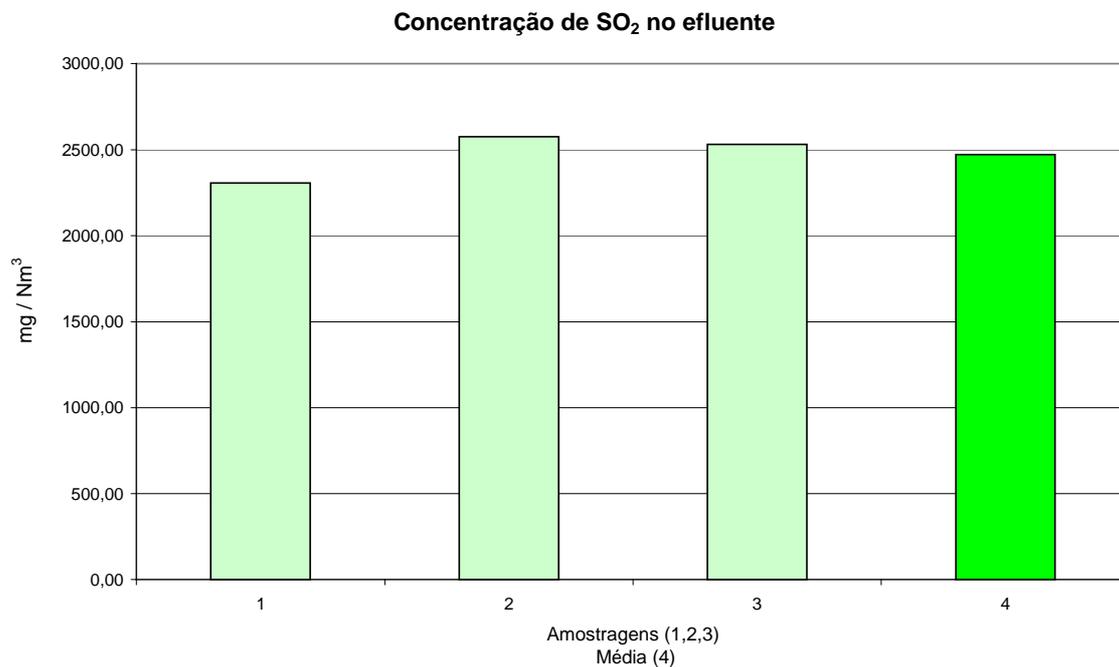
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



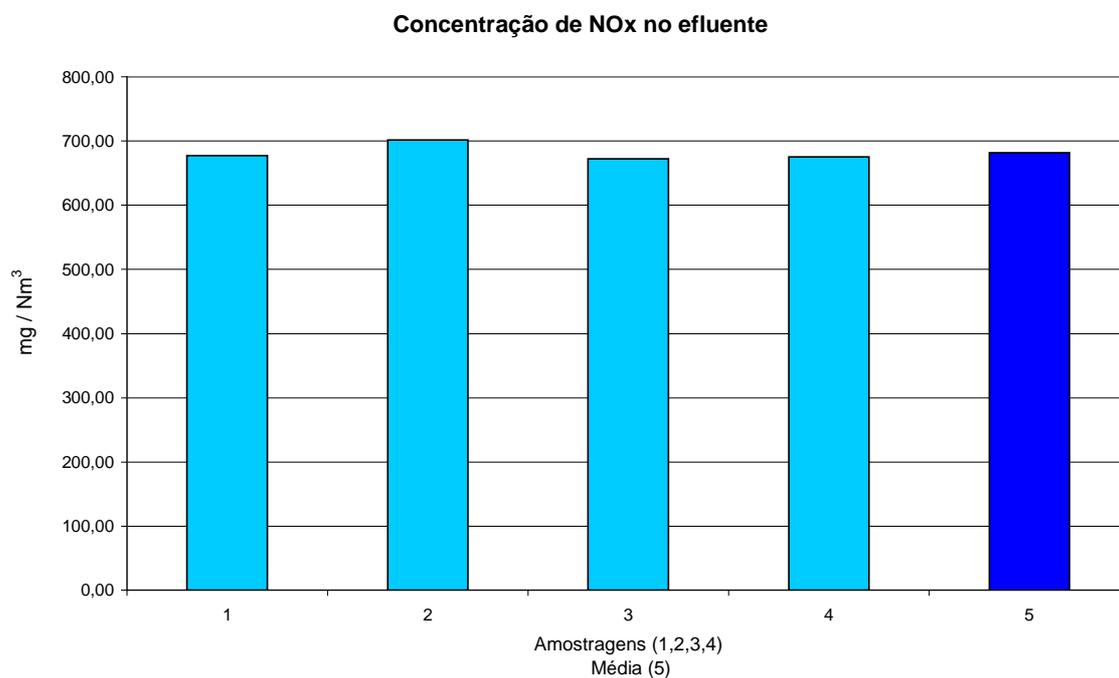
Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011



