

RELATÓRIO DE ENSAIO

224.230 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 01 de Julho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO_x, SO₂, NÉVOAS DE SO₃ E H₂SO₄



EMPRESA: CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA
DE ENERGIA ELÉTRICA

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira I – Chaminé.

DATA: 01 de Julho de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira I na Chaminé para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_x, SO₂, névoas de SO₃ e H₂SO₄.

2. METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

As coletas de amostras e determinações foram executadas conforme normas da EPA (Environmental Protection Agency - USA), da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo) e da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Os métodos observados foram os seguintes:

- Determinação de pontos de Amostragem em DCFE (Duto ou Chaminé de Fonte Estacionária)
CETESB – L9.221 – Jul/90 # EPA - Method 1 – Fev/2000 # NBR 10701 – Jul/89
- Determinação da velocidade e da vazão dos gases em DCFE
CETESB – L9.222 – Mai/92 # EPA – Method 2 – Fev/2000 # NBR 11966 – Jul/89
- Determinação da massa molecular seca do fluxo de gases em DCFE
CETESB – L9.223 – Jun/92 # EPA – Method 3 – Ago/03# NBR 10702 – Jul/89
- Determinação da umidade dos efluentes em DCFE
CETESB – L9.224 – Ago/30 # EPA – Method 4 – Fev/2000 # NBR 11967 – Jul/89
- Determinação de material particulado em DCFE
CETESB – L9.217 – Nov/89 # EPA – Method 17 – Fev/2000 # NBR 12827 – Set/93
- Determinação de SO₂ e névoas de SO₃ e H₂SO₄ em DCFE
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO_x em DCFE
CETESB – L9.229 – Out/92 # EPA – Method 7– Fev/2000

3. EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM:

- Coletor isocinético de Poluentes Atmosféricos – CIPA – Energética
- Analisador de Combustão e Monitor Ambiental de Emissões – Tempest 50

Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

4. DADOS DA CHAMINÉ/DUTO:

- | | |
|--|---------------|
| ➤ Formato da chaminé/duto: | Circular |
| ➤ Diâmetro da Chaminé: | 4,77 m |
| ➤ Distância após o ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 2 Diâmetros |
| ➤ Distância antes do ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 8 Diâmetros |
| ➤ Número de pontos da seção transversal: | 06 pontos |

5. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E DE COLETA

- Durante o período das medições, a Unidade funcionou, segundo informações da Empresa, nas condições usuais de trabalho.
- As coletas e medições foram realizadas utilizando-se um equipamento completo para amostragens de gases e particulados.
- As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da ISATEC – Rio Grande/RS.
- Os trabalhos de coleta e medição foram realizados pelos técnicos da ISATEC na presença de representantes da CGTEE.
- A preparação dos filtros e frascos lavadores, bem como a recuperação das amostras foram realizados nas dependências da CGTEE.
- Os resultados desta amostragem são válidos para o dia e condições operacionais praticados nesta ocasião.

