

RELATÓRIO DE ENSAIO

223.500 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

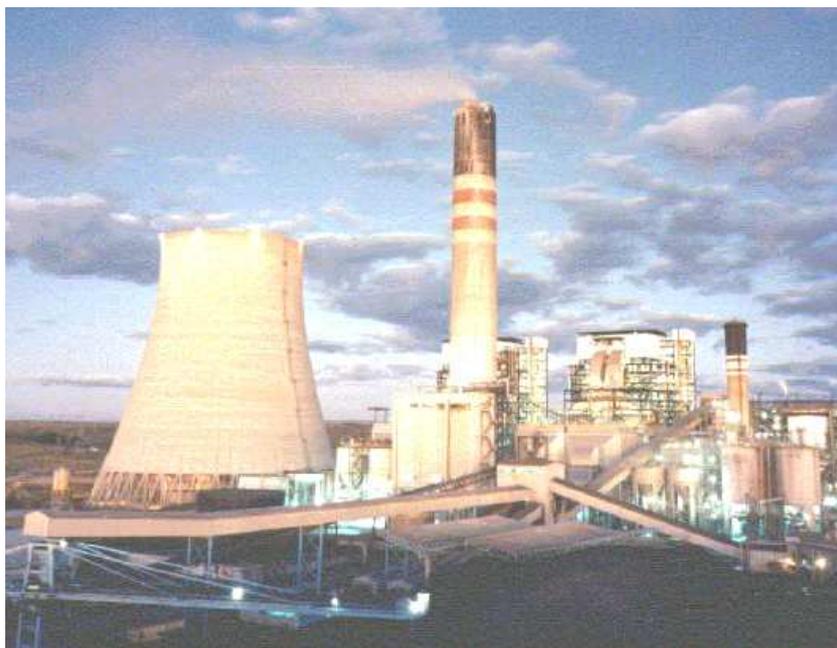
EMPRESA: CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE
Candiota – RS

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé – 44 Megawatts.

DATA: 10 de Junho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 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 – 44 Megawatts.

DATA: 10 de Junho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 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 223.500 / 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 223.500 / 2011

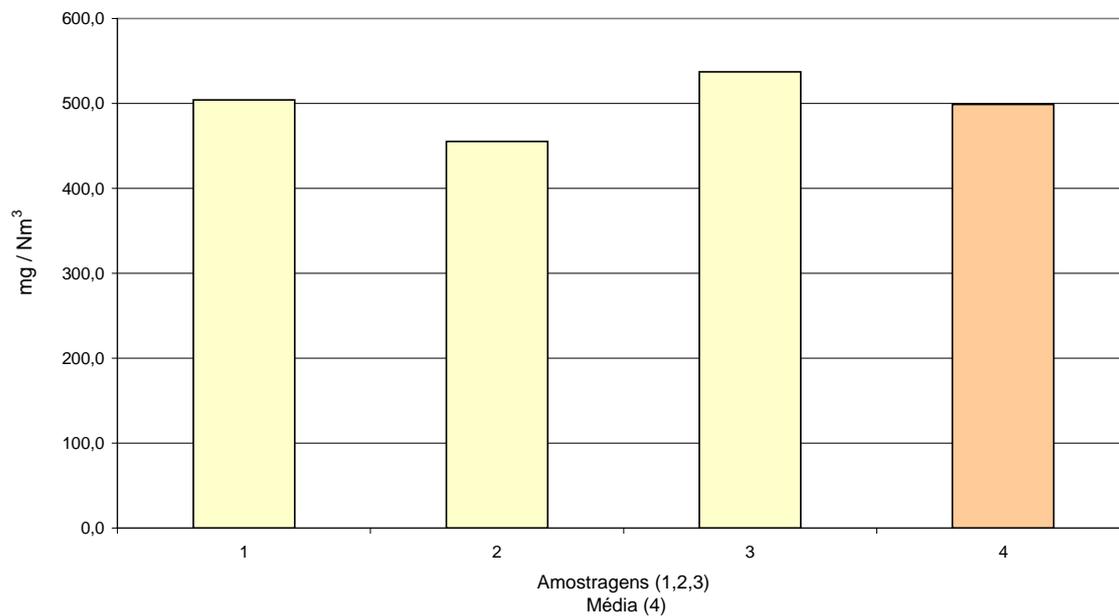
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

