

RELATÓRIO DE ENSAIO

234.121 / 2012



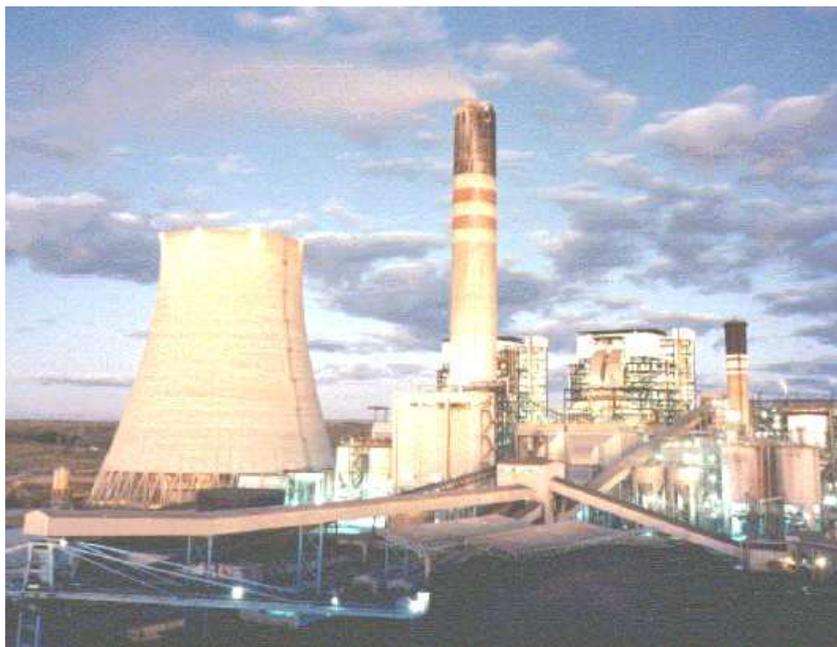
AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 23 de maio 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: 23 de maio de 2012.

- 1/ 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.

ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900 – Fax: (53) 3035-9901
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

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

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.

6. RESULTADOS
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS				Média
		1	2	3		
Dia da Amostragem	d:m:a	23/05/12	23/05/12	23/05/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	13:30	14:50	16:15	-	
Hora de término da amostragem	h:min	14:35	15:55	17:20	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	163,4	164,0	163,6	163,7	
Pressão na chaminé	"Hg	29,21	29,21	29,21	29,21	
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,45	29,45	29,45	29,45	
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,31	4,06	4,34	4,24	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	59,33	59,91	59,82	59,68	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,068	0,064	0,068	0,066	
Peso molecular base úmida		29,203	29,287	29,247	29,246	
Velocidade na chaminé	ft / min	5031,68	5057,65	5042,86	5044,06	
Velocidade na chaminé	m / s	25,56	25,69	25,62	25,62	
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	
Isocinetismo	%	99,73	99,74	100,34	99,94	
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1644396,63	1652886,18	1648051,67	1648444,82	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	936531,68	944382,67	938229,02	939714,45	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0265	1,0352	1,0346	1,0321	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	683,50	652,06	667,51	667,69	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	640,115	615,798	626,279	627,397	
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	59,72	58,54	ND	39,420	
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	55,933	55,280	ND	37,071	
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	318,26	250,89	290,81	286,65	
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	298,060	236,932	272,848	269,280	