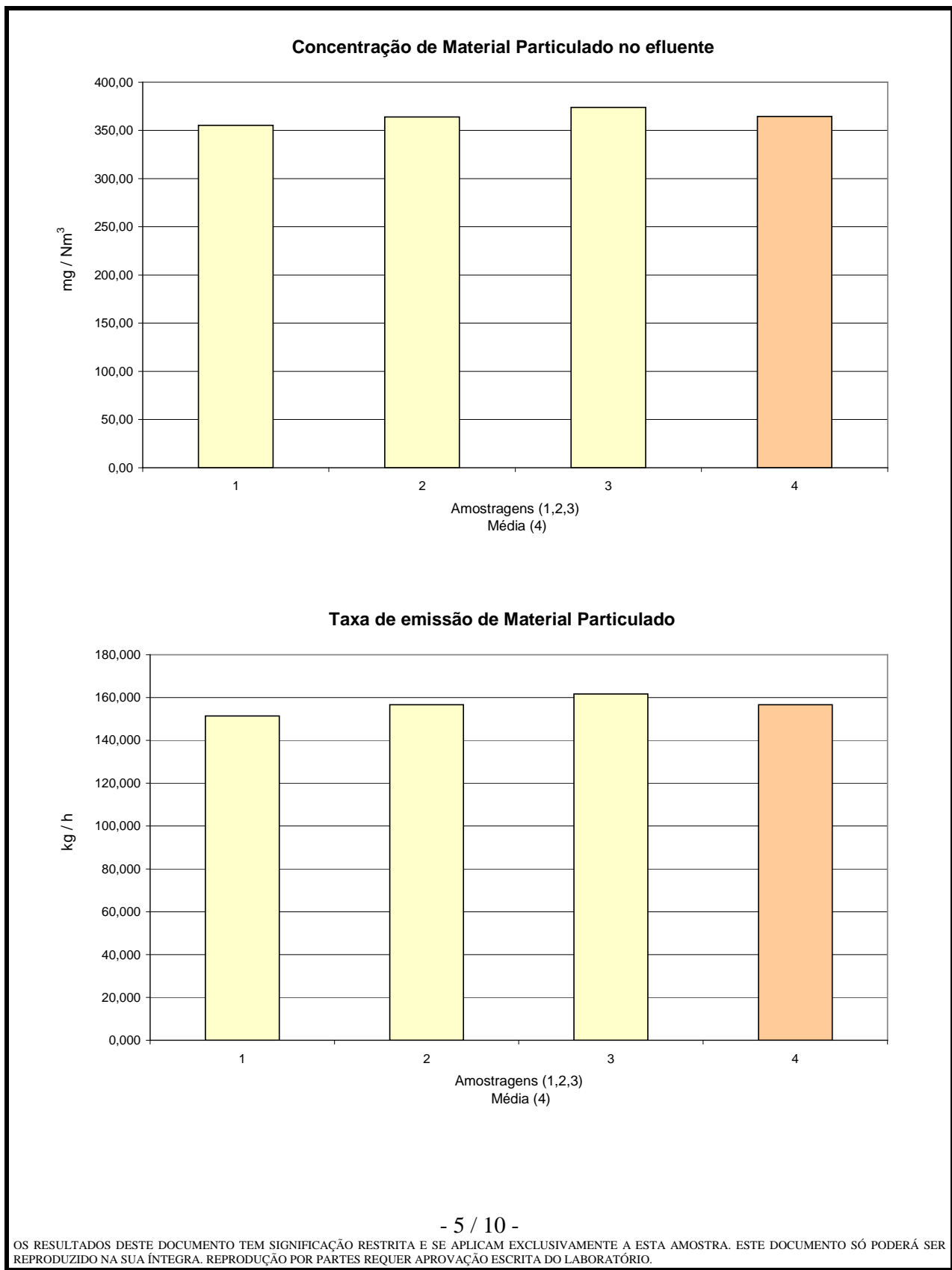
Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

