

RELATÓRIO DE ENSAIO

232.070 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 07 de março de 2012.

**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 IV.

DATA: 07 de março de 2012.

Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira IV 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 232.070 / 2012

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.

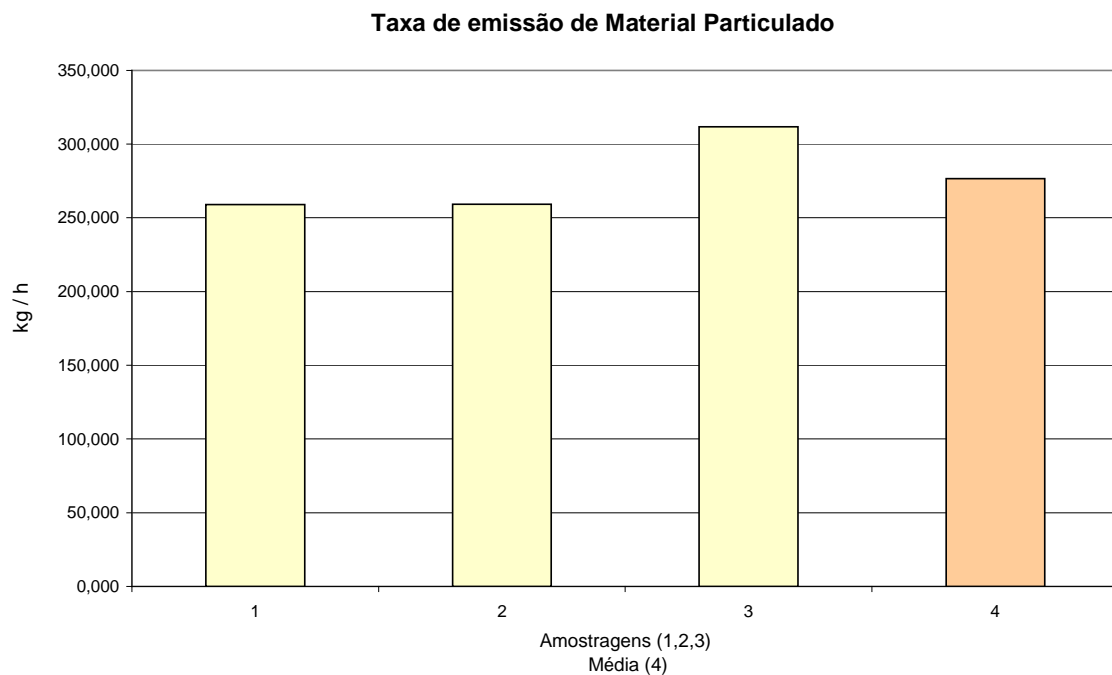
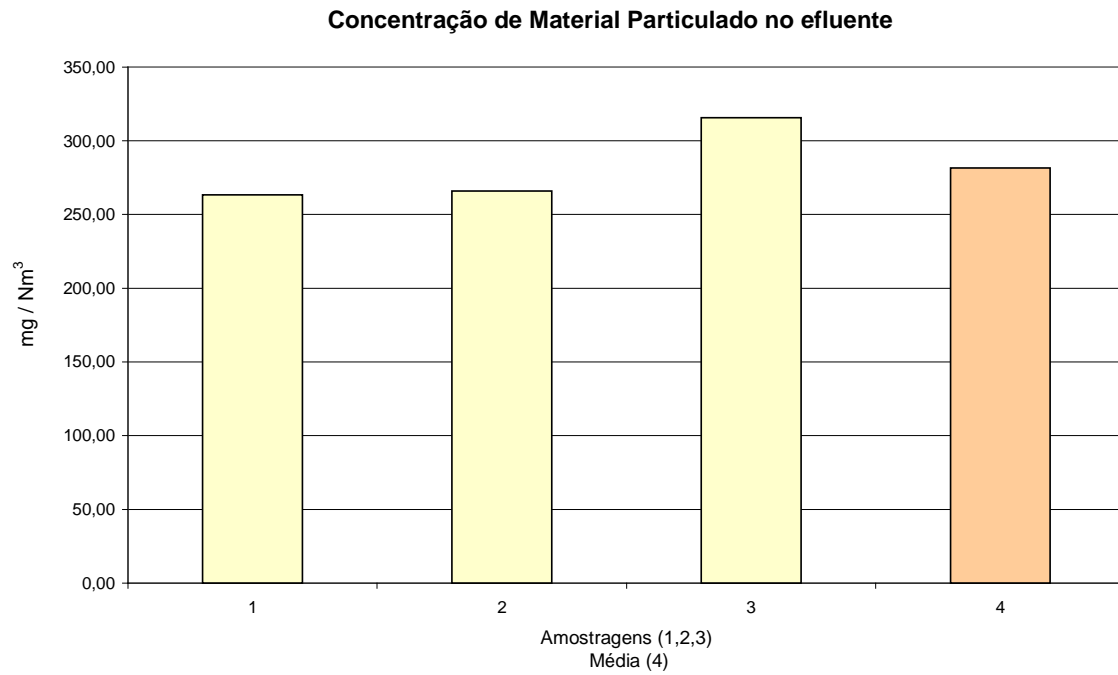
Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