- 4 / 10 -

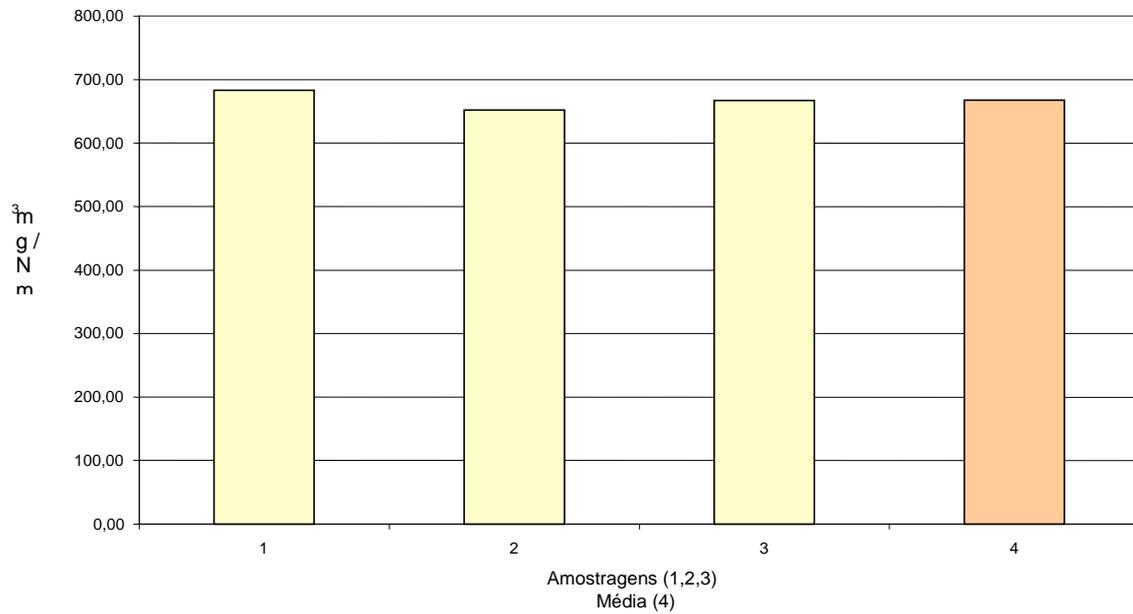
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

ISATEC

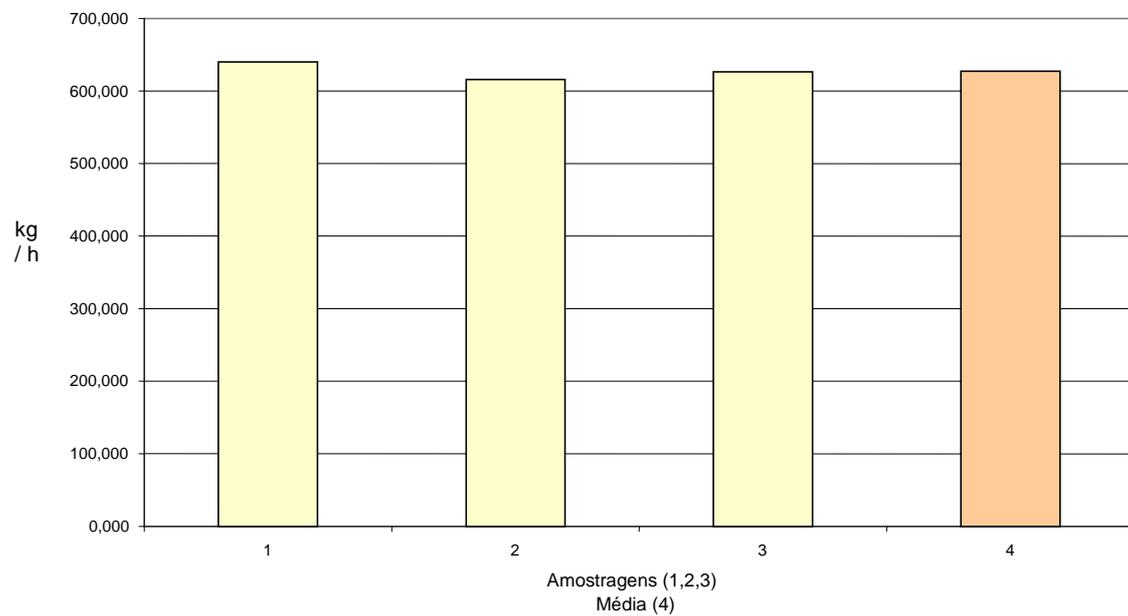
Av. Francisco Martins Bastos, 202
 CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
 Tel: (53) 3035-9900 – Fax: (53) 3035-9901
 e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Relatório de Ensaio N.º 234.121 / 2012

