

RELATÓRIO DE ENSAIO

226.084 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 26 de Agosto de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 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: 26 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 226.084 / 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 226.084 / 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 226.084 / 2011

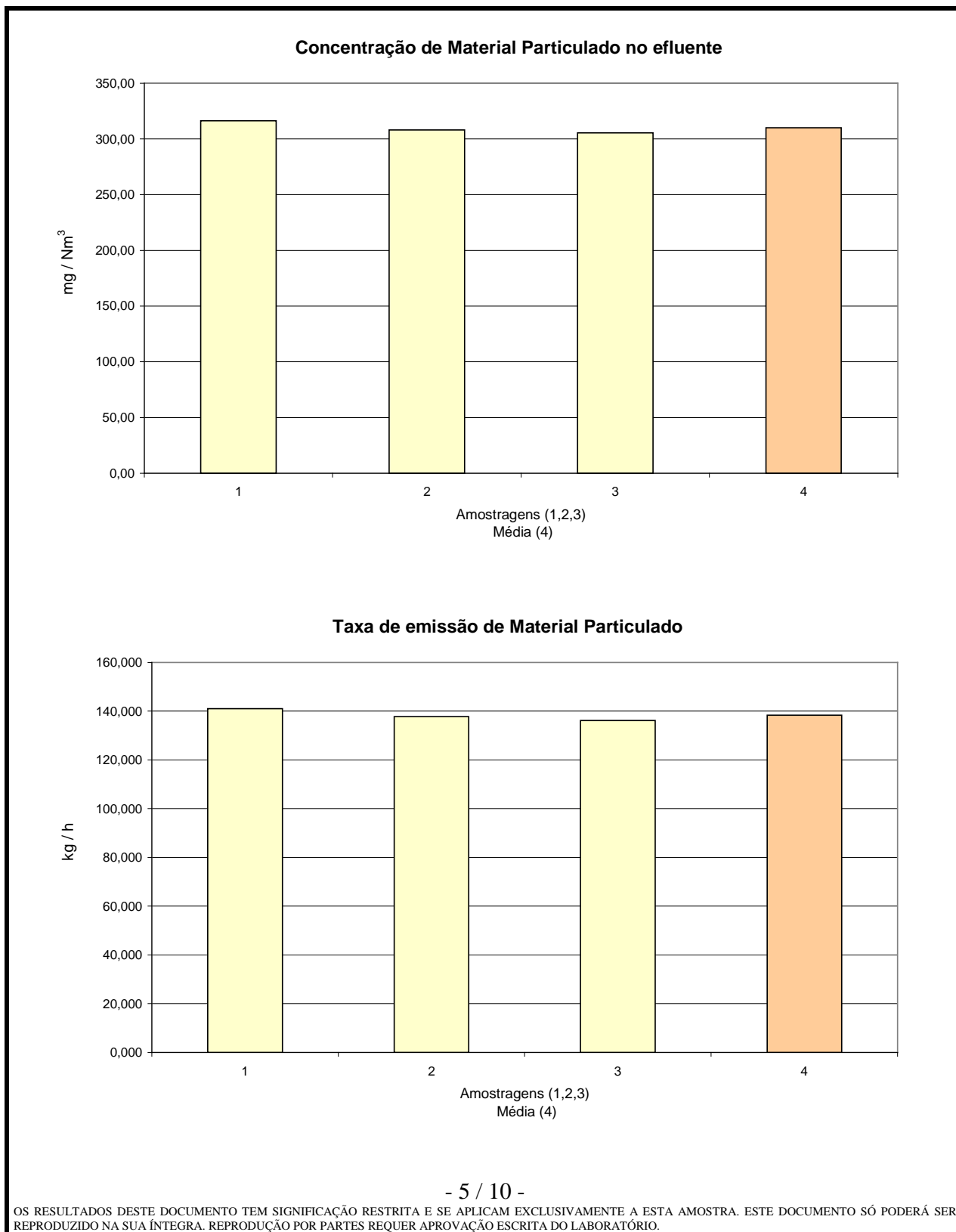
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	26/08/11	26/08/11	26/08/11	-
Hora início da amostragem	h:min	11:00	14:00	16:05	-
Hora de término da amostragem	h:min	12:05	15:05	17:10	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	106,7	106,0	106,0	106,2
Pressão na chaminé	"Hg	29,42	29,42	29,41	29,42
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,64	29,64	29,64	29,64
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,56	3,44	3,52	3,51
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	54,88	54,77	54,82	54,82
Proporção vol. vapor d'agua nos gases chaminé		0,061	0,059	0,060	0,060
Peso molecular base úmida		29,175	29,186	29,182	29,181
Velocidade na chaminé	ft / min	2053,96	2052,22	2049,44	2051,87
Velocidade na chaminé	m / s	10,43	10,43	10,41	10,42
Área da Boquilha	ft ²	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048
Isocinetismo	%	99,72	99,40	99,77	99,63
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	671252,49	670683,23	669775,08	670570,27
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	445671,57	446971,21	445712,45	446118,41
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0990	1,0986	1,0996	1,0991
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	316,30	308,02	305,38	309,90
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	140,964	137,678	136,111	138,251
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	27,34	25,72	28,01	27,024
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	12,184	11,496	12,486	12,055
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	1300,20	1242,48	1305,34	1282,67
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	579,464	555,352	581,804	572,207