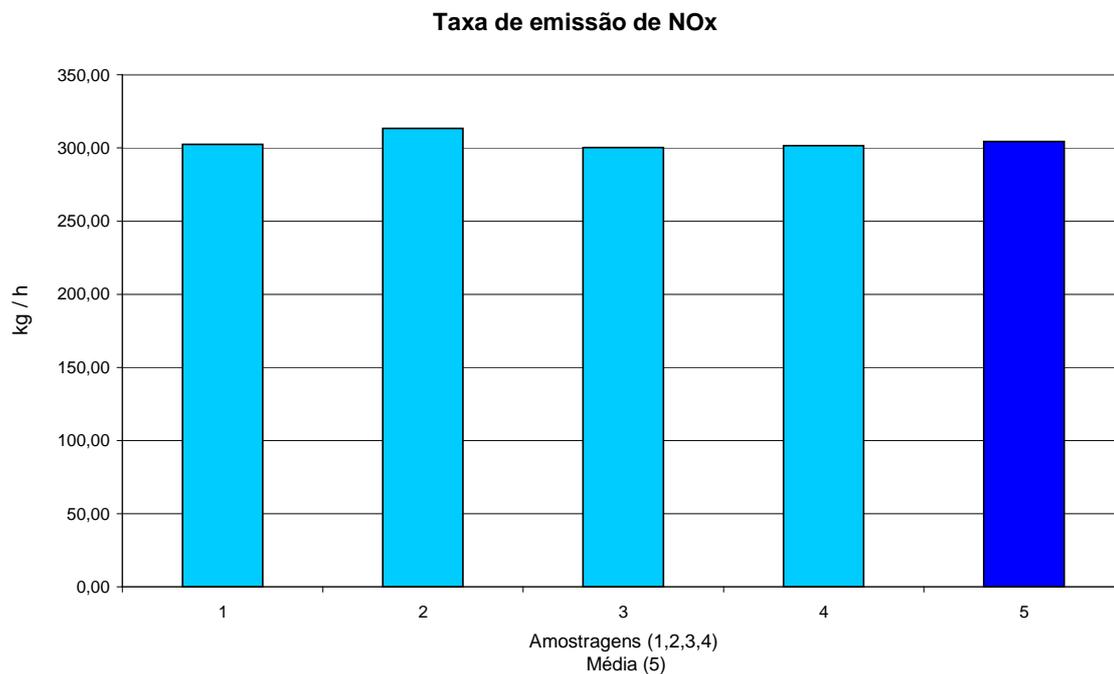
Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	446582,6				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	677,4335	701,8762	672,3644	675,3153	681,75
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	302,5300	313,4457	300,2662	301,5841	304,456



Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011



ANEXOS

Em anexo se encontram as seguintes folhas:

- Planilhas de Preparação e Retomada do Material de Coleta
- Folhas de Amostragem de Campo
- Planilhas de Cálculo das amostragens de chaminé
- AFT –Anotação de função técnica do responsável.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

Rio Grande, 08 de Setembro de 2011.

RODRIGO R. DAVESAC D.Sc
CRQ nº 05301819
Gerente

- 10 / 10 -

OS RESULTADOS DESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 226.071 / 2011

ANEXOS

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM I

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I			DATA 25/08/11		NUMERO 1	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,49 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair		K 7,2	Boquilha 7,5 mm		FCM 1,001	Cp 0,852	Início 13:45	Fim 14:50	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	0,26	-	1,87	15	11	108	373,920
2	5	69,6	0,28	-1,00	2,02	17	12	108	-
3	5	141,2	0,30	-	2,16	19	13	108	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	21	14	108	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	22	15	108	-
6	5	456,0	0,26	-1,00	1,87	23	16	107	349,680
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	22	16	107	349,680
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	24	17	107	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	26	18	107	-
4	5	335,8	0,30	-1,10	2,16	27	19	107	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	28	20	107	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	29	21	107	415,870
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,278	-1,013	2,004	22,8	16,0	107,4	41,950

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	12	14	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	14	°C	Temperatura no Gasometro entrada	11	°C
			Temperatura no Gasometro saída	11	°C

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan01

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS



PLANILHA 2 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g <	499,92	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	602,39	605,38	2,99
2	200	H2O2 5%	749,21	788,92	39,71
3	200	H2O2 5%	749,86	751,35	1,49
4	-	Silica Gel	711,48	722,05	10,57
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2812,94	2867,70	54,76