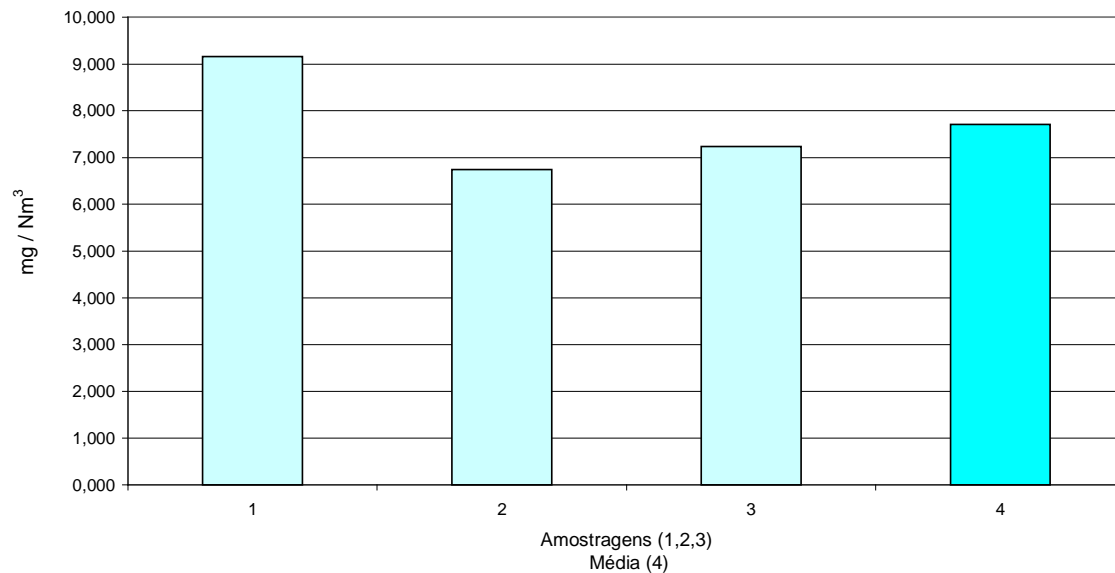
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	07/03/12	07/03/12	07/03/12	-
Hora início da amostragem	h:min	14:55	16:35	18:05	-
Hora de término da amostragem	h:min	16:02	17:41	19:10	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	164,1	163,5	162,6	163,4
Pressão na chaminé	"Hg	29,18	29,18	29,18	29,18
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,42	29,42	29,42	29,42
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,87	3,75	3,82	3,81
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	61,60	61,34	60,84	61,26
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,059	0,058	0,059	0,059
Peso molecular base úmida		29,229	29,254	29,248	29,243
Velocidade na chaminé	ft / min	5251,21	5188,43	5252,05	5230,56
Velocidade na chaminé	m / s	26,68	26,36	26,68	26,57
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021
Isocinetismo	%	98,33	98,94	97,08	98,11
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1716141,92	1695623,70	1716417,31	1709394,31
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	983897,39	975020,55	987534,77	982150,91
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0632	1,0601	1,0536	1,0590
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	263,26	265,82	315,58	281,55
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	259,020	259,177	311,650	276,615
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	9,16	6,74	7,24	7,711
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	9,009	6,571	7,147	7,576
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	927,53	1011,81	868,22	935,86
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	912,598	986,540	857,402	918,847

Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

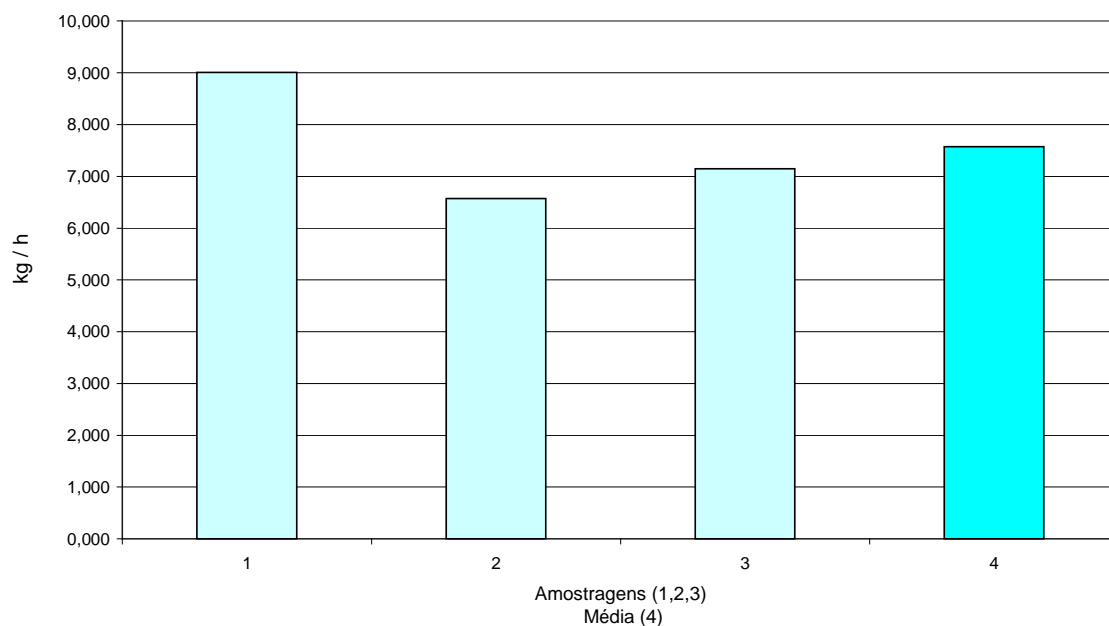


Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