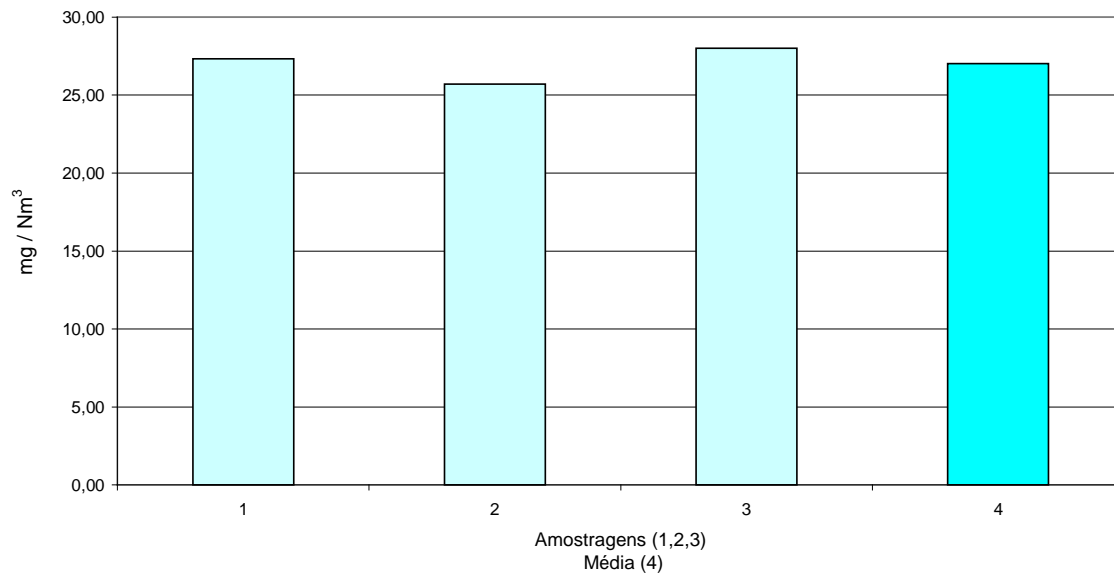
10

Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 2011

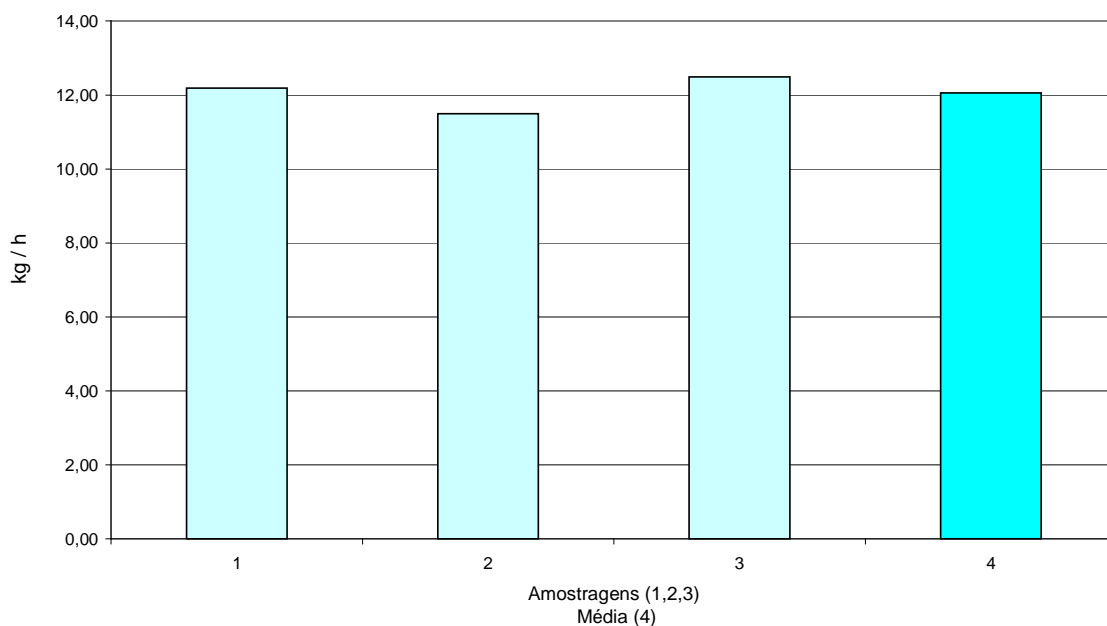


Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 2011

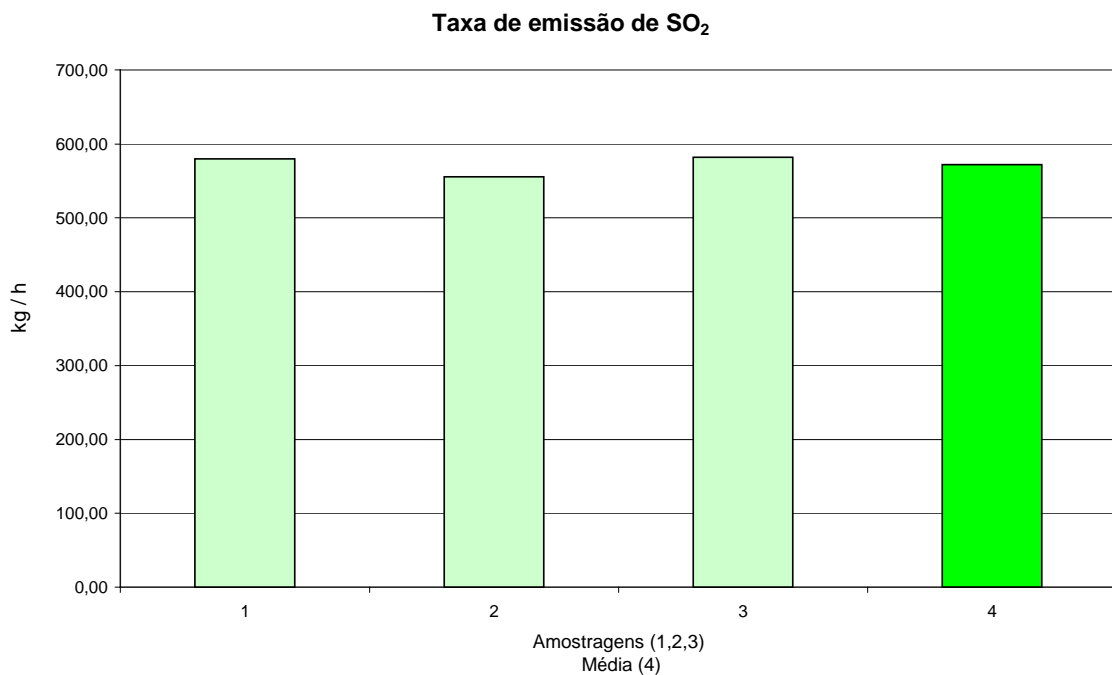
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