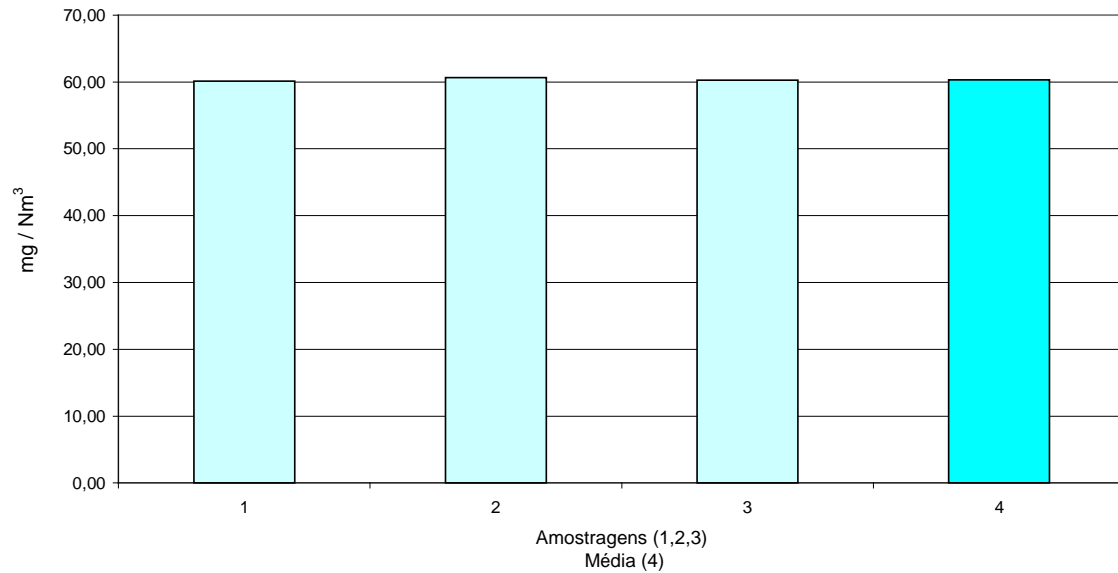
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	01/07/11	01/07/11	01/07/11	-
Hora início da amostragem	h:min	12:30	14:15	16:00	-
Hora de término da amostragem	h:min	13:35	15:20	17:05	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	111,7	111,8	111,6	111,7
Pressão na chaminé	"Hg	29,56	29,56	29,56	29,56
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,76	29,77	29,77	29,77
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	2,77	2,87	2,91	2,85
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	53,26	53,88	54,19	53,77
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,049	0,051	0,051	0,050
Peso molecular base úmida		29,361	29,340	29,331	29,344
Velocidade na chaminé	ft / min	1956,71	1977,53	1987,22	1973,82
Velocidade na chaminé	m / s	9,94	10,05	10,10	10,03
Área da Boquilha	ft ²	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048
Isocinetismo	%	100,36	100,57	100,71	100,55
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	639470,17	646274,93	649440,34	645061,82
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	426236,40	430149,16	432249,24	429544,93
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0578	1,0698	1,0764	1,0680
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	355,18	364,01	373,94	364,38
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	151,392	156,578	161,634	156,535
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	60,12	60,65	60,27	60,348
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	25,627	26,087	26,053	25,923
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	1579,80	1834,56	1453,13	1622,50
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	673,369	789,136	628,115	696,873

Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

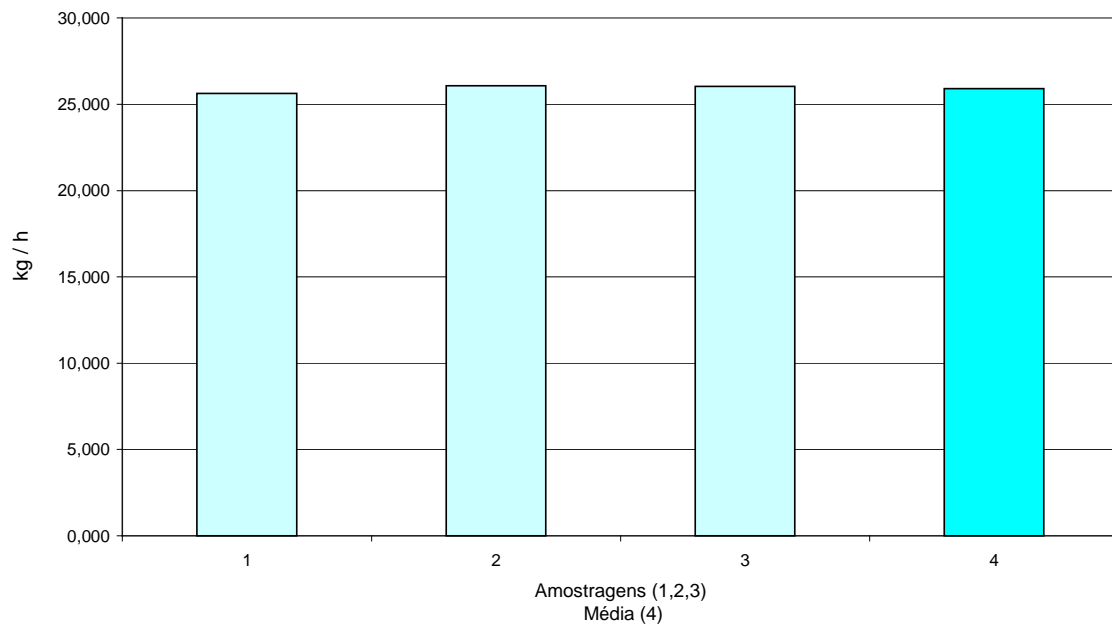


Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

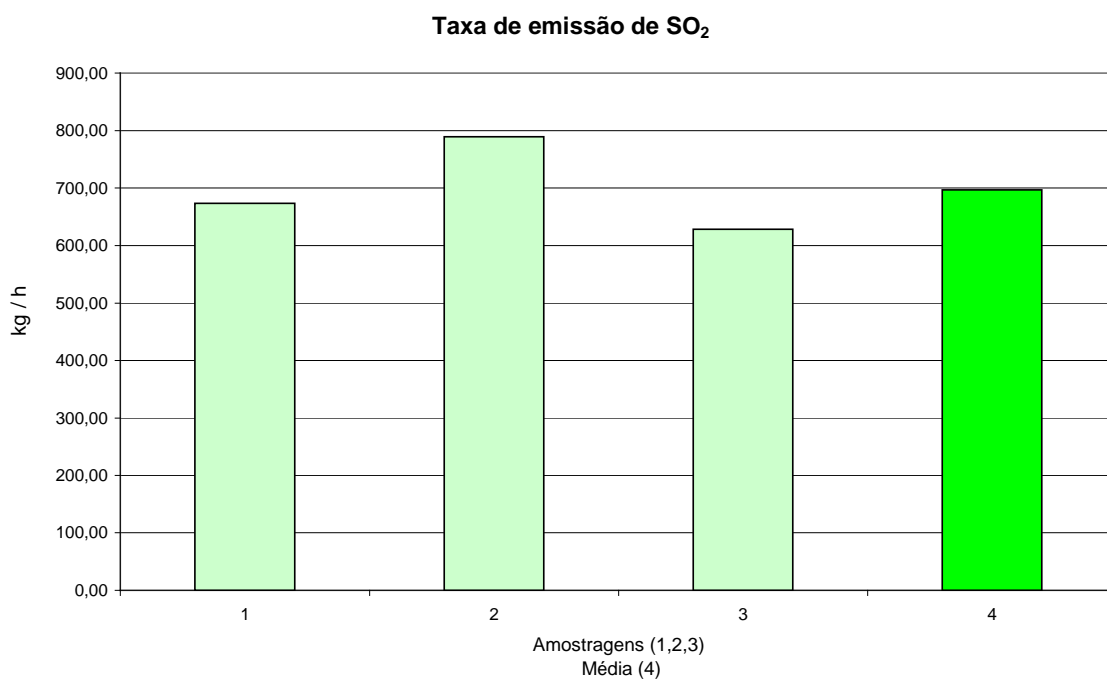
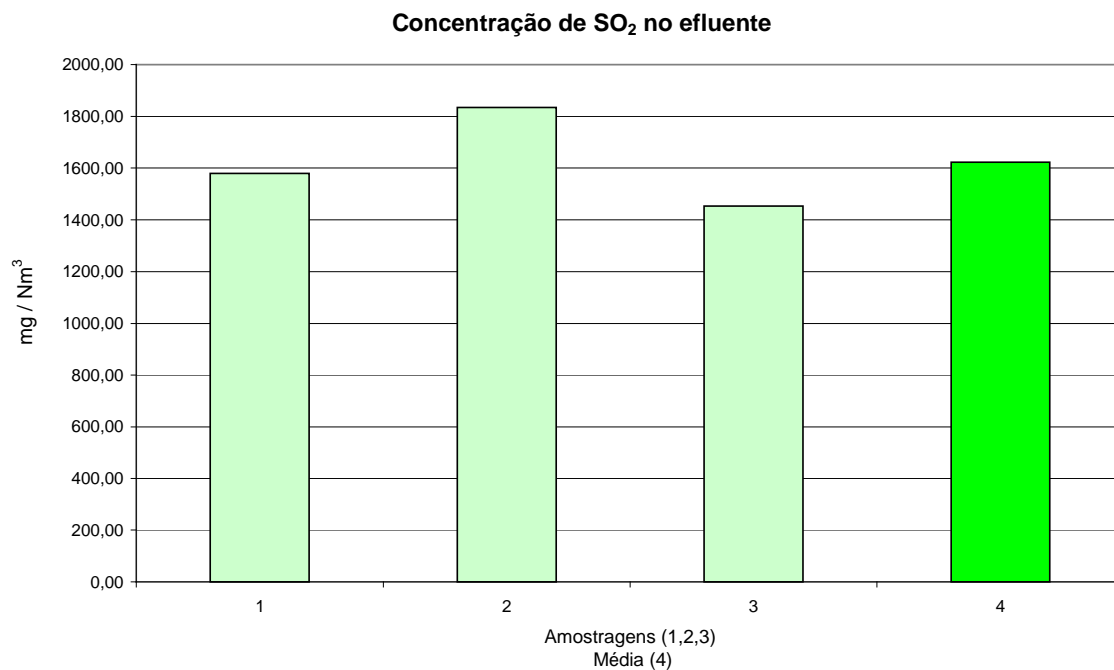
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



