

RELATÓRIO DE ENSAIO

223.470 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé – 47 Megawatts.

DATA: 07 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 – 47 Megawatts.

DATA: 07 de Junho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 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 223.470 / 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 223.470 / 2011

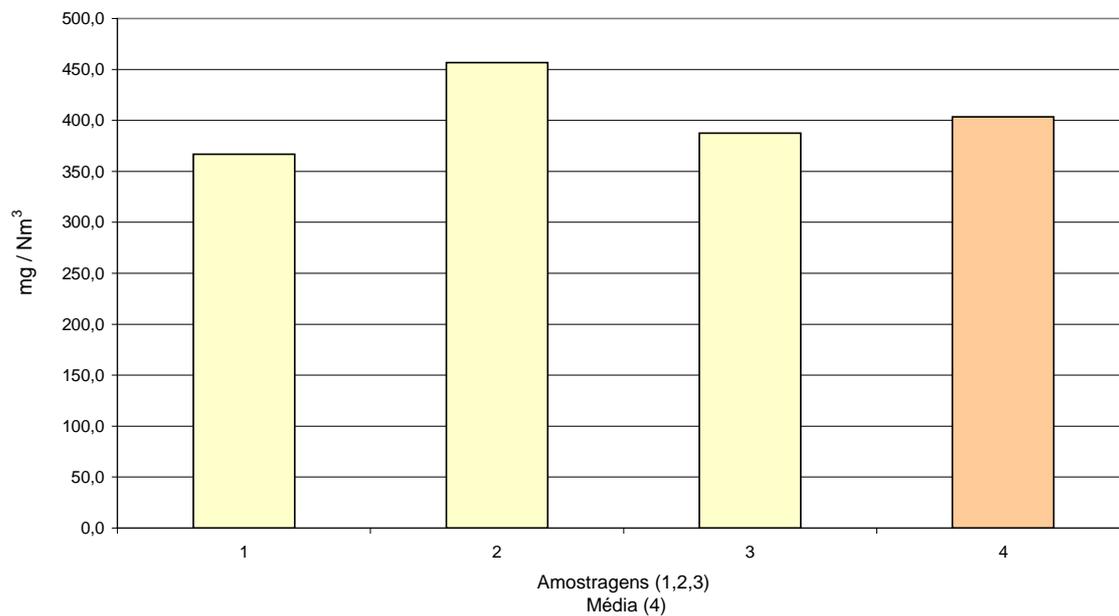
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