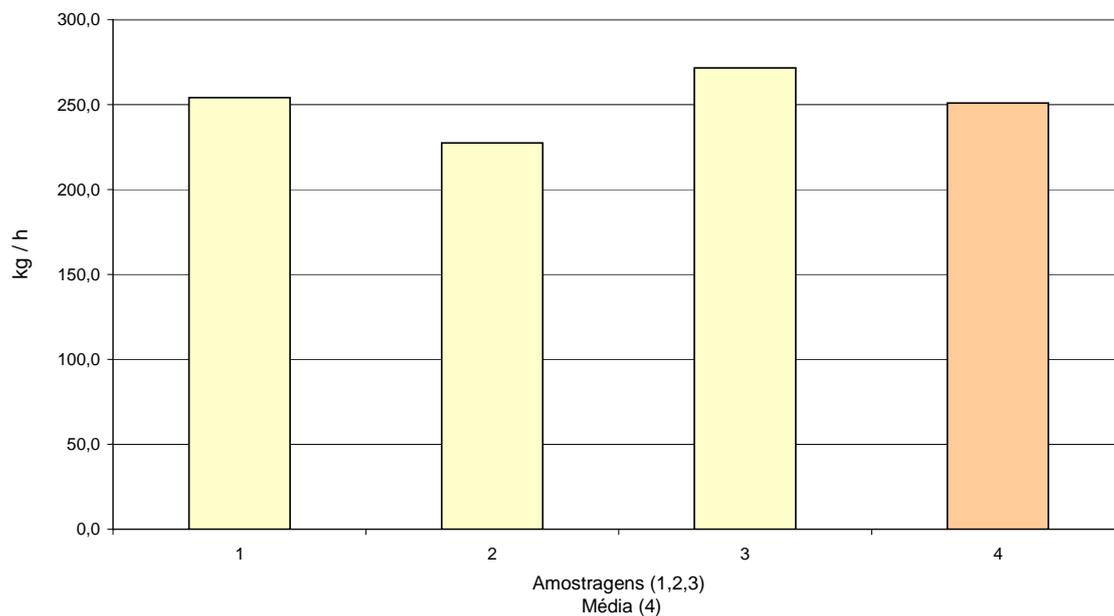
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	10/06/11	10/06/11	10/06/11	-
Hora início da amostragem	h:min	13:20	15:10	17:05	-
Hora de término da amostragem	h:min	14:24	16:16	18:09	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	108,3	109,6	108,0	108,6
Pressão na chaminé	"Hg	29,33	29,33	29,35	29,34
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,50	29,50	29,50	29,50
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	2,28	2,51	2,52	2,44
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	55,46	55,47	55,19	55,37
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,039	0,043	0,044	0,042
Peso molecular base úmida		29,777	29,719	29,736	29,744
Velocidade na chaminé	ft / min	2286,87	2282,42	2301,12	2290,14
Velocidade na chaminé	m / s	11,62	11,59	11,69	11,63
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	101,58	102,21	100,92	101,57
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	747369,76	745916,10	752025,02	748436,96
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	504009,77	499327,71	505565,94	502967,81
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1028	1,0993	1,0990	1,1004
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	504,18	455,48	537,21	498,96
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	254,113	227,434	271,597	251,048
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	300,39	312,95	266,62	293,321
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	151,402	156,264	134,794	147,487
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2708,18	2219,26	2168,86	2365,43
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1364,951	1108,136	1096,501	1189,863

Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 2011

Concentração de Material Particulado no efluente

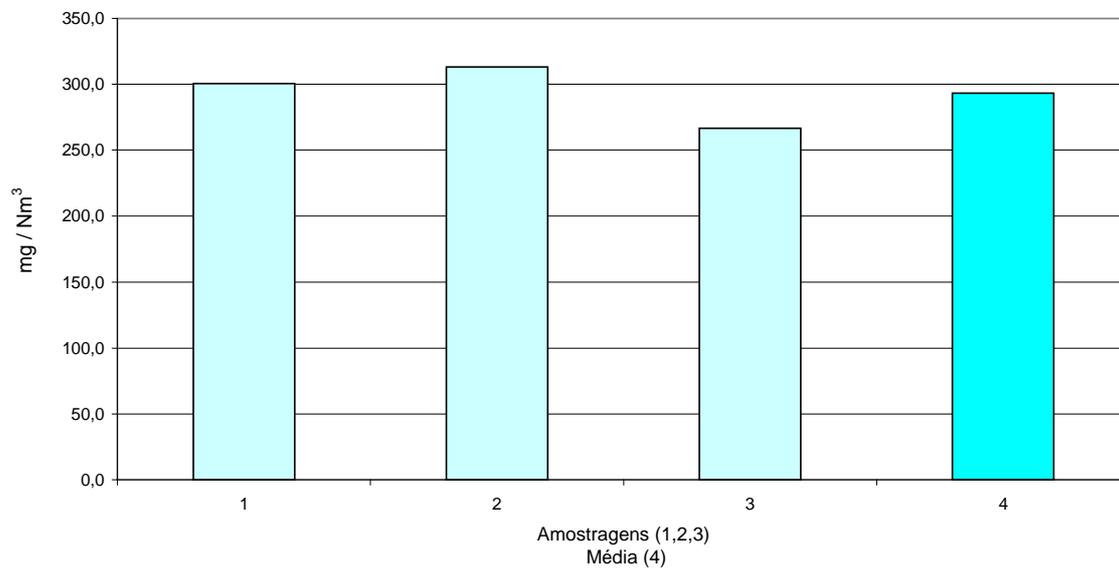


Taxa de emissão de Material Particulado

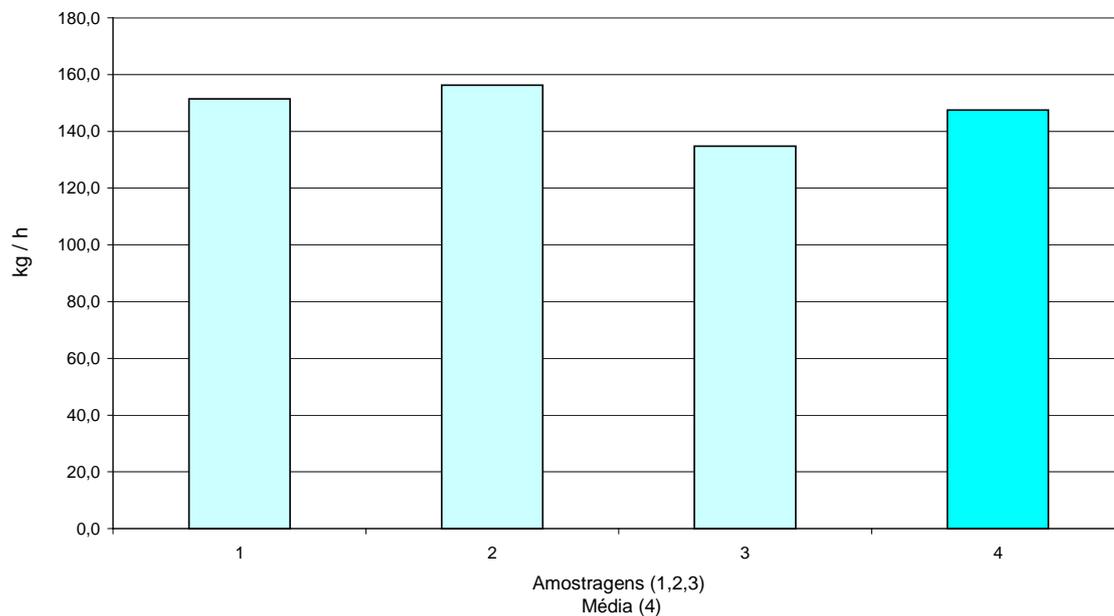


Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 2011

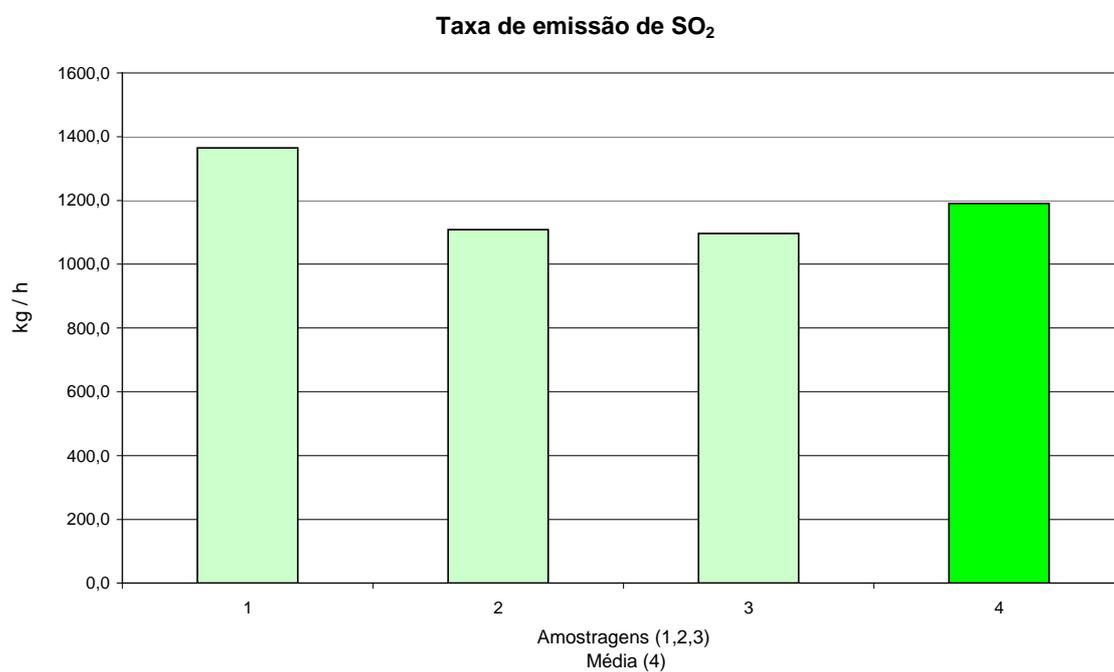
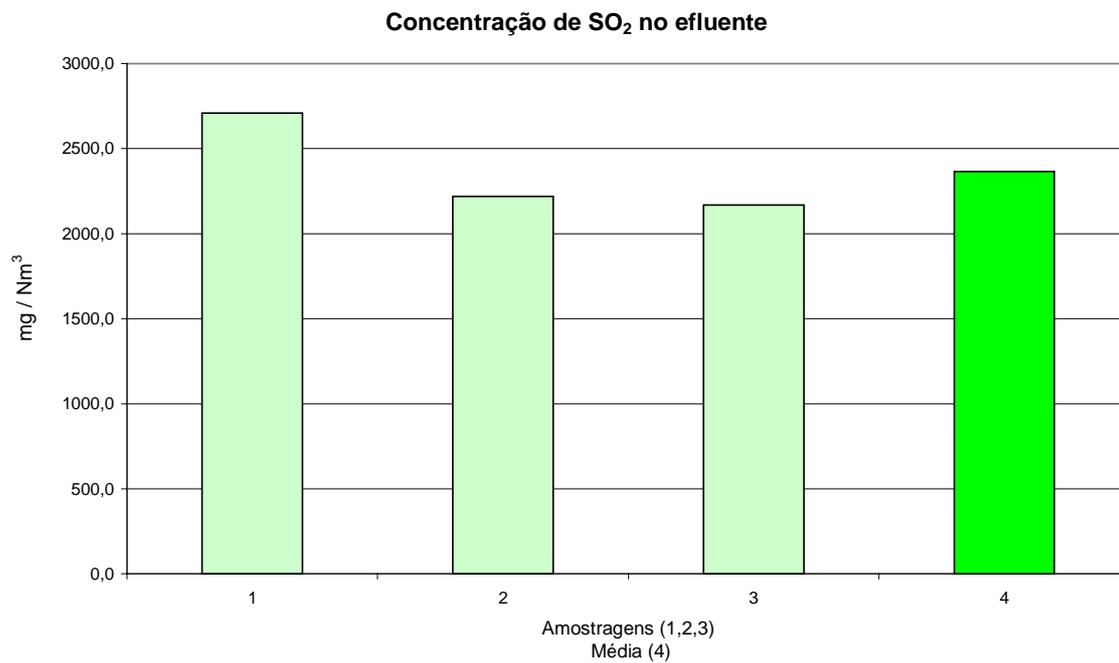
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 2011

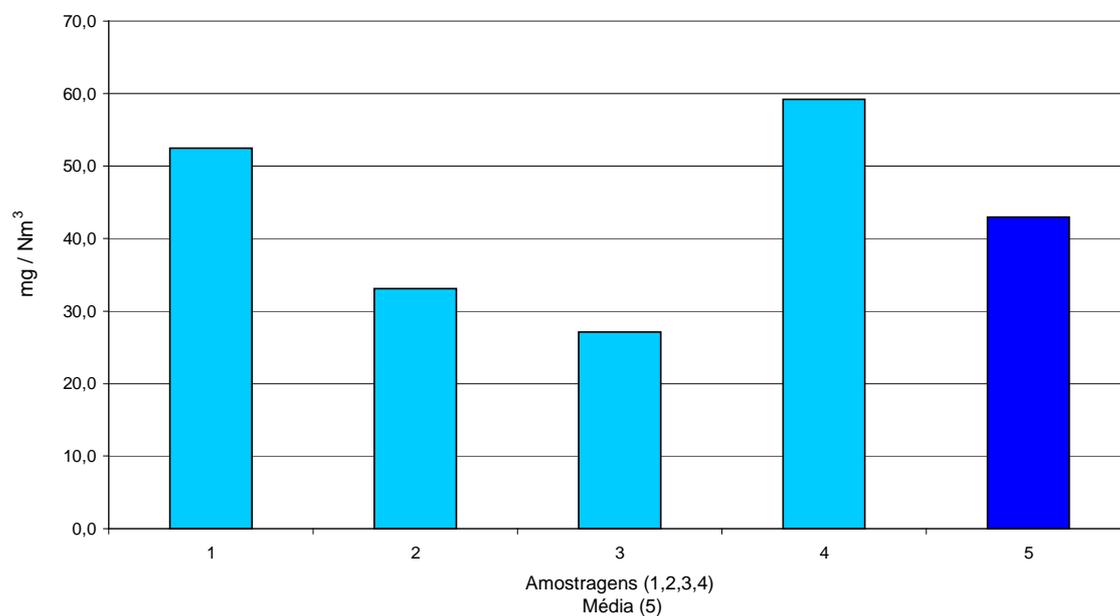


Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 2011

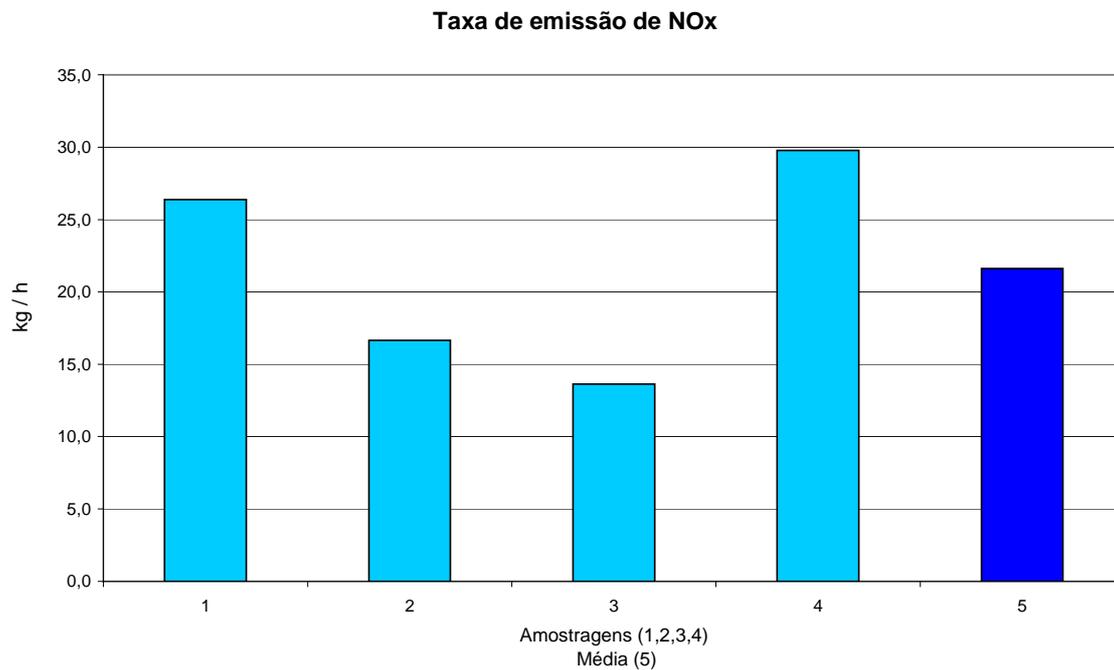
6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	502967,8				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	52,4582	33,1154	27,1035	59,2164	42,9734
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	26,3848	16,6560	13,6322	29,7840	21,6142