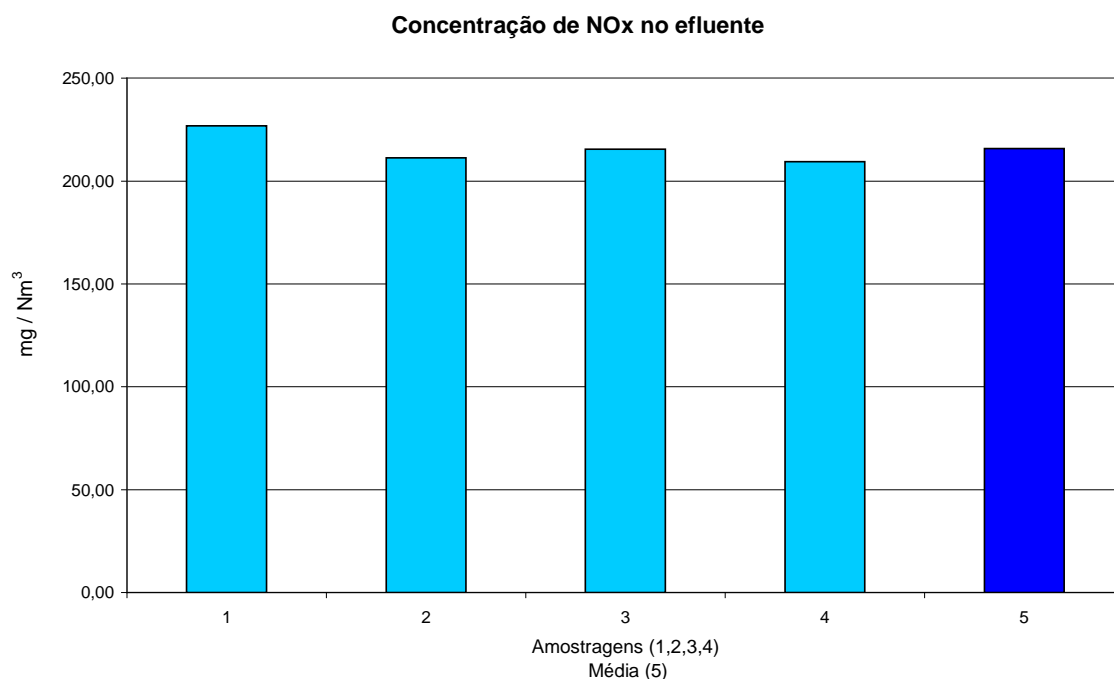
Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011