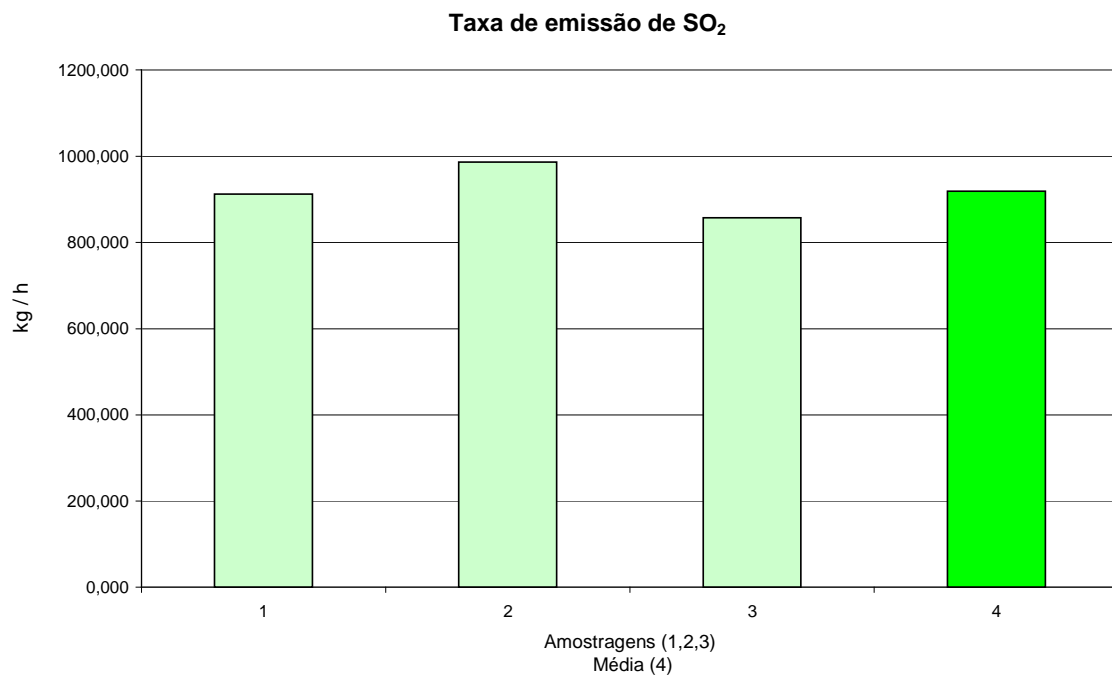
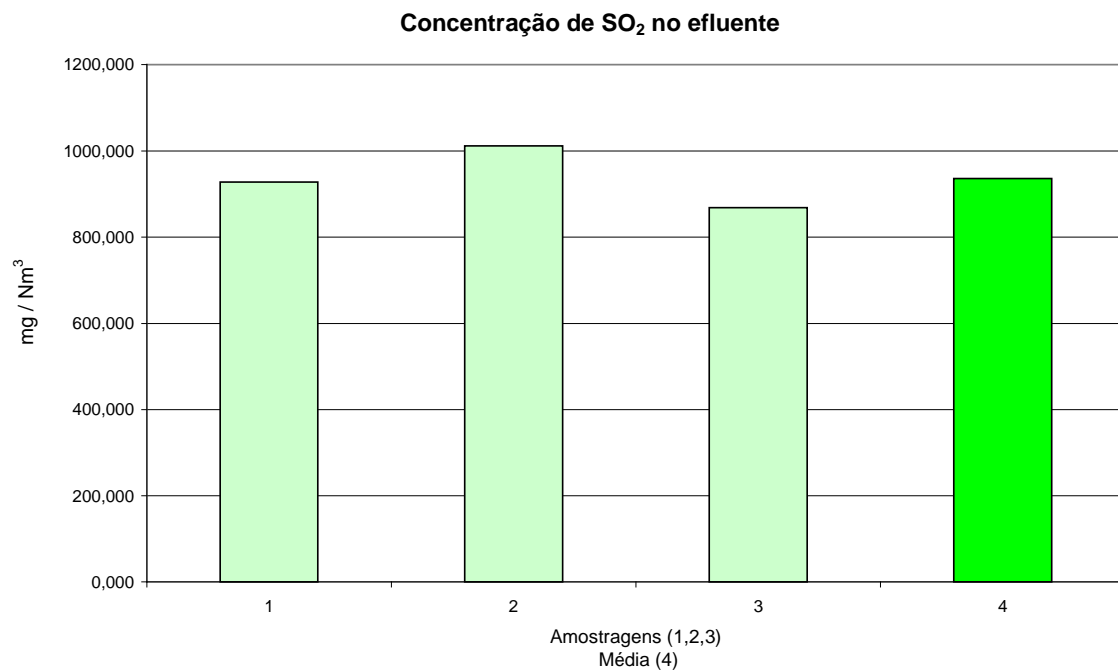
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

