

RELATÓRIO DE ENSAIO

223.500 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

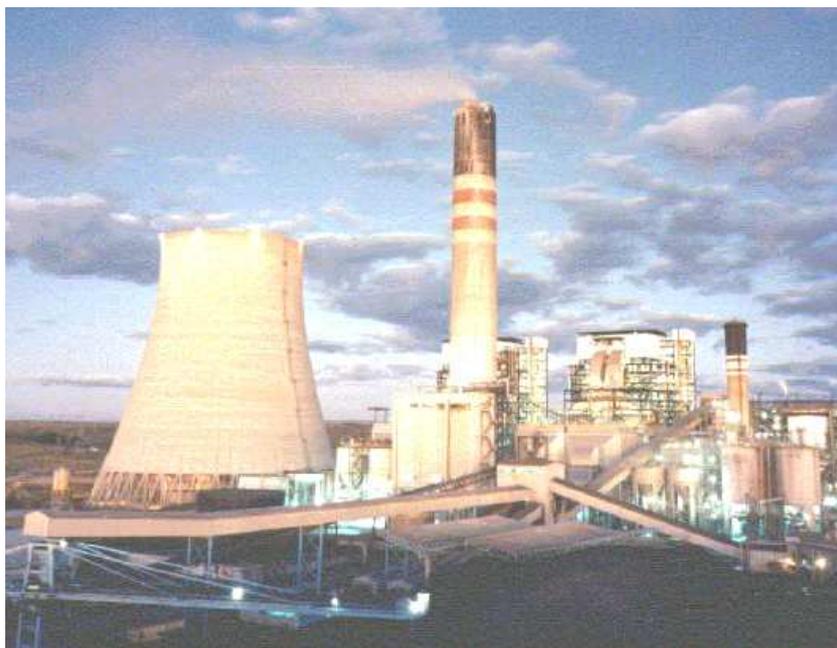
ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé – 44 Megawatts.

DATA: 10 de Junho de 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 – 46 Megawatts. Precipitador operando a 50% da capacidade.

DATA: 08 de Junho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 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 223.480 / 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 223.480 / 2011

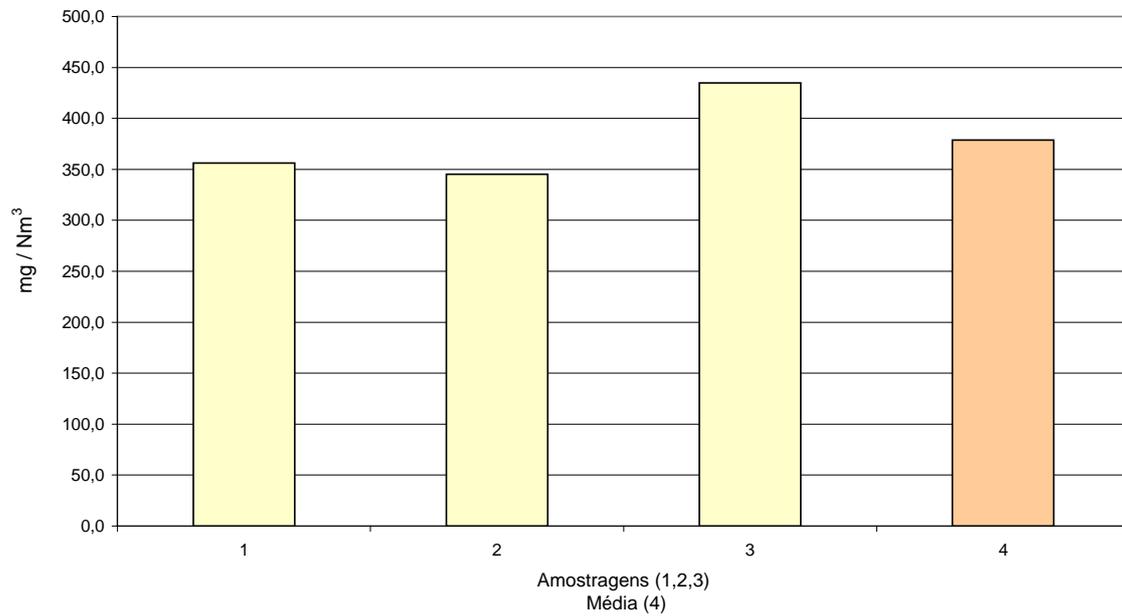
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