Concentração de Material Particulado no efluente



Taxa de emissão de Material Particulado

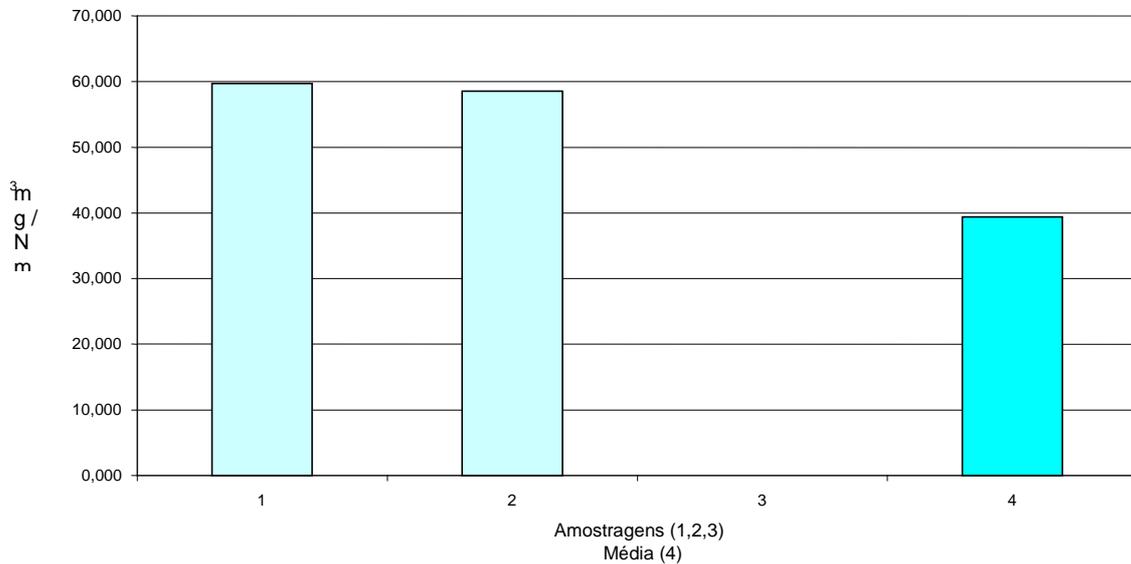
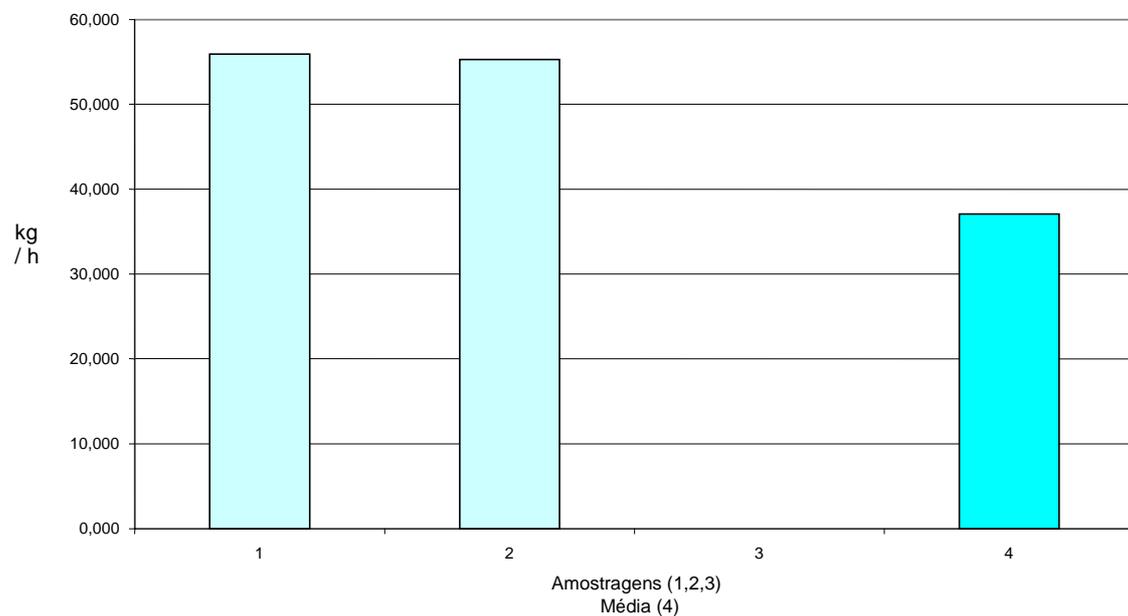