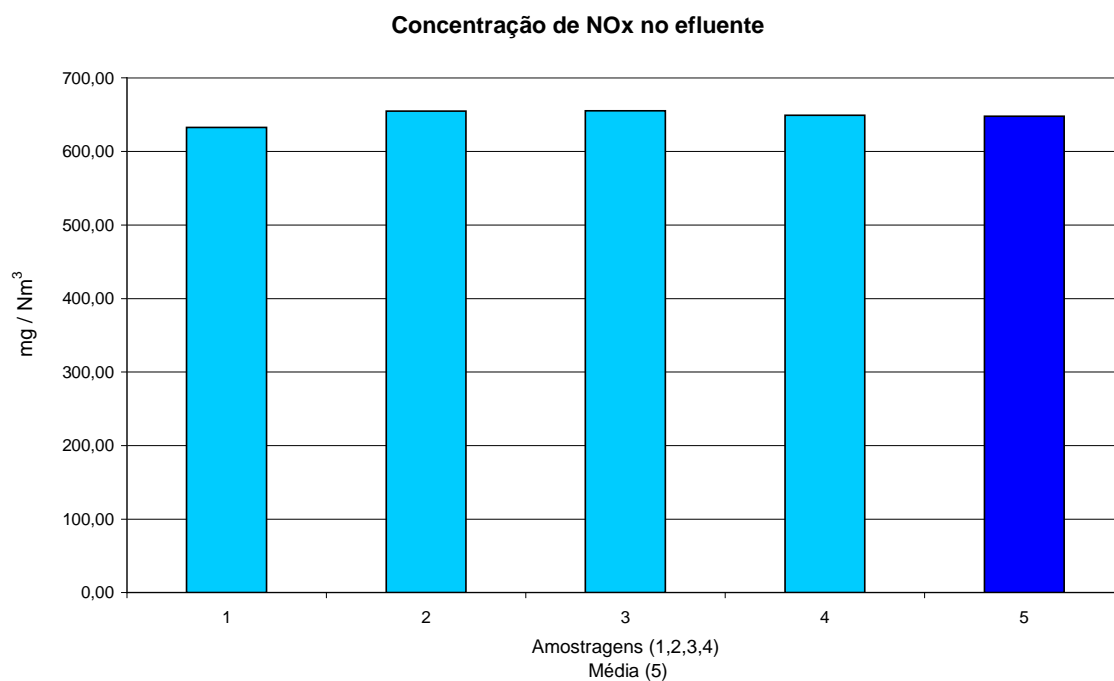
Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 2011



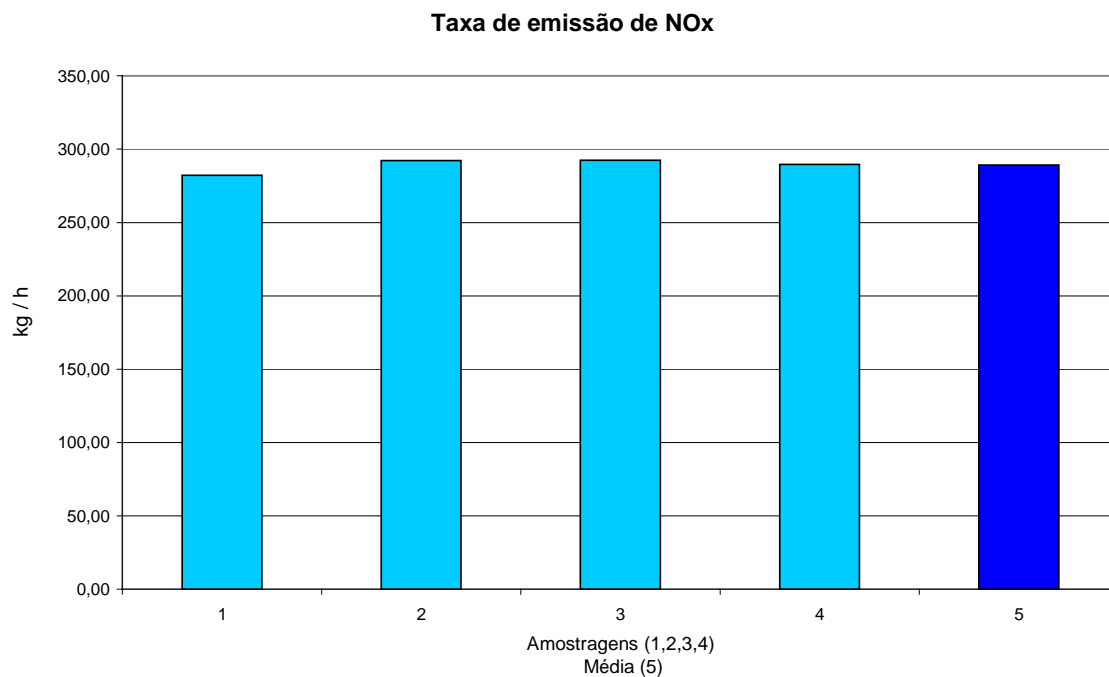
Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	446118,4				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	632,5273	655,1197	655,6418	649,2919	648,15
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	282,1821	292,2610	292,4939	289,6611	289,149