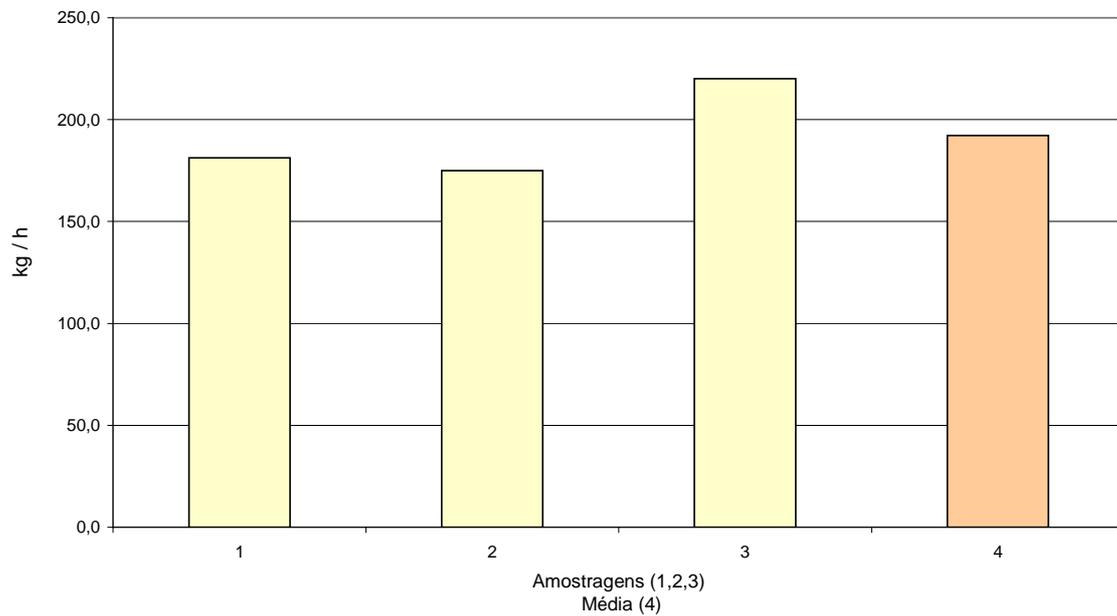
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	08/06/11	08/06/11	08/06/11	-
Hora início da amostragem	h:min	13:50	15:45	17:55	-
Hora de término da amostragem	h:min	14:56	16:50	19:01	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	105,7	106,1	105,2	105,6
Pressão na chaminé	"Hg	29,31	29,31	29,31	29,31
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,47	29,47	29,47	29,47
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	2,54	2,68	2,60	2,60
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	55,06	55,06	54,73	54,95
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,044	0,046	0,045	0,045
Peso molecular base úmida		29,248	29,222	29,296	29,255
Velocidade na chaminé	ft / min	2307,36	2304,53	2293,35	2301,75
Velocidade na chaminé	m / s	11,72	11,71	11,65	11,69
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	100,45	100,81	100,57	100,61
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	754064,14	753141,52	749488,25	752231,30
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	509050,63	506673,45	506009,13	507244,40
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1014	1,1002	1,0961	1,0992
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	356,27	345,31	434,98	378,85
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	181,362	174,957	220,106	192,142
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	208,16	208,39	181,24	199,265
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	105,964	105,586	91,711	101,087
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	3065,42	3014,31	2058,30	2712,68
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1560,456	1527,270	1041,517	1376,414

Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 2011

Concentração de Material Particulado no efluente

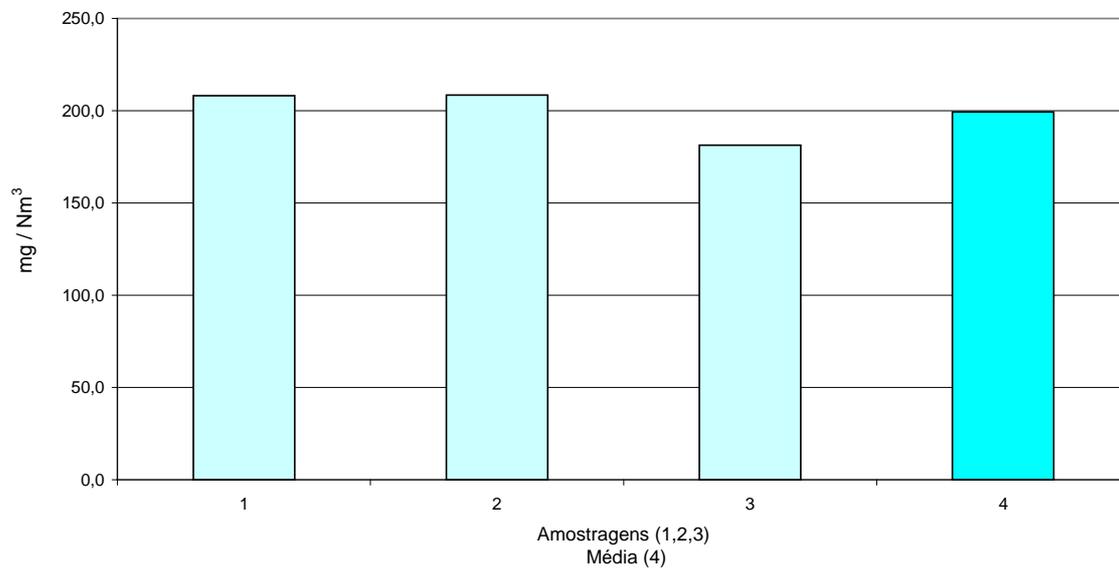


Taxa de emissão de Material Particulado

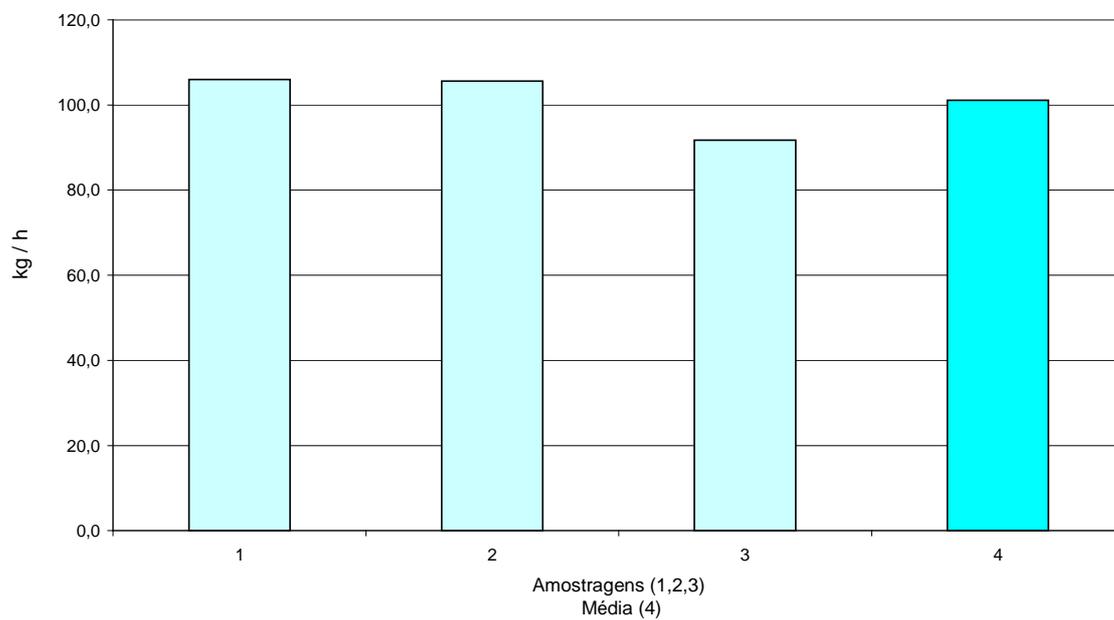


Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 2011

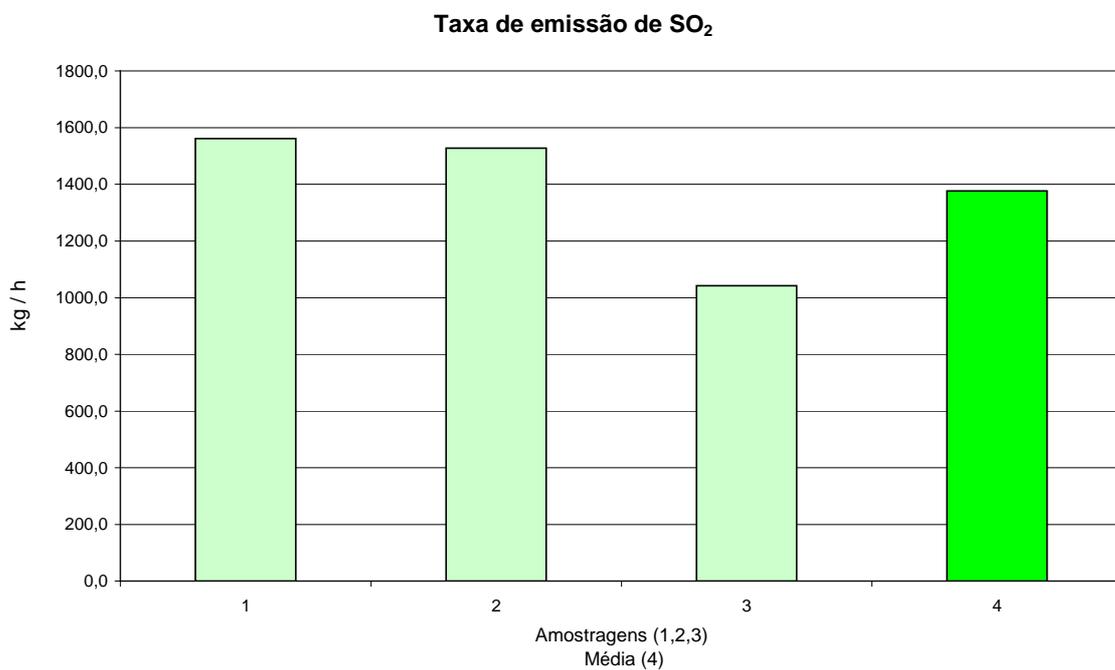
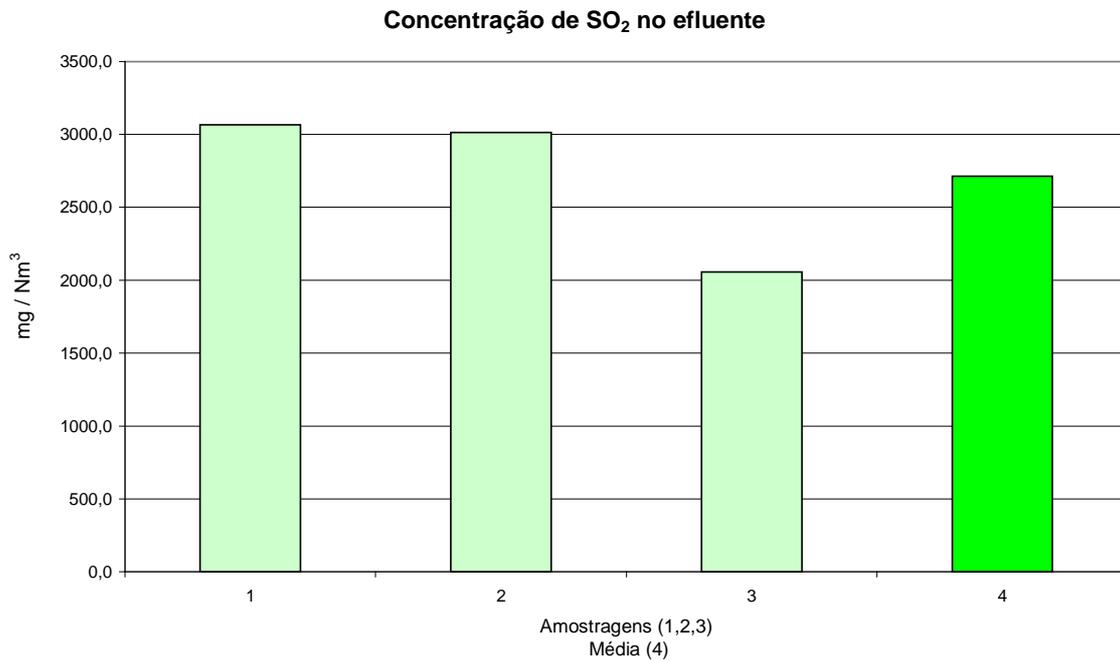
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