- 5 / 10 -

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.

ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900 – Fax: (53) 3035-9901
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Relatório de Ensaio N.º 234.121 / 2012**Concentração de H₂SO₄ no efluente****Taxa de emissão de H₂SO₄**

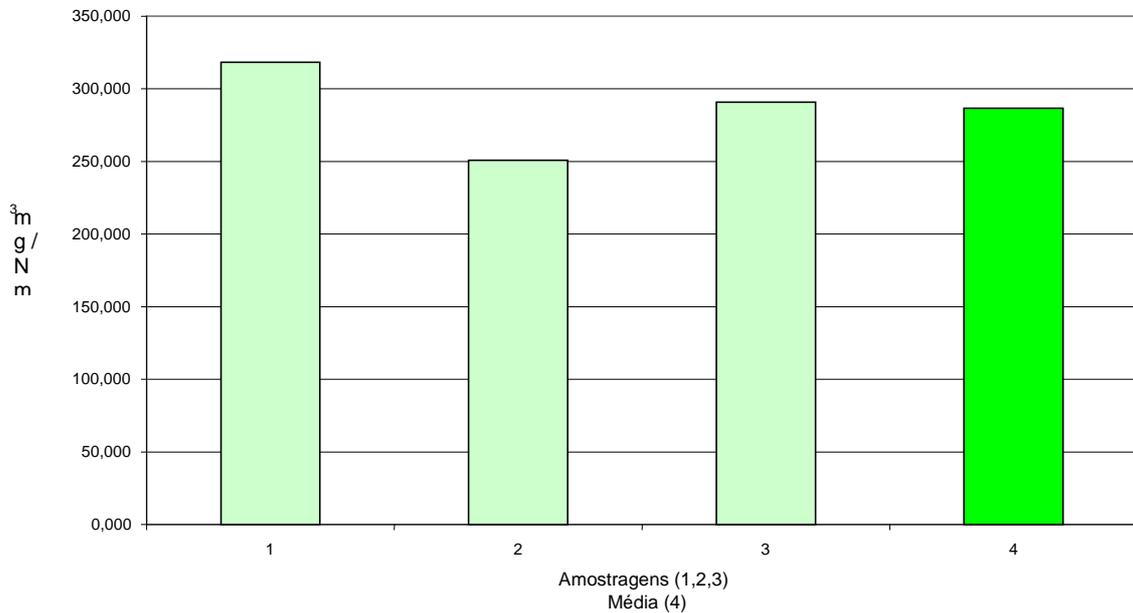
- 6 / 10 -

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.