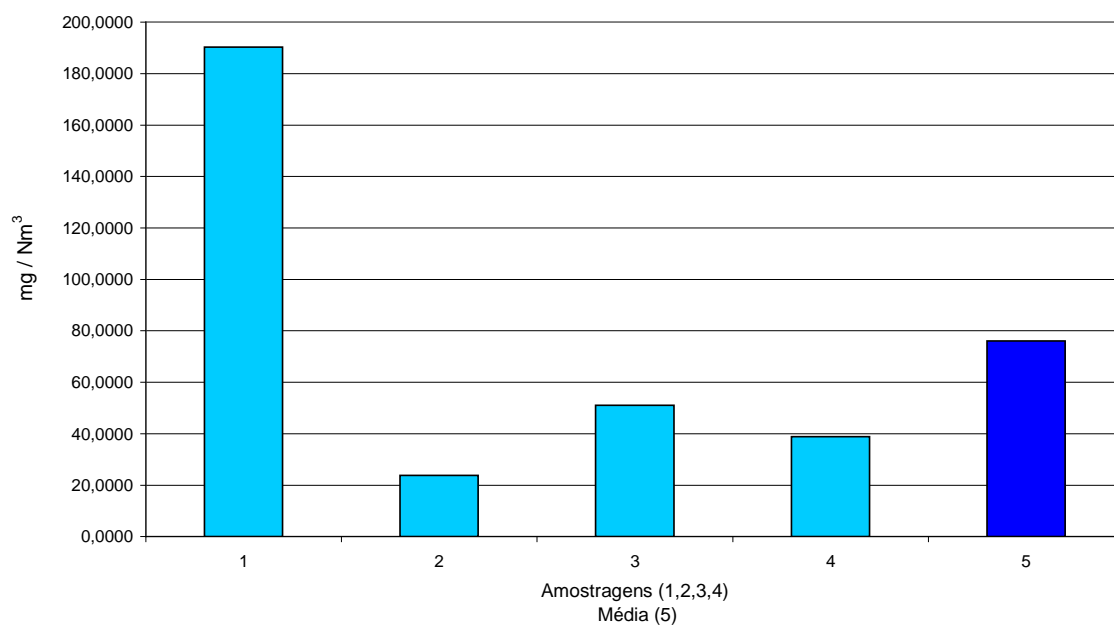


Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

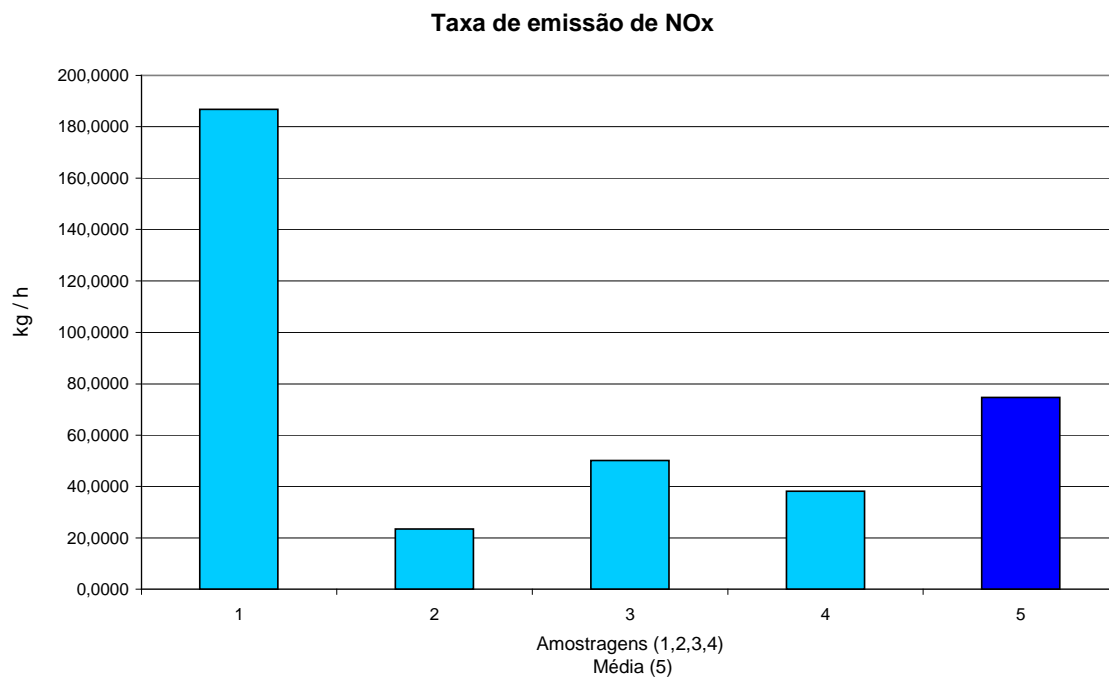
6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	982150,9				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	190,2353	23,8752	51,0260	38,9138	76,0126
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	186,8398	23,4491	50,1152	38,2192	74,6558

Concentração de NO_x no efluente



Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012



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

Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

Rio Grande, 15 de março de 2011.

FILIPPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: 05303202

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Eng. Químico
CRQ: 04354688
Coordenador Saybolt/Isatec
Rio Grande