Concentração de NO_x no efluente



Relatório de Ensaio N.º 223.500 / 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 223.500 / 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 223.500 / 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			10/06/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,39 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,18		7 mm		0,99		0,836
Início			Fim			13:20			
						14:24			
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	-	33,44	17	16	106	363138,400
2	5	69,6	8,50	-19,00	35,53	18	16	107	-
3	5	141,2	9,50	-	39,71	18	17	109	-
4	5	335,8	10,50	-20,00	43,89	19	17	110	-
5	5	407,4	10,00	-	41,80	19	17	108	-
6	5	456,0	9,00	-20,00	37,62	20	18	106	363756,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	33,44	20	18	107	363756,800
2	5	69,6	8,50	-19,50	35,53	21	18	108	-
3	5	141,2	9,00	-	37,62	21	19	108	-
4	5	335,8	10,50	-19,50	43,89	21	19	110	-
5	5	407,4	10,00	-	41,80	22	19	111	-
6	5	456,0	9,00	-20,50	37,62	22	19	109	364345,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,208	-19,750	38,491	19,8	17,8	108,3	1207,400

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	11	11	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	16	°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

ISATEC

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 10/06/11	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%	578,30	583,81	5,51
2	200	H2O2 5%	728,51	745,03	16,52
3	200	H2O2 5%	720,70	730,97	10,27
4	-	Sílica	679,39	683,49	4,10
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2706,90	2743,30	36,40

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	6,5	6,7	6,8	6,7	32	2,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	12,6	12,5	12,3	12,5	44	5,5
N ₂	80,9	80,8	80,9	80,9	28	22,6
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,26

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0710	g	de	MP	Certificado nº	223.499; 223.467
331,27	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.502; 223.465
2986,52	mg	de	SO2	Certificado nº	223.505; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	56	63,4168	63,9018	0,4850
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4850

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 10/06/11	NÚMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 36,400	(R) Tc = 686,85	("Hg)Patm= 29,390	("H ₂ O)Pest= -0,778	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 525,83	("H ₂ O)ΔH= 1,515	(ft ³) Vm = 42,639	Cp = 0,836	(m) ΘC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 30,261	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,601	(min) @ = 60	
(mg)MP = 556,000	(mg)H ₂ SO ₄ = 331,268	(mg)SO ₂ = 2986,515		

Pc = Pressão na chaminé	29,333	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,501	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,279	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,456	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,039		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,777		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2286,871	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,617	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	101,58	%	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	747369,765	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	504009,770	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,103	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	504,18	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	254,113	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	300,39	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	151,402	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2708,18	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1364,951	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			10/06/11		2		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,39 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Renan Morais			4,18		7 mm		0,99		0,836	
							Início		15:10	
							Fim		16:16	
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	-	35,53	19	17	107	364345,200	
2	5	69,6	8,50	-19,50	35,53	20	18	108	-	
3	5	141,2	9,00	-	37,62	21	18	108	-	
4	5	335,8	10,50	-20,50	43,89	21	19	110	-	
5	5	407,4	10,00	-	41,80	22	19	110	-	
6	5	456,0	9,00	-20,00	37,62	22	19	109	364957,400	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	7,50	-	31,35	23	20	108	364957,400	
2	5	69,6	8,50	-19,00	35,53	23	20	110	-	
3	5	141,2	9,00	-	37,62	24	20	112	-	
4	5	335,8	10,50	-18,50	43,89	24	21	112	-	
5	5	407,4	10,00	-	41,80	24	21	111	-	
6	5	456,0	8,50	-20,00	35,53	25	21	110	365557,400	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	9,125	-19,583	38,143	22,3	19,4	109,6	1212,200	

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	10	11	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 10/06/11	NUMERO 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%	658,76	664,23	5,47
2	200	H2O2 5%	713,54	731,78	18,24
3	200	H2O2 5%	722,87	734,31	11,44
4	-	Sílica	751,68	756,42	4,74
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2846,85	2886,74	39,89

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	6,6	6,6	7,0	6,7	32	2,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	12,5	12,5	12,1	12,4	44	5,4
N ₂	80,9	80,9	80,9	80,9	28	22,7
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,25

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0500	g	de	MP	Certificado nº	223.500; 223.467
344,02	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.503; 223.465
2439,59	mg	de	SO2	Certificado nº	223.506; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	9	80,0988	80,5495	0,4507
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4507