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,4	10,4	10,4	10,4	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,2	9,2	9,2	9,2	44	4,0
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1612	g	de	MP	Certificado nº	226.071; 226.093
61,67	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.074; 226.094
2537,15	mg	de	SO2	Certificado nº	226.077; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	63	65,4676	65,8	0,3324
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3324

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 3 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 1

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 54,760	(R) Tc = 685,35	("Hg)Patm= 29,490	("H ₂ O)Pest= -1,013	(mm) Øb = 7,50
(R) Tm = 526,88	("H ₂ O)ΔH= 2,004	(ft ³) Vm = 41,950	Cp = 0,852	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,888	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,527	(min) @ = 60	
(mg)MP = 493,600	(mg)H ₂ SO ₄ = 61,665	(mg)SO ₂ = 2537,145		

Pc = Pressão na chaminé	29,415	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,637	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,411	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,034	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,058		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,194		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2058,772	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	10,459	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,50	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	672824,903	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	447042,415	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,100	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	448,78	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	200,622	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	56,07	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	25,064	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2306,75	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1031,216	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan03

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS



PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I			25/08/11		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,49 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Luiz Zolair			7,5 mm		1,001		0,852		15:55
									Fim
									17:00
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	0,26	-	1,87	16	14	107	416,380
2	5	69,6	0,28	-0,98	2,02	19	15	107	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	21	16	107	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	23	17	107	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	25	18	107	-
6	5	456,0	0,25	-0,98	1,80	27	19	107	437,360
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	26	19	107	437,360
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	28	20	107	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	30	21	107	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	32	22	107	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	33	23	107	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	34	24	107	458,770
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,276	-0,990	1,986	26,2	19,0	107,0	42,390

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	11	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	-	°C	Temperatura no Gasometro entrada	-	°C
			Temperatura no Gasometro saída	-	°C

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan04

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 5 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 2
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	581,93	585,07	3,14
2	200	H2O2 5%	721,81	758,10	36,29
3	200	H2O2 5%	731,44	733,06	1,62
4	-	Silica Gel	717,26	727,62	10,36
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2752,44	2803,85	51,41

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,3	10,3	10,3	10,3	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,3	9,3	9,3	9,3	44	4,1
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,90

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1922	g	de	MP	Certificado nº	226.072; 226.093
71,36	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.075; 226.094
2831,12	mg	de	SO2	Certificado nº	226.078; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	64	65,253	65,6048	0,3518
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3518

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 6 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 2

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 2
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 51,410	(R) Tc = 684,60	("Hg)Patm= 29,490	("H ₂ O)Pest= -0,990	(mm) Øb = 7,50
(R) Tm = 532,65	("H ₂ O)ΔH= 1,986	(ft ³) Vm = 42,390	Cp = 0,852	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,900	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,525	(min) @ = 60	
(mg)MP = 544,000	(mg)H ₂ SO ₄ = 71,355	(mg)SO ₂ = 2831,115		

Pc = Pressão na chaminé	29,417	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,636	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,199	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	54,943	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,055		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,245		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2046,588	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	10,397	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,57	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	668843,076	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	446491,356	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,099	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	494,85	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	220,948	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	64,91	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	28,981	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2575,34	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1149,869	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I			25/08/11		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77	m	29,49		pol Hg		60 minutos
Amostrador			Boquilha		FCM	Cp	Início		
Luiz Zolair			7,2	7,5	1,001	0,852	17:55		
							Fim		
							19:00		
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases
						Entrada	Saída		
	min	cm	pol H2O	pol H2O	pol H2O	°C	°C	°C	ft3
1	5	21,0	0,26	-	1,87	19	17	107	459,250
2	5	69,6	0,28	-1,00	2,02	22	18	107	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	24	19	107	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	26	20	107	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	28	21	107	-
6	5	456,0	0,25	-1,00	1,80	29	22	107	480,370
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	28	22	107	480,370
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	30	23	106	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	32	24	106	-
4	5	335,8	0,29	-1,10	2,09	33	25	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	34	26	106	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	35	26	106	501,910
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,276	-1,013	1,986	28,3	21,9	106,6	42,660

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	12	13	13	15	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	-	°C	Temperatura no Gasometro entrada	-	°C
			Temperatura no Gasometro saída	-	°C

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan07

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 8 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	603,84	606,71	2,87
2	200	H2O2 5%	749,82	787,91	38,09
3	200	H2O2 5%	748,22	749,72	1,50
4	-	Silica Gel	709,38	719,31	9,93
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2811,26	2863,65	52,39

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,2	-	-	10,2	32	3,3
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	9,4	-	-	9,4	44	4,1
N ₂	80,4	-	-	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,91

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1764	g	de	MP	Certificado nº	226.073; 226.093
79,01	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.076; 226.094
2777,49	mg	de	SO2	Certificado nº	226.079; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	68	65,7008	66,0102	0,3094
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3094

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 9 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 3



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,390	(R) Tc = 683,85	("Hg)Patm= 29,490	("H ₂ O)Pest= -1,013	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 537,23	("H ₂ O)ΔH= 1,986	(ft ³) Vm = 42,660	Cp = 0,852	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,912	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,525	(min) @ = 60	
(mg)MP = 485,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 79,005	(mg)SO ₂ = 2777,485		

Pc = Pressão na chaminé	29,415	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,636	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,257	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	54,765	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,056		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,243		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2045,590	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	10,392	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,41	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	668517,166	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	446213,998	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,097	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	442,89	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	197,622	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	72,03	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	32,139	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2532,13	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1129,873	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan09

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 10 - PLANILHA DE CÁLCULO DE CONCENTRAÇÃO E TAXA DE EMISSÃO DE NOx



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 25/08/11
-------------------------	----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	81194/04	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 008	Identificação do Frasco	M 009	Identificação do Frasco	M 010	Identificação do Frasco	M 011
Volume do Frasco (Vf)	2241,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2256,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2235,0 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	25/08/2011	Data	25/08/2011	Data	25/08/2011	Data	25/08/2011
Hora	10:40	Hora	10:45	Hora	10:50	Hora	10:55
Pressão Atmosférica inicial	749 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	349 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	349 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	349 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	349 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	15 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	26/08/2011	Data	26/08/2011	Data	26/08/2011	Data	26/08/2011
Hora	09:05	Hora	09:10	Hora	09:15	Hora	09:20
Pressão Atmosférica Final	748,5 mmHg						
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	738,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	743,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	743,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	743,5 mmHg
Temperatura final do Frasco	16 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	724,8 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	758,22 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	733,57 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	729,56 µg
Cert Ensaio N°	226.080; 226.100	Cert Ensaio N°	226.081; 226.100	Cert Ensaio N°	226.082; 226.100	Cert Ensaio N°	226.083; 226.100
Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado	
Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1069,92 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1080,28 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1091,03 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1080,32 mL
Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx	
Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	677,434 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	701,876 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	672,364 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	675,315 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx	
Vazão (V _{aecnbs})	446583 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	446583 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	446583 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	446583 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	302,530 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	313,446 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	300,266 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	301,584 Kg/h

$$Van = (273 * (Vf - Va) / 760) * ((Pf / Tf) - (Pi / Ti))$$

$$C_{NOx} = (m_{NOx} / Van) * 1000$$

$$T_{eNOx} = C_{NOx} * V_{aecnbs} * 10^{-6}$$

Limite de detecção do método: 1,32µg

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan10



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 5ª REGIÃO

RIO GRANDE DO SUL
Av. Itaqui, 45 - Fone/Fax:(51) 3330-5659
CEP 90.460-140 - Porto Alegre - Rio Grande do Sul
e-mail: crqv@crqv.org.br
www.crqv.org.br

**CERTIFICADO DE
ANOTAÇÃO DE FUNÇÃO TÉCNICA
- AFT -**

Nº 72994

Certifico, conforme despacho do Senhor Presidente do Conselho Regional de Química da 5ª Região, que foi procedida a Anotação de Função Técnica do profissional **RODRIGO ROCHA DAVESAC**, inscrito no C.P.F. sob o número 610.510.470-72, registrado como **ENGENHEIRO QUÍMICO** sob o número **05301819**, neste Conselho, relativamente as análises químicas e físico-químicas realizadas no laboratório, pela assessoria técnica, emissão de laudos e pareceres, pesquisa e desenvolvimento de projetos e equipamentos, na empresa ISATEC - PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES QUÍMICAS LTDA., localizada à Avenida FRANCISCO MARTINS BASTOS, 202, RIO GRANDE/RS, em conformidade com o art. 1º da Lei nº 6.839, de 30 de outubro de 1980; arts. 334, alínea "b", 335, alínea "b", 337 e 341, do Decreto-Lei nº 5.452 (Consolidação das Leis do Trabalho - CLT), de 01 de maio de 1943; art. 27, da Lei nº 2.800, de 18 de junho de 1956; art. 1º, incisos II e IV e 2º, inciso IV, alínea "a", do Decreto nº 85.877, de 07 de abril de 1981 e Resoluções Normativas de nºs 51, de 12 de dezembro de 1980, 105, de 17 de setembro de 1987 e 122, de 09 de novembro de 1990, do Conselho Federal de Química

Certificado de Anotação de Função Técnica válido de **25/06/2011** até **23/06/2012**.

Taxa de AFT no valor de R\$ 144,67, recolhida conforme o recibo nº 201.697.

Porto Alegre, 14 de junho de 2011.

Visto: Julian Bobbarello

MARISTELA MENDES DALMÁS
CHEFE DO DEPARTAMENTO