- 10 / 10 -

OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO

Relatório de Ensaio N.º 232.070 / 2012

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira IV			07/03/12		1		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,30 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Renan Morais			1,05		5 mm		1		0,862	
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases	
						Entrada	Saída			
	min	cm	mm H2O	mm H2O	mm H2O	°C	°C	°C	litros	
1	5	21,0	38,00	-	39,90	30	29	164	163541,800	
2	5	69,6	40,00	-40,00	42,00	31	29	164	-	
3	5	141,2	40,00	-	42,00	32	29	164	-	
4	5	335,8	40,00	-42,00	42,00	32	30	164	-	
5	5	407,4	38,00	-	39,90	33	30	164	-	
6	5	456,0	36,00	-40,00	37,80	33	30	163	164156,600	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	38,00	-	39,90	34	31	164	164156,600	
2	5	69,6	38,00	-40,00	39,90	34	31	164	-	
3	5	141,2	40,00	-	42,00	35	31	164	-	
4	5	335,8	40,00	-42,00	42,00	35	32	165	-	
5	5	407,4	40,00	-	42,00	36	32	165	-	
6	5	456,0	38,00	-38,00	39,90	36	32	164	164749,600	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	38,833	-40,333	40,775	33,4	30,5	164,1	1207,800	

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	9	9	11	Sonda Rígida	EA 026
						Coluna U	EA 140
						Termopar Chaminé	EA 069
						Aparelho	EA 071
						Pitot	P 09
						Boquilha	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	30	°C	Temperatura no Gasometro entrada	29	°C
			Temperatura no Gasometro saída	29	°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 ESTACIONÁRIA **ISATEC**

PLANILHA 2 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 07/03/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g < 499,98 < 500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	715,61	722,62	7,01
2	200	H2O2 5%	687,59	717,83	30,24
3	200	H2O2 5%	709,45	719,01	9,56
4	-	Sílica	733,64	740,50	6,86
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2846,29	2899,96	53,67

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	10,0	9,9	10,0	10,0	32	3,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,6	9,6	9,6	44	4,2
N ₂	80,4	80,5	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,93

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0223	g	de	MP	Certificado nº	232.070 / 232.081
9,74	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.073 / 232.079
986,17	mg	de	SO2	Certificado nº	232.076 / 232.080

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	10	79,1343	79,3919	0,2576
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2576

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan02

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 IV	DATA 07/03/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 53,670	(R) Tc = 787,35	("Hg)Patm= 29,300	("H ₂ O)Pest= -1,588	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 549,53	("H ₂ O)ΔH= 1,605	(ft ³) Vm = 42,653	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,935	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,236	(min) @ = 60	
(mg)MP = 279,900	(mg)H ₂ SO ₄ = 9,735	(mg)SO ₂ = 986,165		

Pc = Pressão na chaminé	29,183	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,418	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,872	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	61,604	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,059		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,229		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5251,209	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,676	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	98,33	%	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	983897,394	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,063	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	263,26	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	259,020	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	9,16	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	9,009	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	927,53	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	912,598	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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 07/03/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,30 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 1,05	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 16:35	Fim 17:41	
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	36,00	-	37,80	33	31	164	164752,000
2	5	69,6	38,00	-40,00	39,90	33	31	164	-
3	5	141,2	40,00	-	42,00	34	31	164	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	42,00	34	32	164	-
5	5	407,4	36,00	-	37,80	35	32	164	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	37,80	35	32	163	165363,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	37,80	36	33	162	165363,800
2	5	69,6	38,00	-40,00	39,90	36	33	163	-
3	5	141,2	40,00	-	42,00	36	33	163	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	42,00	37	33	164	-
5	5	407,4	38,00	-	39,90	37	34	164	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	39,90	37	34	163	165963,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,000	-40,333	39,900	35,3	32,4	163,5	1211,800

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	11	12

Identificação dos equipamentos

Barômetro	EA 074
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	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 ESTACIONÁRI **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 07/03/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

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

Borbulhadores

Responsável **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	679,45	687,43	7,98
2	200	H2O2 5%	714,96	744,12	29,16
3	200	H2O2 5%	700,31	708,52	8,21
4	-	Sílica	734,02	740,71	6,69
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2828,74	2880,78	52,04

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	10,0	10,0	10,0	10,0	32	3,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,6	9,7	9,6	44	4,2
N ₂	80,4	80,4	80,3	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,94

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0330	g	de	MP	Certificado nº	232.071 / 232.081
7,15	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.074 / 232.079
1072,66	mg	de	SO2	Certificado nº	232.077 / 232.080

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	40	61,5143	61,7631	0,2488
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2488

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 IV	07/03/12	2

(g) MH ₂ O =	52,040	(R) Tc =	786,30	("Hg)Patm=	29,300	("H ₂ O)Pest=	-1,588	(mm) Θb =	5,00
(R) Tm =	552,90	("H ₂ O)ΔH=	1,571	(ft ³) Vm =	42,794	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,941	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,223	(min) @ =	60		
(mg)MP =	281,800	(mg)H ₂ SO ₄ =	7,145	(mg)SO ₂ =	1072,655				

