

RELATÓRIO DE ENSAIO

224.930 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 19 de Julho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 2011

AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO_x , SO_2 , NÉVOAS DE SO_3 E H_2SO_4



EMPRESA: CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA
DE ENERGIA ELÉTRICA

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 19 de Julho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 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 224.930 / 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 224.930 / 2011

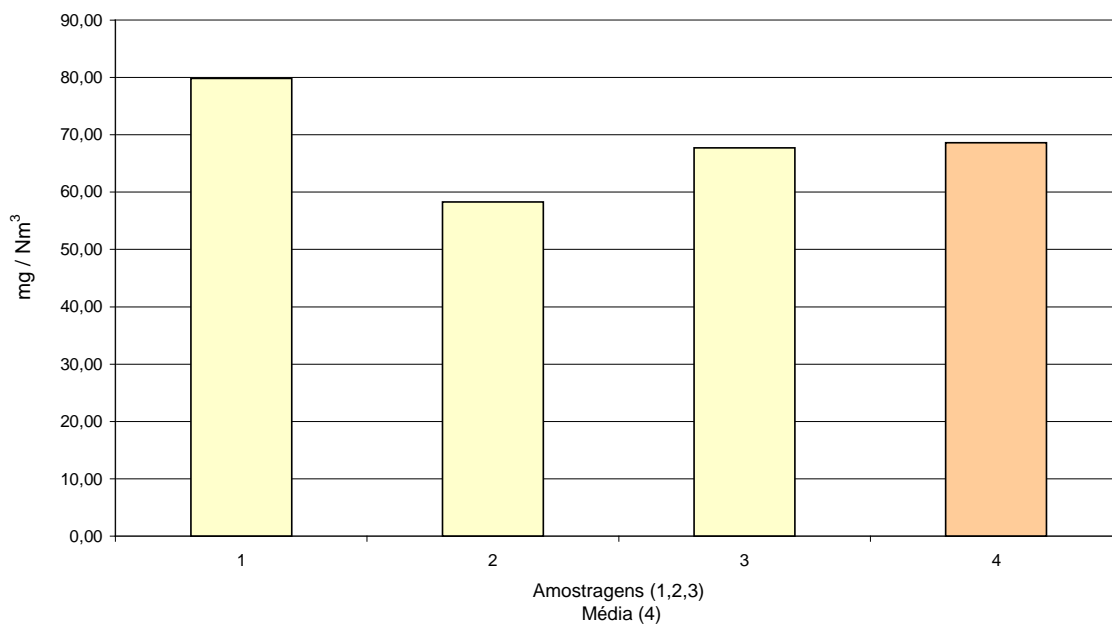
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