Relatório de Ensaio N.º 226.084 / 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 226.084 / 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 226.084 / 2011

ANEXOS

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



PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM I

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I			DATA 26/08/11		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 11:00		Fim 12:05
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	0,25	-	1,80	14	12	107	502,930
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	17	12	107	-
3	5	141,2	0,30	-	2,16	19	13	107	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	21	14	107	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	23	15	107	-
6	5	456,0	0,25	-0,99	1,80	24	16	107	523,670
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	23	16	107	523,670
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	25	17	107	-
3	5	141,2	0,30	-	2,16	26	17	106	-
4	5	335,8	0,30	-1,10	2,16	27	18	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	28	19	106	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	28	20	106	544,840
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,278	-1,010	1,998	22,9	15,8	106,7	41,910

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	10	10	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	16	°C	Temperatura no Gasometro entrada	12	°C
			Temperatura no Gasometro saída	12	°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 26/08/11	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 <	499,98	<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%	603,21	606,78	3,57
2	200	H2O2 5%	748,26	789,64	41,38
3	200	H2O2 5%	750,75	752,80	2,05
4	-	Silica Gel	707,97	718,23	10,26
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2810,19	2867,45	57,26

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**

0,0313	g	de	MP	Certificado nº	226.084; 226.093
30,05	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.087; 226.094
1428,89	mg	de	SO2	Certificado nº	226.090; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	72	64,4862	64,8025	0,3163
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3163

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 26/08/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 57,260	(R) Tc = 684,00	("Hg)Patm= 29,490	("H ₂ O)Pest= -1,010	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 526,80	("H ₂ O)ΔH= 1,998	(ft ³) Vm = 41,910	Cp = 0,852	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,900	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,527	(min) @ = 60	
(mg)MP = 347,600	(mg)H ₂ SO ₄ = 30,045	(mg)SO ₂ = 1428,885		

Pc = Pressão na chaminé	29,416	"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	3,560	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	54,880	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,061		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,175		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2053,960	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	10,434	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	99,72	%	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	671252,494	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	445671,567	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	316,30	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	140,964	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	27,34	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	12,184	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1300,20	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	579,464	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			26/08/11		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		14:00
									Fim
									15:05
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	17	14	106	545,490
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	19	15	106	-
3	5	141,2	0,30	-	2,16	21	16	106	-
4	5	335,8	0,29	-1,00	2,09	23	17	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	25	18	106	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	26	19	106	566,430
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	26	19	106	566,430
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	28	20	106	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	29	21	106	-
4	5	335,8	0,29	-1,10	2,09	30	22	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	31	23	106	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	32	24	106	587,810
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
									587,810
MÉDIA	60	-	0,278	-1,010	1,998	25,6	19,0	106,0	42,320

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	10	13	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 26/08/11	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%	582,31	585,51	3,20
2	200	H2O2 5%	723,14	762,95	39,81
3	200	H2O2 5%	730,94	732,95	2,01
4	-	Silica Gel	715,83	726,17	10,34
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2752,22	2807,58	55,36

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**

0,0477	g	de	MP	Certificado nº	226.085; 226.093
28,26	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.088; 226.094
1365,01	mg	de	SO2	Certificado nº	226.091; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	73	66,7472	67,0379	0,2907
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2907

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

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I	26/08/11	2

(g) MH ₂ O =	55,360	(R) Tc =	682,80	("Hg)Patm=	29,490	("H ₂ O)Pest=	-1,010	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	532,13	("H ₂ O)ΔH=	1,998	(ft ³) Vm =	42,320	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,888	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,527	(min) @ =	60		
(mg)MP =	338,400	(mg)H ₂ SO ₄ =	28,255	(mg)SO ₂ =	1365,005				