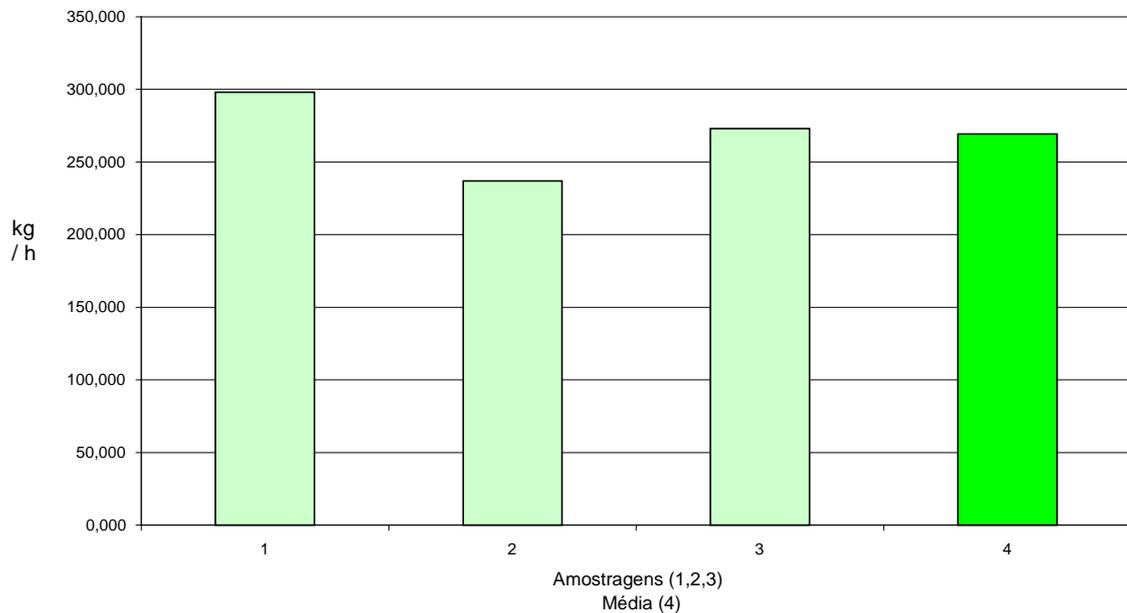
ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900 – Fax: (53) 3035-9901
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Concentração de SO₂ no efluente



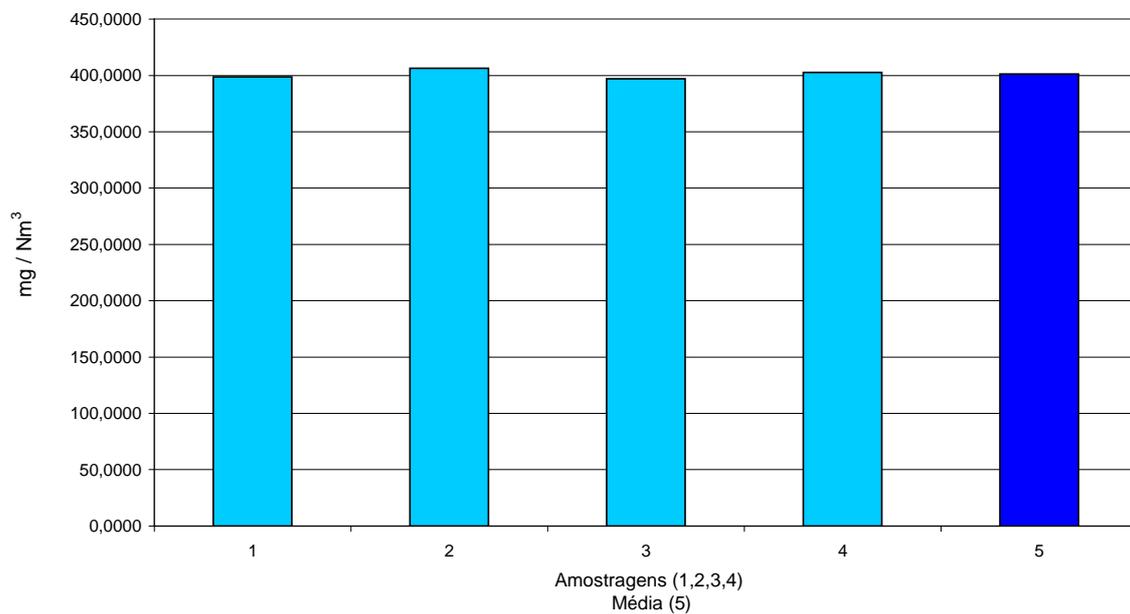
Taxa de emissão de SO₂

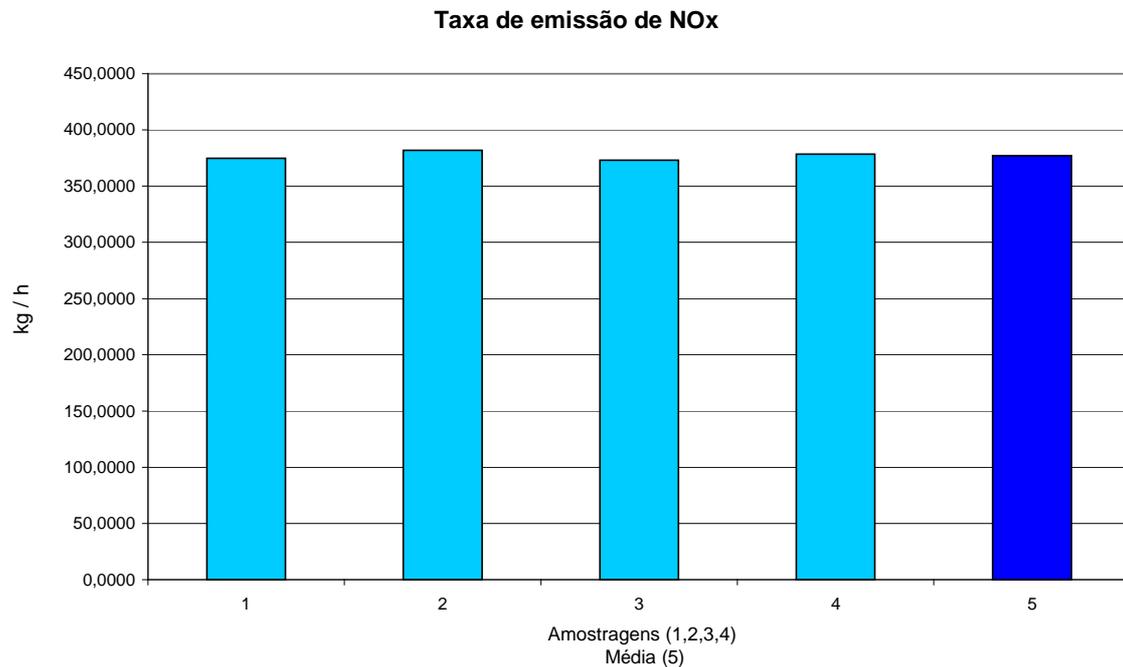


6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	939714,5				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	398,8550	406,3800	396,9730	402,6180	401,2065
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	374,8098	381,8812	373,0413	378,3460	377,0195

Concentração de NO_x no efluente





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

Rio Grande, 01 de junho de 2012.

FILIPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: 05303202

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Eng. Químico
CRQ: 04354688

- 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

ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900 – Fax: (53) 3035-9901
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

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 CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 23/05/12		NUMERO 1	
Amostragem de M.P. Sox			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,32 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair Alves da Cruz			K 1,2	Boquilha 5 mm		FCM 1,01	Cp 0,849	Início 13:30	Fim 14:35
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	1,40	-	1,68	19	17	163	380,730
2	5	69,6	1,50	-1,40	1,80	22	19	163	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	25	21	163	-
4	5	335,8	1,50	-1,50	1,80	27	23	163	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	29	24	163	-
6	5	456,0	1,40	-1,50	1,68	31	25	163	400,650
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	1,30	-	1,56	30	25	163	400,650
2	5	69,6	1,50	-1,40	1,80	32	26	164	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	34	27	164	-
4	5	335,8	1,50	-1,50	1,80	36	27	164	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	37	28	164	-
6	5	456,0	1,30	-1,50	1,56	38	28	164	420,810
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	1,450	-1,467	1,740	30,0	24,2	163,4	40,080