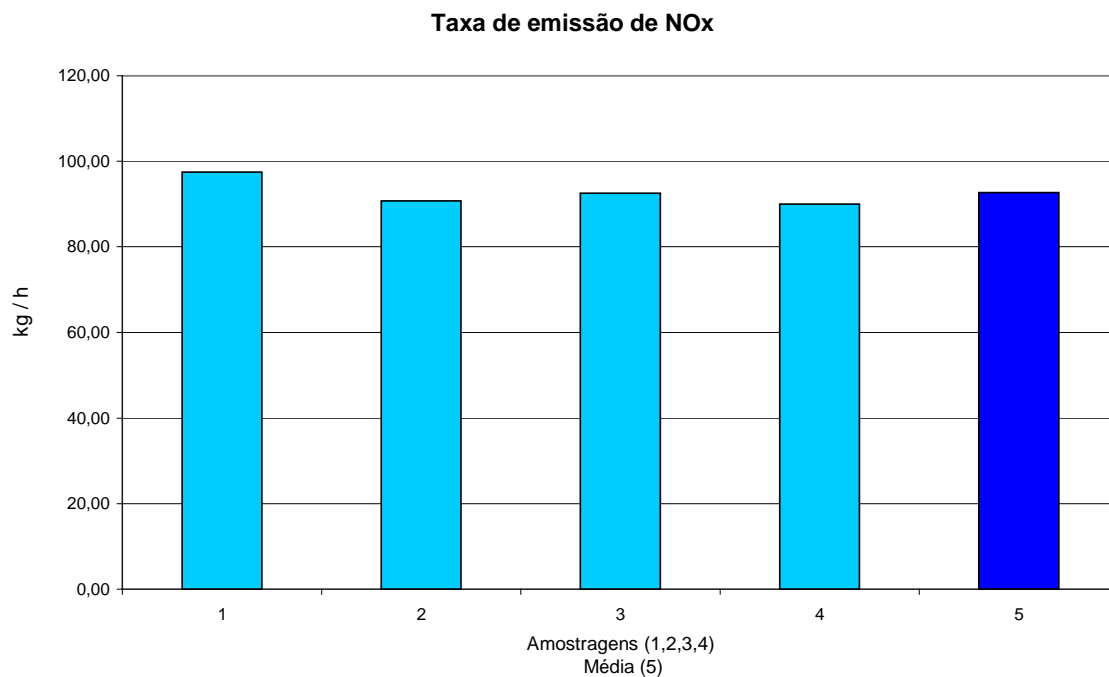
Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	429544,9				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	226,8182	211,2375	215,4973	209,4836	215,7592
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	97,4286	90,7360	92,5658	89,9826	92,6782



Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011



ANEXOS

Em anexo se encontram as seguintes folhas:

- Planilhas de Preparação e Retomada do Material de Coleta
- Folhas de Amostragem de Campo
- Planilhas de Cálculo das amostragens de chaminé
- AFT –Anotação de função técnica do responsável.

Relatório de Ensaio N.º 224.230 / 2011

Rio Grande, 26 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 224.230 / 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 1 - Chaminé			01/07/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,63 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM	Cp	Início		
Luiz Zolair			7,5 mm		1,001	0,852	12:30		
							Fim		
							13:35		
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	0,23	-	1,66	11	9	111	330,950
2	5	69,6	0,26	-0,97	1,87	13	10	111	-
3	5	141,2	0,28	-	2,02	15	11	111	-
4	5	335,8	0,27	-0,98	1,94	16	12	112	-
5	5	407,4	0,26	-	1,87	17	13	112	-
6	5	456,0	0,23	-0,97	1,66	18	14	112	350,640
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,22	-	1,58	17	14	112	350,640
2	5	69,6	0,24	-0,98	1,73	19	15	112	-
3	5	141,2	0,29	-	2,09	21	16	112	-
4	5	335,8	0,28	-0,98	2,02	22	17	112	-
5	5	407,4	0,24	-	1,73	23	18	112	-
6	5	456,0	0,22	-0,98	1,58	24	19	111	370,660
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,252	-0,977	1,812	18,0	14,0	111,7	39,710

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	6	7	7	8	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	11	°C	Temperatura no Gasometro entrada	9	°C
			Temperatura no Gasometro saída	9	°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 1 - Chaminé	DATA 01/07/11	NÚMERO 1
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g <	499,96	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	611,21	614,29	3,08
2	200	H2O2 5%	749,43	772,74	23,31
3	200	H2O2 5%	750,29	757,17	6,88
4	-	Silica Gel	725,86	736,77	10,91
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2836,79	2880,97	44,18