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	10/06/11	2

(g) MH ₂ O =	39,890	(R) Tc =	689,25	("Hg)Patm=	29,390	("H ₂ O)Pest=	-0,771	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	529,58	("H ₂ O)ΔH=	1,502	(ft ³) Vm =	42,808	Cp =	0,836	(m) ΘC =	4,77
FCM =	0,99	Pms =	30,248	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,599	(min) @ =	60		
(mg)MP =	500,700	(mg)H ₂ SO ₄ =	344,018	(mg)SO ₂ =	2439,585				

Pc =	Pressão na chaminé	29,333	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,500	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,506	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	55,472	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	29,719		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2282,423	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	11,595	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	745916,096	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	499327,708	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,099	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	455,48	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	227,434	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	312,95	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	156,264	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2219,26	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1108,136	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			10/06/11		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,39 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,18		7 mm		0,99		0,836
Início			Fim			17:05			
						18:09			
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	-	33,44	21	18	105	365564,400
2	5	69,6	8,50	19,50	35,53	22	19	107	-
3	5	141,2	9,50	-	39,71	23	19	108	-
4	5	335,8	10,00	-20,00	41,80	23	20	110	-
5	5	407,4	11,00	-	45,98	24	20	109	-
6	5	456,0	9,00	-19,50	37,62	24	21	108	366176,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	33,44	25	21	106	366176,400
2	5	69,6	8,00	-18,00	33,44	25	22	106	-
3	5	141,2	9,50	-	39,71	26	22	108	-
4	5	335,8	10,50	-19,50	43,89	26	23	110	-
5	5	407,4	11,00	-	45,98	26	23	111	-
6	5	456,0	9,00	-20,00	37,62	27	23	108	366783,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,333	-12,917	39,013	24,3	20,9	108,0	1219,000

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	11	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 10/06/11	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%	689,45	696,73	7,28
2	200	H2O2 5%	709,33	726,58	17,25
3	200	H2O2 5%	716,37	726,44	10,07
4	-	Sílica	753,26	759,04	5,78
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2868,41	2908,79	40,38

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	6,7	6,5	6,5	6,6	32	2,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	12,5	12,6	12,6	12,6	44	5,5
N ₂	80,8	80,9	80,9	80,9	28	22,6
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,27

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1227	g	de	MP	Certificado nº	223.501; 223.467
293,02	mg	de	H2SO4	Certificado nº	223.504; 223.465
2383,59	mg	de	SO2	Certificado nº	223.507; 223.466

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	10	79,0661	79,5338	0,4677
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4677

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 10/06/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 40,380	(R) Tc = 686,40	("Hg)Patm= 29,390	("H ₂ O)Pest= -0,509	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 532,73	("H ₂ O)ΔH= 1,536	(ft ³) Vm = 43,048	Cp = 0,836	(m) ØC = 4,77
FCM = 0,99	Pms = 30,273	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,605	(min) @ = 60	
(mg)MP = 590,400	(mg)H ₂ SO ₄ = 293,018	(mg)SO ₂ = 2383,585		

Pc = Pressão na chaminé	29,353	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,503	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,525	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,193	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	29,736		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2301,116	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	11,690	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	100,92	%	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	752025,023	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	505565,942	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,099	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	537,21	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	271,597	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	266,62	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	134,794	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2168,86	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1096,501	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 CGTEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 10/06/11
-------------------------	------------------------------------	-------------------------

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	10/06/2011	Data	10/06/2011	Data	10/06/2011	Data	10/06/2011
Hora	12:35	Hora	12:40	Hora	12:45	Hora	12:50
Pressão Atmosférica inicial	746,5 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	346,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	346,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	346,5 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	346,5 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	13/06/2011	Data	13/06/2011	Data	13/06/2011	Data	13/06/2011
Hora	08:15	Hora	08:20	Hora	08:25	Hora	08:30
Pressão Atmosférica Final	765,1 mmHg						
Pressão final do Frasco	15 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	755,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,1 mmHg
Temperatura final do Frasco	21 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	56,83 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	36,48 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	29,1 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	62,75 µg
Cert Ensaio N°	223.508; 223.472	Cert Ensaio N°	223.509; 223.472	Cert Ensaio N°	223.510; 223.472	Cert Ensaio N°	223.511; 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)	1083,34 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1101,6 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1073,66 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1059,67 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})	52,458 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	33,115 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	27,103 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	59,216 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 _{ae})	502968 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	502968 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	502968 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	502968 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	26,385 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	16,656 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	13,632 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	29,784 Kg/h

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

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

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

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