Pc =	Pressão na chaminé	29,183	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,416	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,749	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	61,343	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,058		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,254		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	5188,426	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	26,357	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000211	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	975020,553	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,060	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	265,82	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	259,177	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	6,74	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	6,571	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1011,81	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	986,540	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 CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 07/03/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,30 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 1,05	Boquilha 5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 18:05	Fim 19:10
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	38,00	-	39,90	35	33	163	165968,400
2	5	69,6	38,00	-40,00	39,90	35	33	163	-
3	5	141,2	40,00	-	42,00	36	34	163	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	42,00	36	34	163	-
5	5	407,4	40,00	-	42,00	37	34	162	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	39,90	37	35	162	166577,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	39,90	38	35	163	166577,200
2	5	69,6	38,00	-40,00	39,90	38	35	163	-
3	5	141,2	40,00	-	42,00	39	36	162	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	42,00	39	36	162	-
5	5	407,4	40,00	-	42,00	39	36	162	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	39,90	40	37	163	167181,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,000	-40,333	40,950	37,4	34,8	162,6	1213,200

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-
Temperatura borbulhadores(°C)	10	12	12	13

Identificação dos equipamentos

Barômetro	EA 074
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	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

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 IV	DATA 07/03/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

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

Borbulhadores

Responsável **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	689,62	698,14	8,52
2	200	H2O2 5%	694,38	720,66	26,28
3	200	H2O2 5%	714,23	724,71	10,48
4	-	Sílica	725,64	733,46	7,82
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2823,87	2876,97	53,10

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	9,9	9,9	9,9	9,9	32	3,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,7	9,8	9,7	9,7	44	4,3
N ₂	80,4	80,3	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,95

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0252	g	de	MP	Certificado nº	232.072 / 232.081
7,63	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.075 / 232.079
914,77	mg	de	SO2	Certificado nº	232.078 / 232.080

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	19	61,9805	62,2878	0,3073
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3073

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 IV	DATA 07/03/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 53,100	(R) Tc = 784,65	("Hg)Patm= 29,300	("H ₂ O)Pest= -1,588	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 557,03	("H ₂ O)ΔH= 1,612	(ft ³) Vm = 42,843	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,953	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,239	(min) @ = 60	
(mg)MP = 332,500	(mg)H ₂ SO ₄ = 7,625	(mg)SO ₂ = 914,765		

Pc = Pressão na chaminé	29,183	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,419	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,817	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	60,838	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,059		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,248		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5252,052	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,680	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	97,08	%	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	987534,770	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,054	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	315,58	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	311,650	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	7,24	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	7,147	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	868,22	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	857,402	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan09

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

ISATEC

EMPRESA CGIEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 07/03/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Renan Morais

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 001	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 004	Identificação do Frasco	EA 053
Volume do Frasco (Vf)	2229,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2250,9 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	07/03/2012	Data	07/03/2012	Data	07/03/2012	Data	07/03/2012
Hora	19:35	Hora	19:40	Hora	19:45	Hora	19:50
Pressão Atmosférica inicial	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	744,22 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)	344,22 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,22 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,22 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,22 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	08/03/2012	Data	08/03/2012	Data	08/03/2012	Data	08/03/2012
Hora	11:10	Hora	11:15	Hora	11:20	Hora	11:25
Pressão Atmosférica Final	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,22 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744,22 mmHg
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	15 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	739,22 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	729,22 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	724,22 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	724,22 mmHg
Temperatura final do Frasco	24 °C	Temperatura final do Frasco	24 °C	Temperatura final do Frasco	24 °C	Temperatura final do Frasco	24 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	297 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	297 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	297 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	297 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	202,06 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	24,78 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	52,11 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	40,17 µg
Cert Ensaio N°	232.082 / 232.086	Cert Ensaio N°	232.083 / 232.086	Cert Ensaio N°	232.084 / 232.086	Cert Ensaio N°	232.085 / 232.086
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)	1062,16 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1037,9 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1021,24 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1032,28 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})	190,235 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	23,875 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	51,026 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	38,914 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})	982151 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	982151 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	982151 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	982151 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	186,840 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	23,449 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	50,115 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	38,219 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

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