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	12	13	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					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	21	°C	Temperatura no Gasometro entrada	17	°C
			Temperatura no Gasometro saída	17	°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 IV	DATA 23/05/12	NUMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renan Moraes**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g <	499,97	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Renan Moraes**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol Isopropílico 80%	706,29	713,58	7,29
2	200	H2O2 5%	758,45	792,76	34,31
3	200	H2O2 5%	725,81	733,00	7,19
4	-	Silica Gel	741,56	752,64	11,08
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2932,11	2991,98	59,87

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	9,6	9,5	9,7	9,6	32	3,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,2	10,3	10,1	10,2	44	4,5
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,02

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1006	g	de	MP	Certificado nº	234.121 / 234.074
61,31	mg	de	H2SO4	Certificado nº	234.124 / 234.076
326,69	mg	de	SO2	Certificado nº	234.127 / 234.075

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	53	63,2044	63,8054	0,6010
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6010

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 3 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 1



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 23/05/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 59,870	(R) Tc = 786,15	("Hg)Patm= 29,320	("H ₂ O)Pest= -1,467	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 540,75	("H ₂ O)ΔH= 1,740	(ft ³) Vm = 40,080	Cp = 0,849	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,01	Pms = 30,016	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,204	(min) @ = 60	
(mg)MP = 701,600	(mg)H ₂ SO ₄ = 61,305	(mg)SO ₂ = 326,690		

Pc = Pressão na chaminé	29,212	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,448	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,308	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	59,327	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,068		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,203		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5031,676	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	25,561	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	99,73	%	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	1644396,625	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	936531,676	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,026	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	683,50	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	640,115	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	59,72	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	55,933	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	318,26	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	298,060	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

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira IV			23/05/12		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
M.P Sox			4,77 m		29,32 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Luiz Zolair Alves da Cruz			5 mm		1,01		0,849		14:50
									Fim
									15:55
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	1,40	-	1,68	23	20	164	421,390
2	5	69,6	1,50	-1,50	1,80	26	22	164	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	29	24	164	-
4	5	335,8	1,50	-1,50	1,80	31	26	164	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	33	27	164	-
6	5	456,0	1,40	-1,40	1,68	35	28	164	441,690
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	1,40	-	1,68	34	28	164	441,690
2	5	69,6	1,50	-1,40	1,80	36	29	164	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	38	29	164	-
4	5	335,8	1,50	-1,50	1,80	39	30	164	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	40	30	164	-
6	5	456,0	1,40	-1,40	1,68	41	31	164	462,250
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	1,467	-1,450	1,760	33,8	27,0	164,0	40,860

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	12	12	12	13	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					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
ESTACIONÁRIAS**

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 23/05/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renan Moraes**

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

Borbulhadores

Responsável **Renan Moraes**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol Isopropílico 80%	704,92	712,07	7,15
2	200	H2O2 5%	759,37	790,32	30,95
3	200	H2O2 5%	727,19	734,18	6,99
4	-	Silica Gel	735,48	746,77	11,29
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2926,96	2983,34	56,38

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	9,3	9,2	9,4	9,3	32	3,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,5	10,6	10,4	10,5	44	4,6
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,05

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0464	g	de	MP	Certificado nº	234.122 / 234.074
60,60	mg	de	H2SO4	Certificado nº	234.125 / 234.076
259,71	mg	de	SO2	Certificado nº	234.128 / 234.075

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	69	64,6098	65,2384	0,6286
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6286

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	23/05/12	2

(g) MH ₂ O =	56,380	(R) Tc =	787,20	("Hg)Patm=	29,320	("H ₂ O)Pest=	-1,450	(mm) Θb =	5,00
(R) Tm =	546,68	("H ₂ O)ΔH=	1,760	(ft ³) Vm =	40,860	Cp =	0,849	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,01	Pms =	30,052	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,211	(min) @ =	60		
(mg)MP =	675,000	(mg)H ₂ SO ₄ =	60,595	(mg)SO ₂ =	259,710				