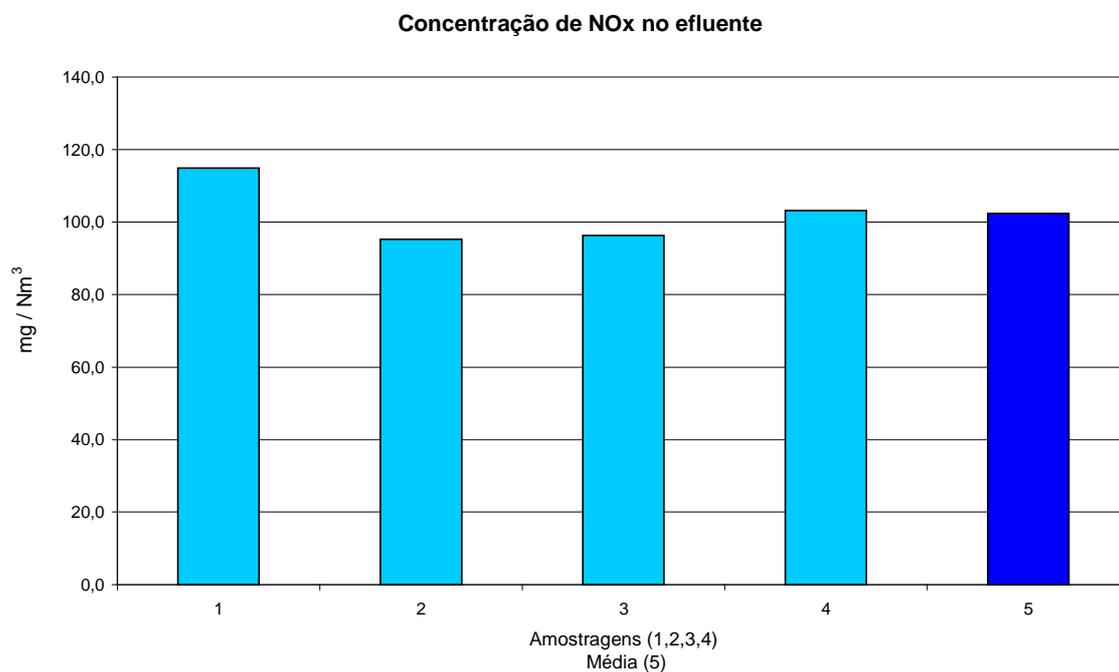
Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 2011