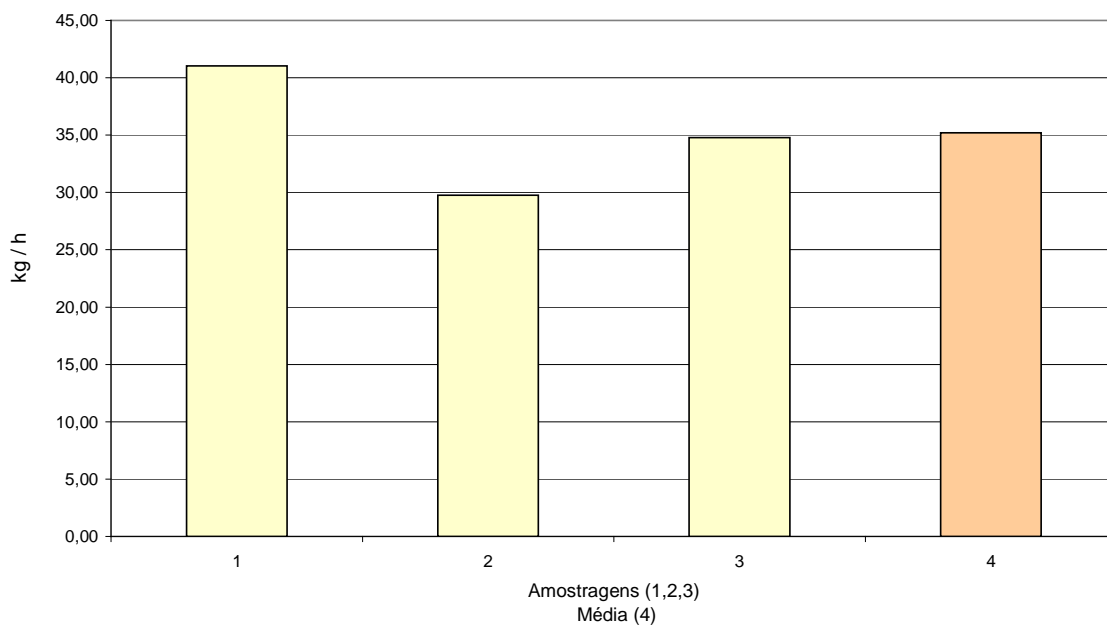
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	19/07/11	19/07/11	19/07/11	-
Hora início da amostragem	h:min	15:30	17:10	18:35	-
Hora de término da amostragem	h:min	16:48	18:17	19:51	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	109,6	109,7	109,4	109,6
Pressão na chaminé	"Hg	29,76	29,76	29,76	29,76
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,95	29,95	29,95	29,95
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,26	3,51	3,43	3,40
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	55,09	54,81	55,09	55,00
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,056	0,060	0,059	0,058
Peso molecular base úmida		29,203	29,466	29,487	29,385
Velocidade na chaminé	ft / min	2347,19	2342,16	2351,39	2346,91
Velocidade na chaminé	m / s	11,92	11,90	11,95	11,92
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	100,02	100,19	100,12	100,11
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	767083,78	765438,18	768454,55	766992,17
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	514081,52	510493,40	513732,44	512769,12
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1076	1,1017	1,1079	1,1057
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	79,82	58,28	67,70	68,60
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	41,032	29,749	34,778	35,186
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	52,84	97,10	102,31	84,085
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	27,164	49,570	52,562	43,098
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	3756,99	2665,57	2407,34	2943,30
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1931,398	1360,756	1236,727	1509,627

Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 2011

Concentração de Material Particulado no efluente

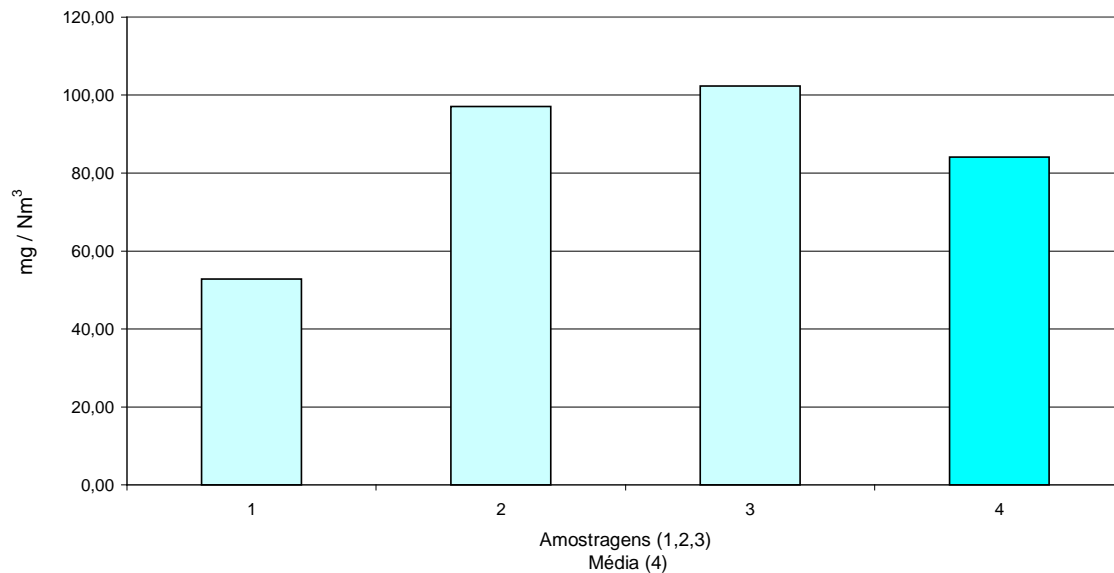


Taxa de emissão de Material Particulado

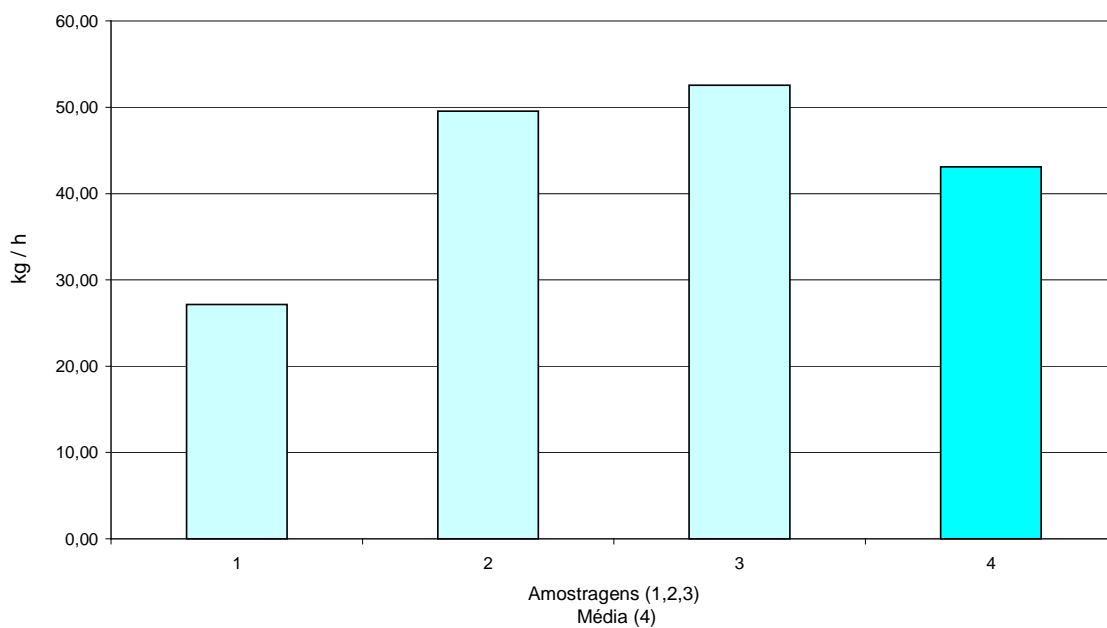


Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 2011

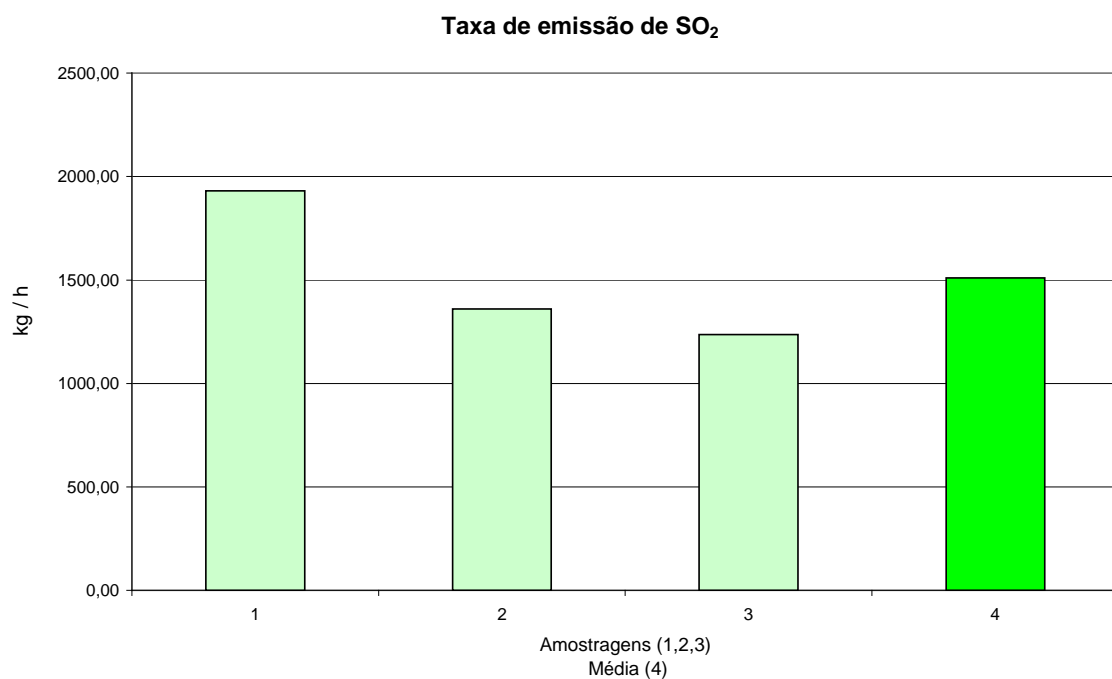
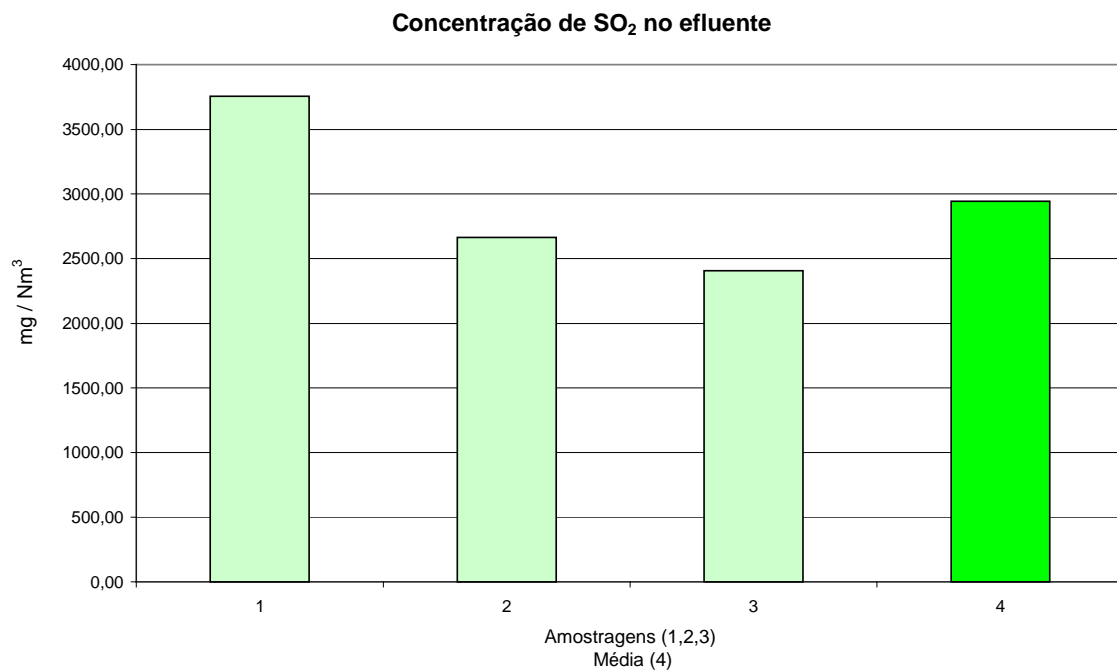
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