Pc =	Pressão na chaminé	29,213	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,449	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	4,062	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	59,906	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,064		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,287		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	5057,654	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	25,693	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	1652886,182	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	944382,666	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,035	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	652,06	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	615,798	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	58,54	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ =	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	55,280	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	250,89	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	236,932	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 IV			23/05/12		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
M.P. Sox			4,77 m		29,32 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Luiz Zolair Alves da Cruz			5 mm		1,01		0,849		16:15
									Fim
									17:20
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	1,40	-	1,68	25	22	164	463,120
2	5	69,6	1,50	-1,50	1,80	28	24	164	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	31	26	164	-
4	5	335,8	1,50	-1,50	1,80	33	28	164	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	35	29	164	-
6	5	456,0	1,40	-1,40	1,68	37	30	164	483,540
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	1,30	-	1,56	37	30	164	483,540
2	5	69,6	1,50	-1,50	1,80	38	31	163	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	39	31	163	-
4	5	335,8	1,60	-1,50	1,92	40	32	163	-
5	5	407,4	1,50	-	1,80	41	32	163	-
6	5	456,0	1,30	-1,50	1,56	42	33	163	504,210
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	1,458	-1,483	1,750	35,5	29,0	163,6	41,090

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	13	13	14	14	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 010
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 001
					Pitot	P 11
					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-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 IV	DATA 23/05/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renan Moraes**

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

Borbulhadores

Responsável **Renan Moraes**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol Isopropílico 80%	705,82	713,64	7,82
2	200	H2O2 5%	755,90	788,79	32,89
3	200	H2O2 5%	723,34	730,73	7,39
4	-	Silica Gel	731,11	743,34	12,23
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2916,17	2976,50	60,33

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	9,2	9,3	9,1	9,2	32	2,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,6	10,5	10,7	10,6	44	4,7
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,06

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0975	g	de	MP	Certificado nº	234.123 / 234.074
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	234.126 / 234.076
300,87	mg	de	SO2	Certificado nº	234.129 / 234.075

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	32	32,4913	33,0844	0,5931
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5931

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 23/05/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 60,330	(R) Tc = 786,45	("Hg)Patm= 29,320	("H ₂ O)Pest= -1,483	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 550,05	("H ₂ O)ΔH= 1,750	(ft ³) Vm = 41,090	Cp = 0,849	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,01	Pms = 30,064	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,207	(min) @ = 60	
(mg)MP = 690,600	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 300,870		

Pc = Pressão na chaminé	29,211	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,449	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,343	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	59,820	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,068		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,247		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5042,860	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	25,618	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	100,34	%	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	1648051,665	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	938229,019	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,035	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	667,51	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	626,279	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	0,00	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	0,000	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	290,81	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	272,848	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 CGIEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 23/05/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair Cruz

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 065	Termômetro	81191/04	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)	mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	23/05/2012	Data	23/05/2012	Data	23/05/2012	Data	23/05/2012
Hora	17:45	Hora	17:50	Hora	17:55	Hora	18:00
Pressão Atmosférica inicial	744,7 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,7 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	344,7 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	21 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	24/05/2012	Data	24/05/2012	Data	24/05/2012	Data	24/05/2012
Hora	13:00	Hora	13:05	Hora	13:10	Hora	13:15
Pressão Atmosférica Final	761,5 mmHg						
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	15 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	756,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	746,5 mmHg
Temperatura final do Frasco	23 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	296 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	296 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	296 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	296 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	436,387 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	451,147 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	433,939 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	439,314 µg
Cert Ensaio N°	234.130 / 234.081	Cert Ensaio N°	234.131 / 234.081	Cert Ensaio N°	234.132 / 234.081	Cert Ensaio N°	234.133 / 234.081
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)	1094,1 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1110,16 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1093,12 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1091,14 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})	398,855 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	406,380 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	396,973 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	402,618 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx	
Vazão (Vae _{cnbs})	939714 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	939714 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	939714 Nm ³ /h	Vazão (Vae _{cnbs})	939714 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	374,810 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	381,881 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	373,041 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	378,346 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

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