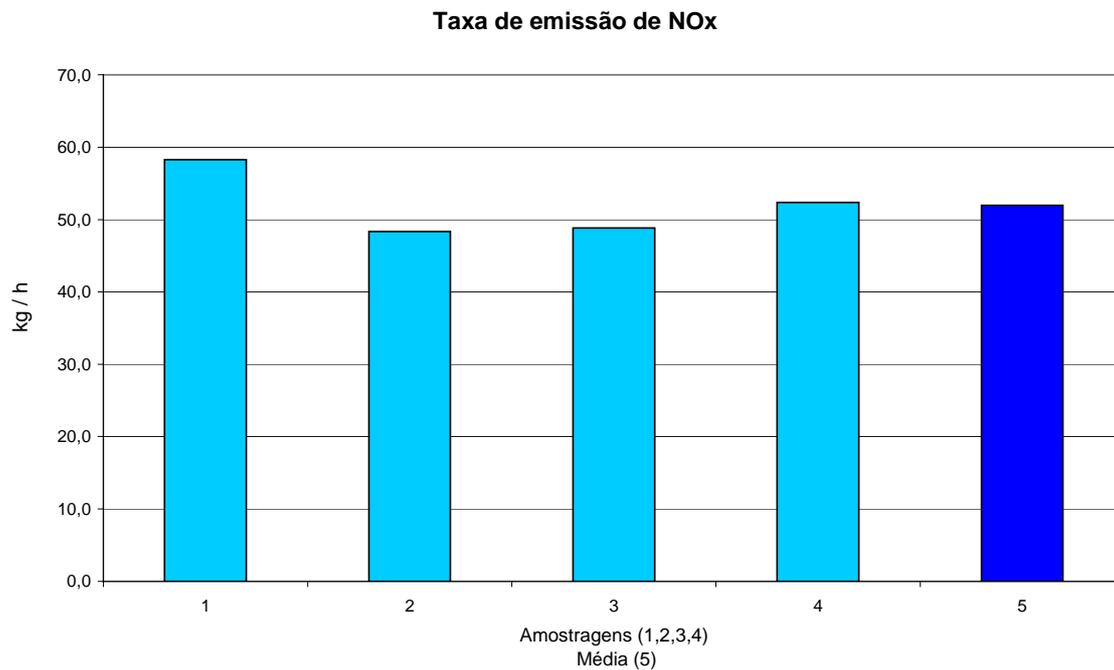
Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	507244,4				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	114,8829	95,2822	96,2735	103,1928	102,4078
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	58,2737	48,3313	48,8342	52,3440	51,9458



Relatório de Ensaio N.º 223.480 / 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 223.480 / 2011

Rio Grande, 01 de Julho 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 223.480 / 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			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I Chaminé			08/06/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,36 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,12		7 mm		0,99		0,836
Início			Fim			13:50			
						14:56			
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,50	-	35,02	17	16	104	355820,400
2	5	69,6	9,00	-19,00	37,08	18	16	105	-
3	5	141,2	9,00	-	37,08	19	17	105	-
4	5	335,8	10,00	-19,50	41,20	20	17	107	-
5	5	407,4	10,00	-	41,20	20	17	105	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	20	18	104	356439,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	35,02	21	18	105	356439,600
2	5	69,6	9,00	-19,00	37,08	21	18	106	-
3	5	141,2	9,00	-	37,08	21	19	108	-
4	5	335,8	10,00	-19,50	41,20	22	19	108	-
5	5	407,4	10,00	-	41,20	22	19	106	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	22	20	105	357028,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,250	-18,833	38,110	20,3	17,8	105,7	1208,200

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	10	10	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 096
					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	17	°C	Temperatura no Gasometro entrada	17	°C
			Temperatura no Gasometro saída	16	°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 08/06/11	NUMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g < 500,01 < 500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	689,34	702,56	13,22
2	200	H2O2 5%	712,43	729,78	17,35
3	200	H2O2 5%	714,92	723,45	8,53
4	-	Sílica	745,61	747,32	1,71
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2862,30	2903,11	40,81

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 018
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,9	11,9	11,5	11,8	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	7,9	7,9	8,5	8,1	44	3,6
N ₂	80,2	80,2	80,0	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,77

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0383	g	de	MP	Certificado nº	223.473; 223.467
229,27	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.476; 223.465
3376,26	mg	de	SO2	Certificado nº	223.479; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	26	38,5967	38,9508	0,3541
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3541

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 08/06/11	NÚMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 40,810	(R) Tc = 682,20	("Hg)Patm= 29,360	("H ₂ O)Pest= -0,741	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 526,28	("H ₂ O)ΔH= 1,500	(ft ³) Vm = 42,667	Cp = 0,836	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,767	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,603	(min) @ = 60	
(mg)MP = 392,400	(mg)H ₂ SO ₄ = 229,268	(mg)SO ₂ = 3376,255		

Pc = Pressão na chaminé	29,305	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,470	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,540	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,063	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,044		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,248		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2307,355	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,721	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	100,45	%	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	754064,140	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	509050,625	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,101	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	356,27	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	181,362	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	208,16	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	105,964	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	3065,42	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1560,456	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			08/06/11		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,36 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,12		7 mm		0,99		0,836
							Início		15:45
							Fim		16:50
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,50	-	35,02	19	18	104	357032,400
2	5	69,6	9,00	-19,00	37,08	20	18	106	-
3	5	141,2	9,00	-	37,08	21	19	106	-
4	5	335,8	10,00	-19,50	41,20	21	19	108	-
5	5	407,4	10,00	-	41,20	22	19	108	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	22	20	104	357648,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	35,02	23	20	105	357648,200
2	5	69,6	9,00	-18,50	37,08	23	20	106	-
3	5	141,2	9,00	-	37,08	23	21	106	-
4	5	335,8	10,00	-18,50	41,20	24	21	107	-
5	5	407,4	9,50	-	39,14	24	21	107	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	24	21	106	358247,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,208	-18,583	37,938	22,2	19,8	106,1	1214,800

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	9	10	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 096
					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 08/06/11	NÚMERO 2
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson 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 **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	699,43	711,06	11,63
2	200	H2O2 5%	734,51	754,87	20,36
3	200	H2O2 5%	722,00	731,45	9,45
4	-	Sílica	756,79	758,32	1,53
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2912,73	2955,70	42,97

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 018
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,5	11,9	12,0	11,8	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,6	7,9	7,8	8,1	44	3,6
N ₂	79,9	80,2	80,2	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,77

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0314	g	de	MP	Certificado nº	223.474; 223.467
229,27	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.477; 223.465
3316,30	mg	de	SO2	Certificado nº	223.480; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	12	82,8288	83,1773	0,3485
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3485

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 Chaminé	DATA 08/06/11	NÚMERO 2
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 42,970	(R) Tc = 682,95	("Hg)Patm= 29,360	("H ₂ O)Pest= -0,732	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 529,73	("H ₂ O)ΔH= 1,494	(ft ³) Vm = 42,900	Cp = 0,836	(m) ØC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,768	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,602	(min) @ = 60	
(mg)MP = 379,900	(mg)H ₂ SO ₄ = 229,268	(mg)SO ₂ = 3316,295		

Pc = Pressão na chaminé	29,306	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,470	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,677	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,062	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,046		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,222		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2304,532	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,707	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	100,81	%	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	753141,520	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	506673,450	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	345,31	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	174,957	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	208,39	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	105,586	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	3014,31	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1527,270	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 Chaminé			08/06/11		3		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,36 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Renan Morais			4,12		7 mm		0,99		0,836	
							Início		17:55	
							Fim		19:01	
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases	
						Entrada	Saída			
	min	cm	mm H2O	mm H2O	mm H2O	°C	°C	°C	litros	
1	5	21,0	8,00	-	32,96	21	19	103	358254,600	
2	5	69,6	9,00	-19,50	37,08	22	20	103	-	
3	5	141,2	9,00	-	37,08	23	20	105	-	
4	5	335,8	10,00	-19,50	41,20	23	21	105	-	
5	5	407,4	9,50	-	39,14	24	21	106	-	
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	24	22	105	358866,400	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	8,50	-	35,02	24	22	104	358866,400	
2	5	69,6	9,00	-19,00	37,08	25	23	104	-	
3	5	141,2	9,00	-	37,08	25	23	106	-	
4	5	335,8	10,00	-18,00	41,20	25	23	108	-	
5	5	407,4	10,00	-	41,20	26	24	108	-	
6	5	456,0	9,00	-18,00	37,08	26	24	105	359473,000	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	9,167	-18,667	37,767	24,0	21,8	105,2	1218,400	