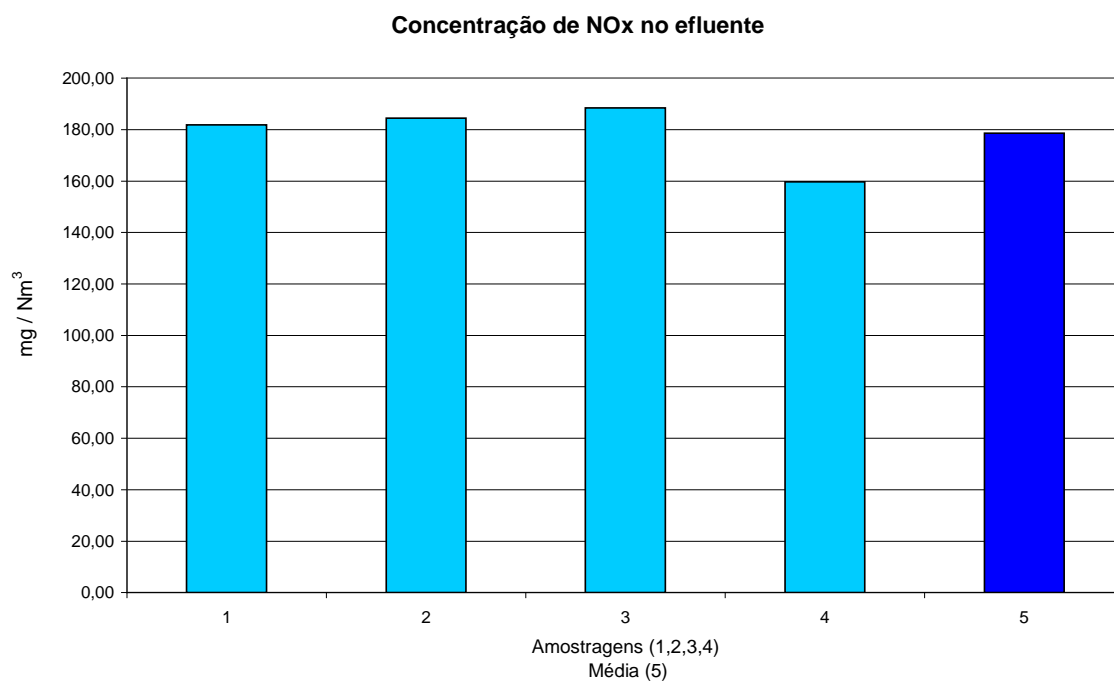
Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 2011



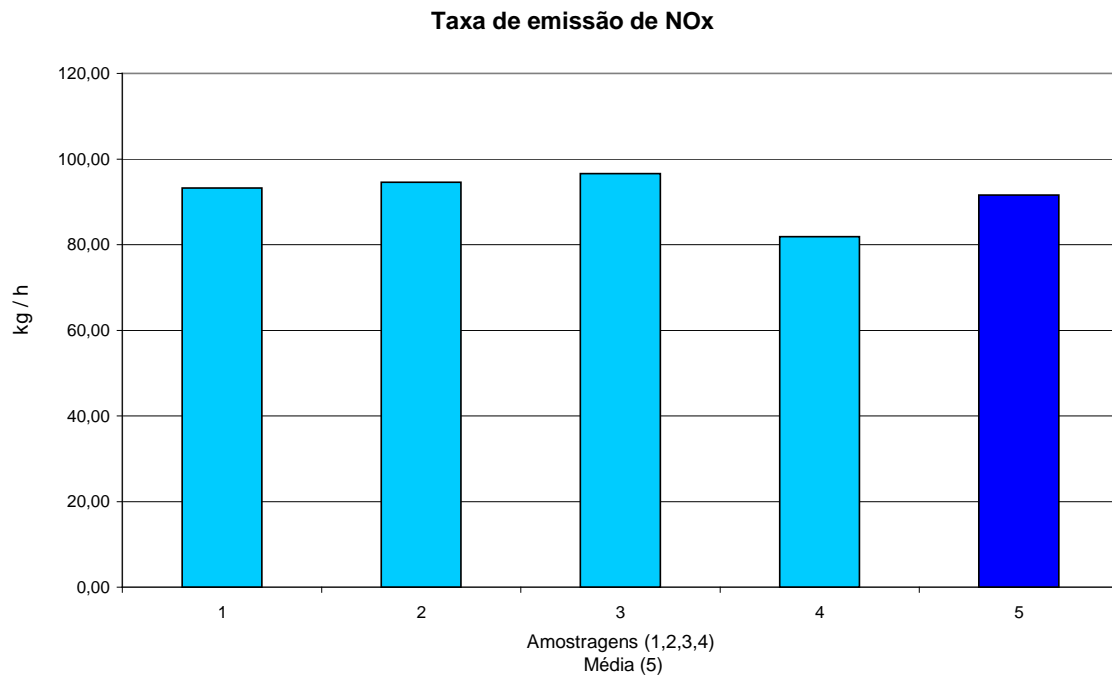
Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	512769,1				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	181,8689	184,4632	188,4421	159,6460	178,6050
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	93,2568	94,5870	96,6273	81,8615	91,5831



Relatório de Ensaio N.º 224.930 / 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 224.930 / 2011

Rio Grande, 09 de Agosto de 2011.

RODRIGO R. DAVESAC D.Sc
CRQ nº 05301819
Gerente

- 10 / 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 224.930 / 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 Chaminé			DATA 19/07/11		NUMERO 1	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,81 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 5,16	Boquilha 7 mm	FCM 0,99	Cp 0,862	Início 15:30	Fim 16:48	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,00	-	41,28	19	18	107	730,100
2	5	69,6	8,50	-17,00	43,86	20	18	109	-
3	5	141,2	9,50	-	49,02	21	19	110	-
4	5	335,8	9,50	-18,00	49,02	22	19	111	-
5	5	407,4	9,50	-	49,02	22	19	111	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	46,44	23	20	108	751,780
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	41,28	23	20	109	751,580
2	5	69,6	8,00	-17,00	41,28	23	20	109	-
3	5	141,2	9,50	-	49,02	24	20	110	-
4	5	335,8	10,00	-18,50	51,60	24	21	110	-
5	5	407,4	10,00	-	51,60	24	21	110	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	46,44	25	21	111	772,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
									772,620
MÉDIA	60	-	9,042	-17,750	46,655	22,5	19,7	109,6	42,520

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	10	9	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 071
					Pitot	P 09
					Boquilha	7

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	18	°C	Temperatura no Gasometro entrada	18	°C
			Temperatura no Gasometro saída	18	°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 Chaminé	DATA 19/07/11	NUMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Eversom Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g <	500,05	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Eversom Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	-	Álcool Isopropílico 80%	712,56	738,45	25,89
2	-	H2O2 5%	723,45	739,21	15,76
3	-	H2O2 5%	715,93	723,75	7,82
4	-	Sílica	745,86	748,99	3,13
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2897,80	2950,40	52,60

Composição do Gases

Responsável **Eversom Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,0	11,1	11,4	11,2	32	3,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,0	9,0	8,6	8,9	44	3,9
N ₂	80,0	79,9	80,0	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,87

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0209	g	de	MP	Certificado nº	224.927
58,52	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224930; 224.950
4161,07	mg	de	SO2	Certificado nº	224.933; 224.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	14	41,944	42,0115	0,0675
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,0675

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 Chaminé	DATA 19/07/11	NÚMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,600	(R) Tc = 689,25	("Hg)Patm= 29,810	("H ₂ O)Pest= -0,699	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 529,95	("H ₂ O)ΔH= 1,837	(ft ³) Vm = 42,520	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,865	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,596	(min) @ = 60	
(mg)MP = 88,400	(mg)H ₂ SO ₄ = 58,523	(mg)SO ₂ = 4161,070		

Pc = Pressão na chaminé	29,759	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,945	"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	55,091	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	29,203		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2347,194	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,924	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	100,02	%	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	767083,776	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	514081,524	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,108	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	79,82	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	41,032	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	52,84	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	27,164	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	3756,99	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1931,398	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 Chaminé			19/07/11		2		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,81 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Renan Morais			5,16		7 mm		0,99		0,862	
							Início		17:10	
							Fim		18:17	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3	
						Entrada °C	Saída °C			
1	5	21,0	8,00	-	41,28	21	20	107	773,120	
2	5	69,6	8,00	-17,00	41,28	22	20	108	-	
3	5	141,2	9,50	-	49,02	23	21	108	-	
4	5	335,8	10,00	-18,00	51,60	24	21	110	-	
5	5	407,4	10,00	-	51,60	24	21	110	-	
6	5	456,0	9,00	-18,00	46,44	25	22	111	794,530	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	8,00	-	41,28	25	22	108	794,530	
2	5	69,6	8,50	-17,00	43,86	26	22	108	-	
3	5	141,2	9,50	-	49,02	26	23	111	-	
4	5	335,8	9,50	-18,50	49,02	27	23	111	-	
5	5	407,4	10,00	-	51,60	27	23	111	-	
6	5	456,0	9,00	-18,50	46,44	27	24	113	815,730	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	9,083	-17,833	46,870	24,8	21,8	109,7	42,610	

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	10	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 071
					Pitot	P 09
					Boquilha	7

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



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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 19/07/11	NÚMERO 2
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Eversom Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Eversom Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	-	Álcool Isopropílico 80%	699,45	725,47	26,02
2	-	H2O2 5%	706,43	723,56	17,13
3	-	H2O2 5%	710,82	718,49	7,67
4	-	Sílica	734,72	740,57	5,85
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2851,42	2908,09	56,67

Composição do Gases

Responsável **Eversom Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	8,0	7,9	7,9	7,9	32	2,5
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	11,7	11,8	11,8	11,8	44	5,2
N ₂	80,3	80,3	80,3	80,3	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,20

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0066	g	de	MP	Certificado nº	224.928
106,97	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224931; 224.950
2936,55	mg	de	SO2	Certificado nº	224.934; 224.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	50	66,0221	66,0797	0,0576
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,0576

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 Chaminé	19/07/11	2

(g) MH ₂ O =	56,670	(R) Tc =	689,40	("Hg)Patm=	29,810	("H ₂ O)Pest=	-0,702	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	533,93	("H ₂ O)ΔH=	1,845	(ft ³) Vm =	42,610	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	0,99	Pms =	30,200	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,597	(min) @ =	60		
(mg)MP =	64,200	(mg)H ₂ SO ₄ =	106,973	(mg)SO ₂ =	2936,550				

Pc =	Pressão na chaminé	29,758	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,946	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,510	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	54,810	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	29,466		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2342,158	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	11,898	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000414	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	765438,176	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	510493,397	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,102	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	58,28	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	29,749	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	97,10	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	49,570	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2665,57	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1360,756	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 Chaminé			19/07/11		3		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,81 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Renan Morais			5,16		7 mm		0,99		0,862	
							Início		18:35	
							Fim		19:51	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3	
						Entrada °C	Saída °C			
1	5	21,0	8,00	-	41,28	23	21	109	816,230	
2	5	69,6	8,50	-17,50	43,86	24	22	110	-	
3	5	141,2	10,00	-	51,60	25	22	110	-	
4	5	335,8	9,50	-18,00	49,02	26	23	111	-	
5	5	407,4	10,00	-	51,60	26	23	111	-	
6	5	456,0	9,00	-18,50	46,44	27	24	108	838,110	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	8,00	-	41,28	27	24	107	838,110	
2	5	69,6	8,50	-17,00	43,86	27	25	107	-	
3	5	141,2	10,00	-	51,60	28	25	109	-	
4	5	335,8	9,50	-18,00	49,02	28	25	111	-	
5	5	407,4	10,00	-	51,60	28	26	110	-	
6	5	456,0	9,00	-19,00	46,44	29	26	110	859,350	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	9,167	-18,000	47,300	26,5	23,8	109,4	43,120	