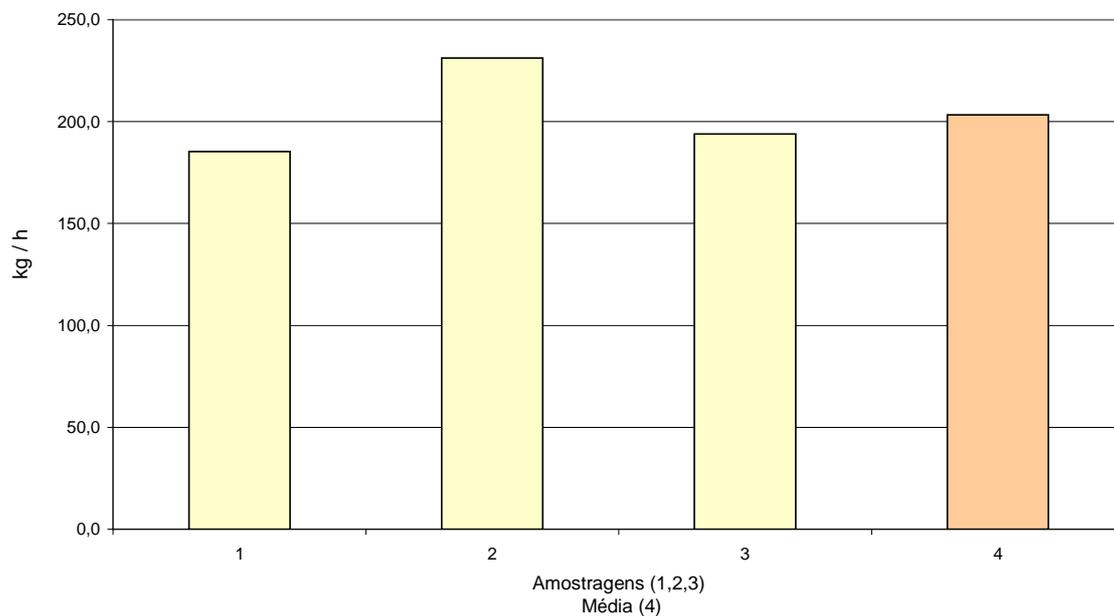
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	07/06/11	07/06/11	07/06/11	-
Hora início da amostragem	h:min	13:40	15:50	17:45	-
Hora de término da amostragem	h:min	14:46	16:54	18:51	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	103,3	105,6	106,1	105,0
Pressão na chaminé	"Hg	29,07	29,07	29,07	29,07
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,23	29,23	29,23	29,23
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	2,48	2,74	2,68	2,63
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	54,82	55,04	55,03	54,96
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,043	0,047	0,046	0,046
Peso molecular base úmida		29,282	29,141	29,299	29,241
Velocidade na chaminé	ft / min	2291,91	2320,13	2294,68	2302,24
Velocidade na chaminé	m / s	11,64	11,79	11,66	11,70
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	100,59	100,20	101,18	100,66
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	749016,04	758238,94	749920,93	752391,97
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	505216,02	506106,01	500349,63	503890,56
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0947	1,0923	1,0905	1,0925
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	366,77	456,72	387,61	403,70
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	185,298	231,151	193,942	203,464
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	92,96	186,54	238,30	172,598
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	46,963	94,410	119,232	86,868
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2248,91	1885,52	2971,37	2368,60
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1136,188	954,272	1486,726	1192,395

Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 2011

Concentração de Material Particulado no efluente

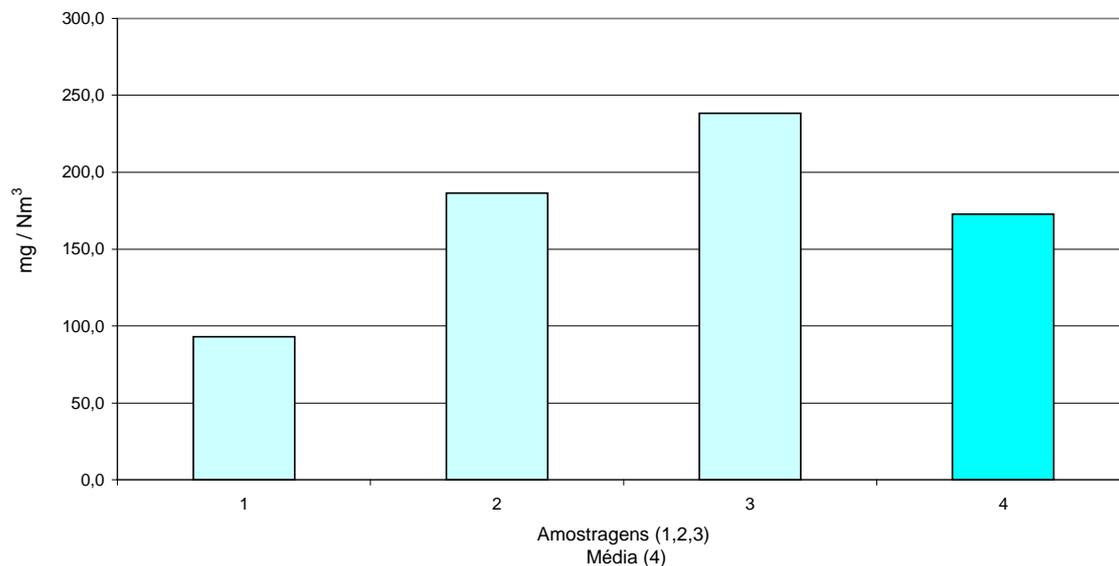


Taxa de emissão de Material Particulado

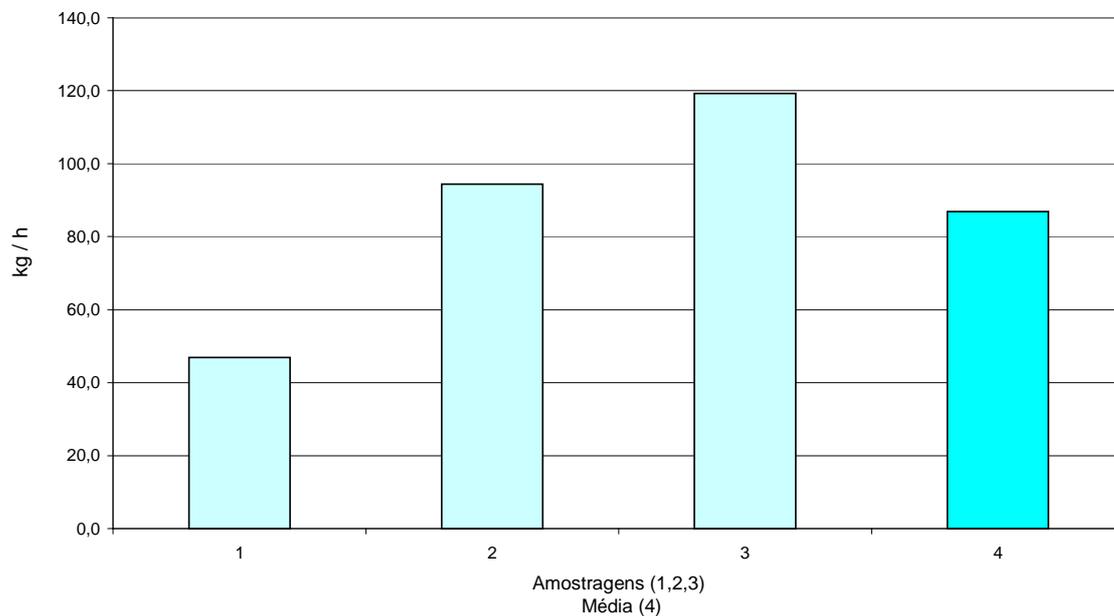


Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 2011

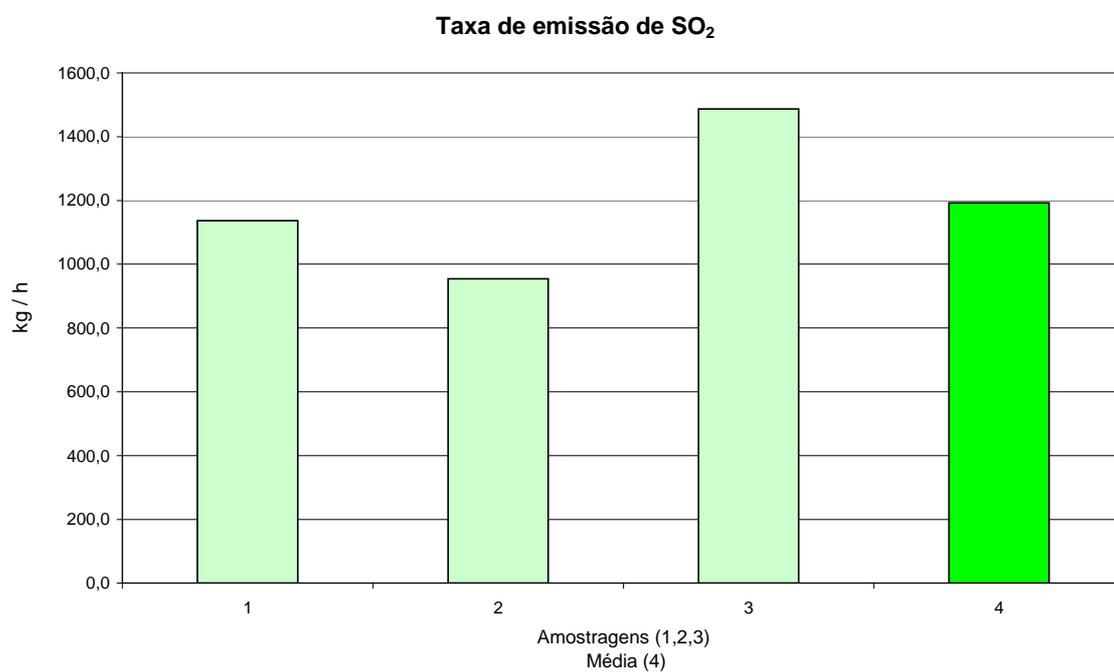
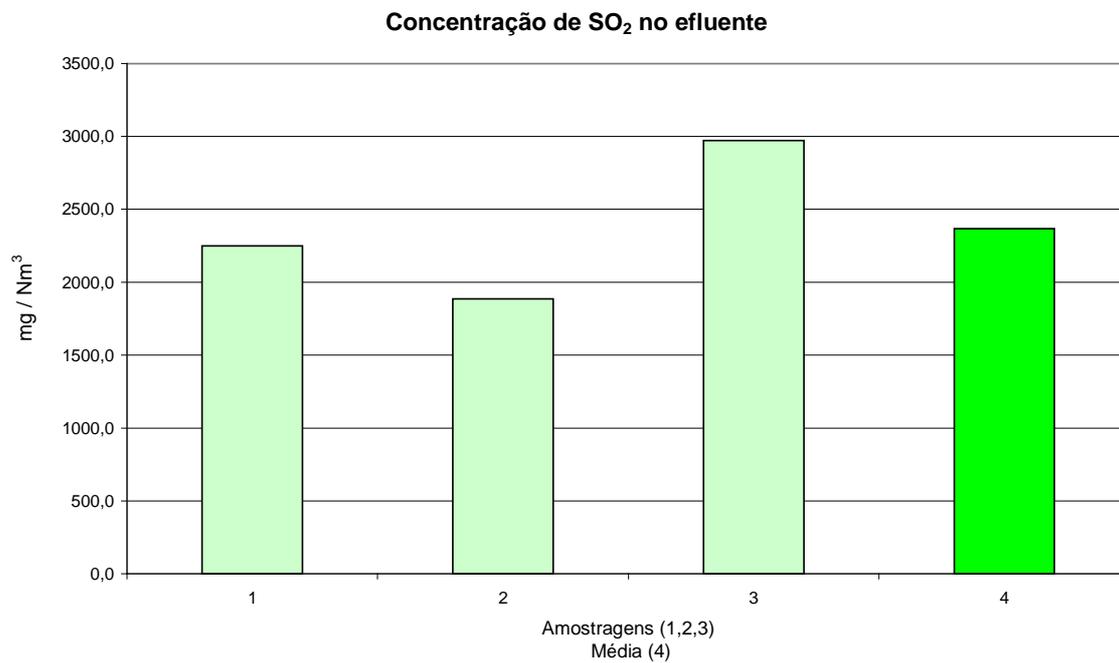
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



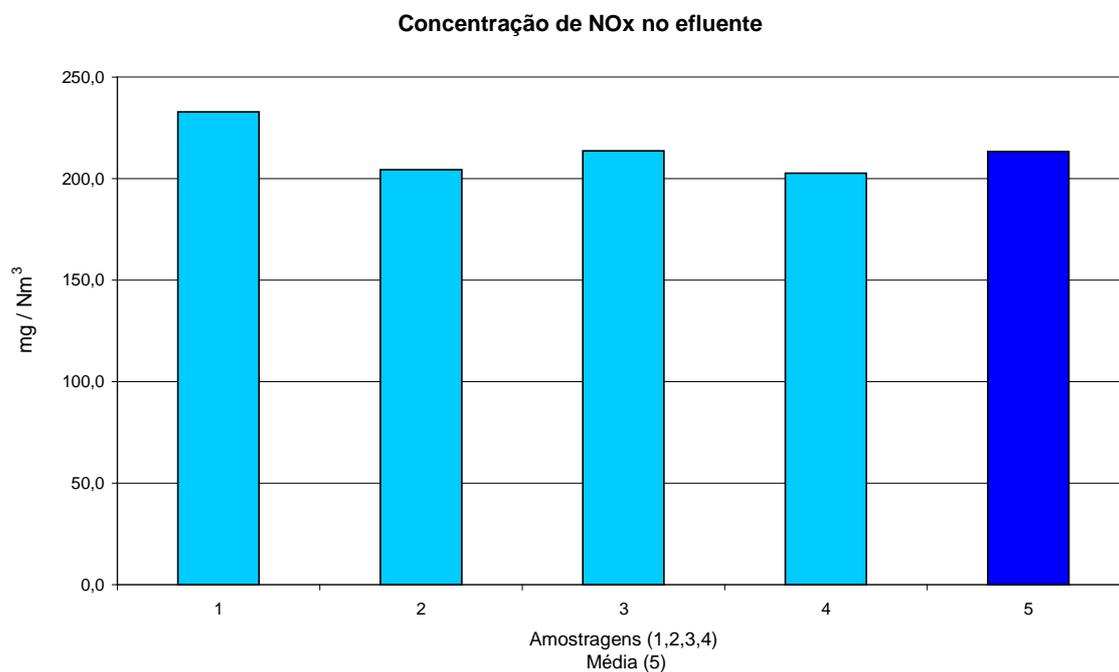
Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 2011



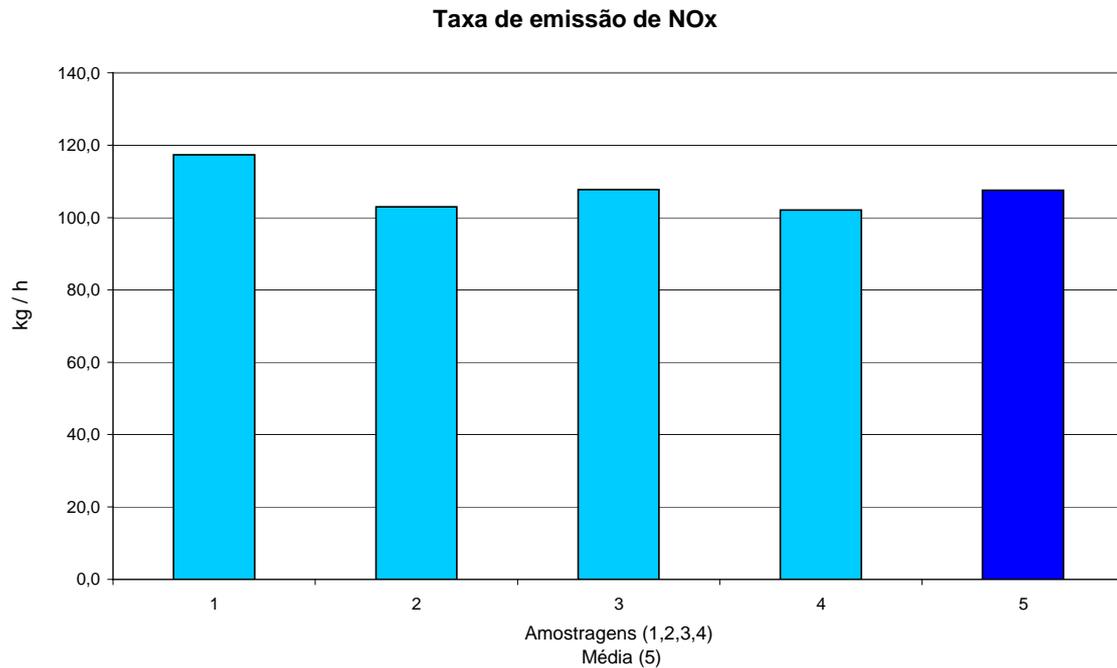
Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	503890,6				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	232,8573	204,3476	213,7231	202,6447	213,3931
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	117,3346	102,9688	107,6930	102,1107	107,5268



Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 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 223.470 / 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. ESTES DOCUMENTOS SÓ PODERÃO SER REPRODUZIDOS NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 223.470 / 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			07/06/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,12 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,06		7 mm		0,99		0,836
Início			Fim			13:40			
						14:46			
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	8,00	-	32,48	15	14	99	352170,200
2	5	69,6	8,50	-17,50	34,51	16	14	100	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	17	15	103	-
4	5	335,8	9,50	-18,00	38,57	17	15	106	-
5	5	407,4	10,00	-	40,60	18	15	105	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	36,54	18	16	105	352783,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	32,48	19	16	102	352783,600
2	5	69,6	9,00	-17,50	36,54	19	16	102	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	19	17	104	-
4	5	335,8	9,50	-18,00	38,57	20	17	104	-
5	5	407,4	10,00	-	40,60	20	17	105	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	36,54	20	17	104	353372,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,125	-17,833	37,048	18,2	15,8	103,3	1202,200

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 26
					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	14	°C	Temperatura no Gasometro entrada	14	°C
			Temperatura no Gasometro saída	14	°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 07/06/11	NUMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Eversom**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g < 500,03 < 500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Eversom**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	668,58	680,31	11,73
2	200	H2O2 5%	728,21	746,52	18,31
3	200	H2O2 5%	727,46	736,31	8,85
4	-	Sílica	641,78	642,64	0,86
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2766,03	2805,78	39,75

Composição do Gases

Responsável **Eversom**

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

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

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0432	g	de	MP	Certificado nº	223.456; 223.467
101,76	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.459; 223.465
2461,87	mg	de	SO2	Certificado nº	223.462; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	74	62,9383	63,2966	0,3583
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3583

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 07/06/11	NÚMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 39,750	(R) Tc = 677,85	("Hg)Patm= 29,120	("H ₂ O)Pest= -0,702	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 522,53	("H ₂ O)ΔH= 1,459	(ft ³) Vm = 42,455	Cp = 0,836	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,792	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,599	(min) @ = 60	
(mg)MP = 401,500	(mg)H ₂ SO ₄ = 101,758	(mg)SO ₂ = 2461,865		

Pc = Pressão na chaminé	29,068	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,227	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,478	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	54,822	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,043		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,282		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2291,908	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,643	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	100,59	%	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	749016,035	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	505216,020	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,095	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	366,77	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	185,298	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	92,96	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	46,963	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2248,91	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1136,188	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			07/06/11		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,12 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,06		7 mm		0,99		0,836
							Início		15:50
							Fim		16:54
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	8,00	-	32,48	17	16	101	353379,600
2	5	69,6	9,00	-18,00	36,54	18	16	104	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	19	17	106	-
4	5	335,8	10,00	-19,50	40,60	19	17	106	-
5	5	407,4	10,00	-	40,60	20	18	108	-
6	5	456,0	9,00	-17,00	36,54	20	18	106	353989,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	32,48	20	18	103	353989,200
2	5	69,6	9,00	-17,50	36,54	21	19	105	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	21	19	107	-
4	5	335,8	10,00	-18,50	40,60	21	19	108	-
5	5	407,4	10,00	-	40,60	22	19	107	-
6	5	456,0	9,00	-17,00	36,54	22	20	106	354587,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,250	-17,917	37,555	20,0	18,0	105,6	1208,000

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 26
					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 07/06/11	NÚMERO 2
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável

Eversom

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

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	687,28	699,14	11,86
2	200	H2O2 5%	724,51	744,89	20,38
3	200	H2O2 5%	718,73	728,72	9,99
4	-	Sílica	714,32	715,70	1,38
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2844,84	2888,45	43,61

Composição do Gases

Responsável

Eversom

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,4	1,4	11,5	8,1	32	2,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,6	8,6	8,5	8,6	44	3,8
N ₂	80,0	90,0	80,0	83,3	28	23,3
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,69

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável

LABAN

0,0349	g	de	MP	Certificado nº	223.457; 223.467
203,77	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.460; 223.465
2059,64	mg	de	SO2	Certificado nº	223.463; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável

Renan Moraes

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	4	61,0846	61,5486	0,4640
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4640

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan05

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	07/06/11	2

(g) MH ₂ O = 43,610	(R) Tc = 682,05	("Hg)Patm= 29,120	("H ₂ O)Pest= -0,705	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 526,20	("H ₂ O)ΔH= 1,479	(ft ³) Vm = 42,660	Cp = 0,836	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,695	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,603	(min) @ = 60	
(mg)MP = 498,900	(mg)H ₂ SO ₄ = 203,768	(mg)SO ₂ = 2059,635		

Pc = Pressão na chaminé	29,068	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,229	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,736	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,044	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,047		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,141		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2320,129	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,786	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	100,20	%	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	758238,945	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	506106,014	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,092	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	456,72	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	231,151	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	186,54	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	94,410	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1885,52	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	954,272	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 CGTEE			LOCAL Caldeira I Chaminé			DATA 07/06/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,12 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais		K 4,06	Boquilha 7 mm		FCM 0,99	Cp 0,836	Início 17:45	Fim 18:51	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H2O	Pressão Estática mm H2O	ΔH mm H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,00	-	32,48	19	17	104	354592,600
2	5	69,6	8,50	-18,00	34,51	20	18	106	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	21	18	108	-
4	5	335,8	10,00	-18,00	40,60	21	19	108	-
5	5	407,4	9,00	-	36,54	22	19	107	-
6	5	456,0	9,00	-19,50	36,54	22	19	107	355201,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	32,48	23	20	104	355201,600
2	5	69,6	9,00	-17,50	36,54	23	20	105	-
3	5	141,2	9,50	-	38,57	24	20	105	-
4	5	335,8	10,00	-18,00	40,60	24	21	106	-
5	5	407,4	9,50	-	38,57	24	21	106	-
6	5	456,0	9,00	-18,50	36,54	25	21	107	355806,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,083	-18,250	36,878	22,3	19,4	106,1	1213,800

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 26
					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 07/06/11	NUMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável

Eversom

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

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	703,45	716,09	12,64
2	200	H2O2 5%	729,72	749,34	19,62
3	200	H2O2 5%	718,65	728,10	9,45
4	-	Sílica	743,90	744,86	0,96
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2895,72	2938,39	42,67

Composição do Gases

Responsável

Eversom

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,0	11,4	11,5	11,3	32	3,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,0	8,6	8,6	8,7	44	3,8
N ₂	80,0	80,0	79,9	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,85

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável

LABAN

0,0455	g	de	MP	Certificado nº	223.458; 223.467
259,87	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.461; 223.465
3240,35	mg	de	SO2	Certificado nº	223.464; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável

Renan Moraes

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	8	80,8195	81,1967	0,3772
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3772

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan08

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 07/06/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 42,670	(R) Tc = 682,95	("Hg)Patm= 29,120	("H ₂ O)Pest= -0,719	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 529,58	("H ₂ O)ΔH= 1,452	(ft ³) Vm = 42,865	Cp = 0,836	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 29,849	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,598	(min) @ = 60	
(mg)MP = 422,700	(mg)H ₂ SO ₄ = 259,868	(mg)SO ₂ = 3240,345		

Pc = Pressão na chaminé	29,067	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,227	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,681	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,027	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	29,299		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2294,677	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,657	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	101,18	%	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	749920,932	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	500349,634	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,091	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	387,61	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	193,942	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	238,30	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	119,232	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2971,37	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1486,726	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan09

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 07/06/11
-------------------------	------------------------------------	-------------------------

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						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	07/06/2011	Data	07/06/2011	Data	07/06/2011	Data	07/06/2011
Hora	19:15	Hora	19:20	Hora	19:25	Hora	19:30
Pressão Atmosférica inicial	739,64 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,64 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,64 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,64 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,64 mmHg
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	08/06/2011	Data	08/06/2011	Data	08/06/2011	Data	08/06/2011
Hora	12:10	Hora	12:15	Hora	12:20	Hora	12:25
Pressão Atmosférica Final	745,7 mmHg						
Pressão final do Frasco	20 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	725,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	725,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	725,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	725,7 mmHg
Temperatura final do Frasco	19 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	244,39 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	215,4 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	225,11 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	210,66 µg
Cert Ensaio N°	223.468; 223.472	Cert Ensaio N°	223.469; 223.472	Cert Ensaio N°	223.470; 223.472	Cert Ensaio N°	223.471; 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)	1049,53 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1054,09 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1053,28 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1039,55 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})	232,857 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	204,348 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	213,723 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	202,645 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)	503891 Nm ³ /h						
Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	117,335 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	102,969 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	107,693 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	102,111 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