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	9	9	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 096
					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 08/06/11	NUMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson 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 **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	705,26	718,34	13,08
2	200	H2O2 5%	734,80	752,10	17,30
3	200	H2O2 5%	724,53	733,24	8,71
4	-	Sílica	742,09	744,76	2,67
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2906,68	2948,44	41,76

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 018
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,6	11,6	11,0	11,4	32	3,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,4	8,4	9,0	8,6	44	3,8
N ₂	80,0	80,0	80,0	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,83

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0515	g	de	MP	Certificado nº	223.475; 223.467
198,67	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.478; 223.465
2256,17	mg	de	SO2	Certificado nº	223.481; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	19	62,6186	63,0439	0,4253
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4253

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



EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I Chaminé	08/06/11	3

(g) MH ₂ O =	41,760	(R) Tc =	681,30	("Hg)Patm=	29,360	("H ₂ O)Pest=	-0,735	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	533,25	("H ₂ O)ΔH=	1,487	(ft ³) Vm =	43,027	Cp =	0,836	(m) ΘC =	4,77
FCM =	0,99	Pms =	29,832	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,600	(min) @ =	60		
(mg)MP =	476,800	(mg)H ₂ SO ₄ =	198,668	(mg)SO ₂ =	2256,165				

Pc =	Pressão na chaminé	29,306	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,469	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,596	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	54,727	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,045		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,296		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2293,353	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	11,650	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	749488,245	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	506009,129	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,096	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	434,98	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	220,106	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	181,24	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	91,711	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2058,30	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1041,517	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

ISATEC

EMPRESA CGIEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 08/06/11
-------------------------	------------------------------------	-------------------------

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 051	Identificação do Frasco	EA 052	Identificação do Frasco	EA 054	Identificação do Frasco	M 002
Volume do Frasco (Vf)	2234,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2244,5 mL	Volume do Frasco (Vf)	2242,8 mL	Volume do Frasco (Vf)	2213,9 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	08/06/2011	Data	08/06/2011	Data	08/06/2011	Data	08/06/2011
Hora	19:15	Hora	19:20	Hora	19:25	Hora	19:30
Pressão Atmosférica inicial	745,7 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	745,7 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	745,7 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	745,7 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)	345,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	345,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	345,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	345,7 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	19 °C	Temperatura inicial do Frasco	19 °C	Temperatura inicial do Frasco	19 °C	Temperatura inicial do Frasco	19 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	292 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	292 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	292 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	292 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	09/06/2011	Data	09/06/2011	Data	09/06/2011	Data	09/06/2011
Hora	12:10	Hora	12:15	Hora	12:20	Hora	12:25
Pressão Atmosférica Final	744,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,9 mmHg
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	15 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	734,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	734,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	729,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	734,9 mmHg
Temperatura final do Frasco	20 °C	Temperatura final do Frasco	20 °C	Temperatura final do Frasco	20 °C	Temperatura final do Frasco	20 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	120,77 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	100,6 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	100,26 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	107,45 µg
Cert Ensaio N°	223.482; 223.472	Cert Ensaio N°	223.483; 223.472	Cert Ensaio N°	223.484; 223.472	Cert Ensaio N°	223.485; 223.472
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)	1051,24 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1055,81 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1041,41 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1041,25 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})	114,883 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	95,282 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	96,274 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	103,193 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 (Vae _{cnbs})	507244 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	507244 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	507244 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	507244 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	58,274 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	48,331 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	48,834 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	52,344 Kg/h

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

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

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

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