Pc =	Pressão na chaminé	29,416	"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	3,436	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	54,766	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,059		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,186		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2052,218	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	10,425	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	%	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	670683,231	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	446971,215	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	308,02	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	137,678	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	25,72	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	11,496	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1242,48	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	555,352	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



PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I			26/08/11		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			7,5 mm		1,001		0,852		Fim
									16:05
									17:10
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	18	16	106	588,370
2	5	69,6	0,28	-1,00	2,02	21	17	106	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	23	18	106	-
4	5	335,8	0,29	-1,10	2,09	25	19	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	27	20	106	-
6	5	456,0	0,26	-1,00	1,87	28	21	106	609,480
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,26	-	1,87	28	21	106	609,480
2	5	69,6	0,28	-0,99	2,02	30	22	106	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	31	23	106	-
4	5	335,8	0,29	-1,10	2,09	32	24	106	-
5	5	407,4	0,28	-	2,02	33	25	106	-
6	5	456,0	0,26	-0,99	1,87	34	26	106	631,010
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,277	-1,030	1,992	27,5	21,0	106,0	42,640

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	11	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	-	°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



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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 26/08/11	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%	601,87	605,14	3,27
2	200	H2O2 5%	748,35	789,94	41,59
3	200	H2O2 5%	749,22	751,19	1,97
4	-	Silica Gel	716,29	726,20	9,91
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2815,73	2872,47	56,74

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**

0,0373	g	de	MP	Certificado nº	226.086; 226.093
30,81	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.089; 226.094
1435,38	mg	de	SO2	Certificado nº	226.092; 226.095

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	82	63,79	64,0885	0,2985
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2985

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 26/08/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 56,740	(R) Tc = 682,80	("Hg)Patm= 29,490	("H ₂ O)Pest= -1,030	(mm) Øb = 7,50
(R) Tm = 535,65	("H ₂ O)ΔH= 1,992	(ft ³) Vm = 42,640	Cp = 0,852	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,900	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,526	(min) @ = 60	
(mg)MP = 335,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 30,805	(mg)SO ₂ = 1435,375		

Pc = Pressão na chaminé	29,414	"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	3,522	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	54,819	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,060		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,182		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2049,440	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	10,411	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	99,77	%	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	669775,075	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	445712,447	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	305,38	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	136,111	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	28,01	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	12,486	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1305,34	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	581,804	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 CGIEE	LOCAL Caldeira I	DATA 26/08/11
-------------------------	----------------------------	-------------------------

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	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	26/08/2011	Data	26/08/2011	Data	26/08/2011	Data	26/08/2011
Hora	10:30	Hora	10:35	Hora	10:40	Hora	10:45
Pressão Atmosférica inicial	748,5 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	748,5 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	748,5 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	748,5 mmHg
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	348,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	348,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	348,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	348,5 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	16 °C	Temperatura inicial do Frasco	16 °C	Temperatura inicial do Frasco	16 °C	Temperatura inicial do Frasco	16 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	289 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	289 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	289 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	289 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	27/08/2011	Data	27/08/2011	Data	27/08/2011	Data	27/08/2011
Hora	09:35	Hora	09:40	Hora	09:45	Hora	09:50
Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	754,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	754,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	749,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	749,7 mmHg
Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	712,54 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	735,66 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	734,45 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	720,2 µg
Cert Ensaio N°	226.096; 226.100	Cert Ensaio N°	226.097; 226.100	Cert Ensaio N°	226.098; 226.100	Cert Ensaio N°	226.099; 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)	1126,5 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1122,94 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1120,2 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1109,21 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})	632,527 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	655,120 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	655,642 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	649,292 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 (Vaecnbs)	446118 Nm ³ /h	Vazão (Vaecnbs)	446118 Nm ³ /h	Vazão (Vaecnbs)	446118 Nm ³ /h	Vazão (Vaecnbs)	446118 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	282,182 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	292,261 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	292,494 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	289,661 Kg/h

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

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

$$Te_{NOx} = C_{NOx} * Vaecnbs * 10^{-6}$$

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

MARISTELA MENDES DALMÁS
CHEFE DO DEPARTAMENTO