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	9	11	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 071
					Pitot	P 09
					Boquilha	7

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 Chaminé	DATA 19/07/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Eversom Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Eversom Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	-	Álcool Isopropílico 80%	698,76	722,56	23,80
2	-	H2O2 5%	720,58	737,47	16,89
3	-	H2O2 5%	725,34	734,55	9,21
4	-	Sílica	736,70	742,13	5,43
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2881,38	2936,71	55,33

Composição do Gases

Responsável **Eversom Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	8,0	8,0	7,9	8,0	32	2,5
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	11,8	11,7	11,8	11,8	44	5,2
N ₂	80,2	80,3	80,3	80,3	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,20

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0239	g	de	MP	Certificado nº	224.929
113,35	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224932; 224.950
2667,06	mg	de	SO2	Certificado nº	224.935; 224.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	22	39,845	39,8961	0,0511
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,0511

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 Chaminé	DATA 19/07/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 55,330	(R) Tc = 688,95	("Hg)Patm= 29,810	("H ₂ O)Pest= -0,709	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 537,30	("H ₂ O)ΔH= 1,862	(ft ³) Vm = 43,120	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 30,201	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,600	(min) @ = 60	
(mg)MP = 75,000	(mg)H ₂ SO ₄ = 113,353	(mg)SO ₂ = 2667,060		

Pc = Pressão na chaminé	29,758	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,947	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,425	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,085	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	29,487		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2351,388	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,945	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	100,12	%	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	768454,555	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	513732,444	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,108	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	67,70	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	34,778	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	102,31	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	52,562	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2407,34	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1236,727	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

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

ISATEC

EMPRESA CGIEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 19/07/11
-------------------------	------------------------------------	-------------------------

Responsável Renan Moraes

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	EA 134

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	EA 53	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 001	Identificação do Frasco	M 004
Volume do Frasco (Vf)	2242,8 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2229,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 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	19/07/2011	Data	19/07/2011	Data	19/07/2011	Data	19/07/2011
Hora	20:00	Hora	20:05	Hora	20:10	Hora	20:15
Pressão Atmosférica inicial	757,17 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	757,17 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	757,17 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	757,17 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)	357,17 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,17 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,17 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,17 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	20/07/2011	Data	20/07/2011	Data	20/07/2011	Data	20/07/2011
Hora	16:10	Hora	16:15	Hora	16:20	Hora	16:25
Pressão Atmosférica Final	739,14 mmHg	Pressão Atmosférica Final	739,14 mmHg	Pressão Atmosférica Final	739,14 mmHg	Pressão Atmosférica Final	734,14 mmHg
Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	719,14 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	719,14 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	719,14 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	724,14 mmHg
Temperatura final do Frasco	9 °C	Temperatura final do Frasco	9 °C	Temperatura final do Frasco	9 °C	Temperatura final do Frasco	9 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	282 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	282 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	282 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	282 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	191,65 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	193,63 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	197,35 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	169,28 µg
Cert Ensaio N°	224.936	Cert Ensaio N°	224.937	Cert Ensaio N°	224.938	Cert Ensaio N°	224.939
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)	1053,78 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1049,69 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1047,27 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1060,35 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})	181,869 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	184,463 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	188,442 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	159,646 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})	512769 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	512769 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	512769 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	512769 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	93,257 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	94,587 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	96,627 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	81,862 Kg/h

$$V_{an} = (273 * (V_f - V_a) / 760) * ((P_f / T_f) - (P_i / T_i))$$

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

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

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