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,2	10,3	10,3	10,3	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,7	9,6	9,6	9,6	44	4,2
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,95

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0045	g	de	MP	Certificado nº	224.226
63,60	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224.229; 224.236
1671,06	mg	de	SO2	Certificado nº	224.232; 224.237

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	45	63,1358	63,507	0,3712
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3712

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 1 - Chaminé	DATA 01/07/11	NÚMERO 1
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 44,180	(R) Tc = 693,00	("Hg)Patm= 29,630	("H ₂ O)Pest= -0,977	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 520,80	("H ₂ O)ΔH= 1,812	(ft ³) Vm = 39,710	Cp = 0,852	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,952	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,501	(min) @ = 60	
(mg)MP = 375,700	(mg)H ₂ SO ₄ = 63,598	(mg)SO ₂ = 1671,060		

Pc = Pressão na chaminé	29,558	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,763	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,770	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	53,260	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,049		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,361		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1956,710	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	9,940	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	100,36	%	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	639470,171	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	426236,399	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,058	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	355,18	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	151,392	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	60,12	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	25,627	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1579,80	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	673,369	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 1 - Chaminé			01/07/11		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,63 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Luiz Zolair			7,5 mm		1,001		0,852		14:15
									Fim
									15:20
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	0,23	-	1,66	14	12	111	371,210
2	5	69,6	0,26	-0,97	1,87	16	13	111	
3	5	141,2	0,29	-	2,09	18	15	112	
4	5	335,8	0,27	-0,99	1,94	20	16	112	
5	5	407,4	0,26	-	1,87	21	17	111	
6	5	456,0	0,23	-0,97	1,66	22	18	111	390,430
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,23	-	1,66	21	18	111	-390,430
2	5	69,6	0,26	-0,98	1,87	23	19	112	
3	5	141,2	0,28	-	2,02	25	20	112	
4	5	335,8	0,28	-0,98	2,02	27	21	112	
5	5	407,4	0,26	-	1,87	28	22	113	
6	5	456,0	0,23	-0,98	1,66	29	23	113	411,910
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,257	-0,978	1,848	22,0	17,8	111,8	40,700

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	8	8	9	10	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	-	°C	Temperatura no Gasometro entrada	-	°C
			Temperatura no Gasometro saída	-	°C

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan04

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

ISATEC

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 - Chaminé	DATA 01/07/11	NÚMERO 2
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	581,49	584,34	2,85
2	200	H2O2 5%	724,25	747,73	23,48
3	200	H2O2 5%	735,62	742,65	7,03
4	-	Silica Gel	718,39	730,82	12,43
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2759,75	2805,54	45,79

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,3	10,4	10,3	10,3	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,5	9,6	9,6	44	4,2
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,94

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0003	g	de	MP	Certificado nº	224.227
64,88	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224.230; 224.236
1962,53	mg	de	SO2	Certificado nº	224.233; 224.237

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	52	66,9245	67,3136	0,3891
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3891

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 1 - Chaminé	01/07/11	2

(g) MH ₂ O =	45,790	(R) Tc =	693,15	("Hg)Patm=	29,630	("H ₂ O)Pest=	-0,978	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	527,85	("H ₂ O)ΔH=	1,848	(ft ³) Vm =	40,700	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,944	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,506	(min) @ =	60		
(mg)MP =	389,400	(mg)H ₂ SO ₄ =	64,878	(mg)SO ₂ =	1962,530				

Pc =	Pressão na chaminé	29,558	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,766	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,871	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	53,875	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,051		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,340		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1977,532	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	10,046	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	646274,934	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	430149,159	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,070	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	364,01	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	156,578	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	60,65	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	26,087	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1834,56	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	789,136	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



PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira 1 - Chaminé			01/07/11		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,63 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM	Cp	Início		
Luiz Zolair			7,5 mm		1,001	0,852	16:00		
							Fim		
							17:05		
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	0,23	-	1,66	18	16	112	412,480
2	5	69,6	0,26	-0,97	1,87	20	17	112	
3	5	141,2	0,29	-	2,09	22	18	112	
4	5	335,8	0,28	-0,98	2,02	24	19	112	
5	5	407,4	0,26	-	1,87	26	20	112	
6	5	456,0	0,23	-0,97	1,66	27	21	111	433,060
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,24	-	1,73	26	21	111	433,060
2	5	69,6	0,26	-0,97	1,87	28	22	111	
3	5	141,2	0,28	-	2,02	30	23	111	
4	5	335,8	0,28	-0,99	2,02	31	24	111	
5	5	407,4	0,26	-	1,87	32	25	112	
6	5	456,0	0,24	-0,97	1,73	33	26	112	453,960
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,259	-0,975	1,866	26,4	21,0	111,6	41,480

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	8	8	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Teste de Vazamento do Pitot

Início	OK	Fim	OK
--------	----	-----	----

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	-	°C	Temperatura no Gasometro entrada	-	°C
			Temperatura no Gasometro saída	-	°C

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan07

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



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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 - Chaminé	DATA 01/07/11	NÚMERO 3
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Moreira**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Moreira**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool Isopropilico 80%	608,75	611,50	2,75
2	200	H2O2 5%	747,43	771,97	24,54
3	200	H2O2 5%	751,19	758,55	7,36
4	-	Silica Gel	729,72	741,56	11,84
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2837,09	2883,58	46,49

Composição do Gases

Responsável **Everson Moreira**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	10,3	10,4	10,4	10,4	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,5	9,5	9,5	44	4,2
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,94

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0062	g	de	MP	Certificado nº	224.228
64,88	mg	de	H2SO4	Certificado nº	224.231; 224.236
1564,13	mg	de	SO2	Certificado nº	224.234; 224.237

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	68	65,0921	65,4884	0,3963
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3963

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 1 - Chaminé	01/07/11	3

(g) MH ₂ O =	46,490	(R) Tc =	692,85	("Hg)Patm=	29,630	("H ₂ O)Pest=	-0,975	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	534,68	("H ₂ O)ΔH=	1,866	(ft ³) Vm =	41,480	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,940	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,509	(min) @ =	60		
(mg)MP =	402,500	(mg)H ₂ SO ₄ =	64,878	(mg)SO ₂ =	1564,130				

Pc =	Pressão na chaminé	29,558	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,767	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,914	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	54,185	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,051		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,331		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1987,217	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	10,095	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	649440,341	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	432249,235	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,076	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	373,94	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	161,634	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	60,27	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	26,053	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1453,13	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	628,115	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 CGTEE	LOCAL Caldeira 1 - Chaminé	DATA 01/07/11
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	81194/04	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 008	Identificação do Frasco	M 009	Identificação do Frasco	M 010	Identificação do Frasco	M 011
Volume do Frasco (Vf)	2241,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2256,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2235,0 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	01/07/2011	Data	01/07/2011	Data	01/07/2011	Data	01/07/2011
Hora	17:30	Hora	17:35	Hora	17:40	Hora	17:45
Pressão Atmosférica inicial	752,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	752,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	752,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	752,6 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)	352,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	352,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	352,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	352,6 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	11 °C	Temperatura inicial do Frasco	11 °C	Temperatura inicial do Frasco	11 °C	Temperatura inicial do Frasco	11 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	284 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	284 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	284 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	284 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	02/07/2011	Data	02/07/2011	Data	02/07/2011	Data	02/07/2011
Hora	09:30	Hora	09:35	Hora	09:40	Hora	09:45
Pressão Atmosférica Final	761 mmHg	Pressão Atmosférica Final	761 mmHg	Pressão Atmosférica Final	761 mmHg	Pressão Atmosférica Final	761 mmHg
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	756 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	756 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	756 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	756 mmHg
Temperatura final do Frasco	10 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	258,26 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	239,76 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	247,03 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	237,78 µg
Cert Ensaio N°	224.238	Cert Ensaio N°	224.239	Cert Ensaio N°	224.240	Cert Ensaio N°	224.241
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)	1138,62 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1135,03 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1146,33 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1135,08 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})	226,818 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	211,237 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	215,497 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	209,484 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx	
Vazão (V _{aecnbs})	429545 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	429545 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	429545 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	429545 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	97,429 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	90,736 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	92,566 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	89,983 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan10