

RELATÓRIO DE ENSAIO

232.635 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 28 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: 28 de março 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.

SAYBOLT / ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900
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

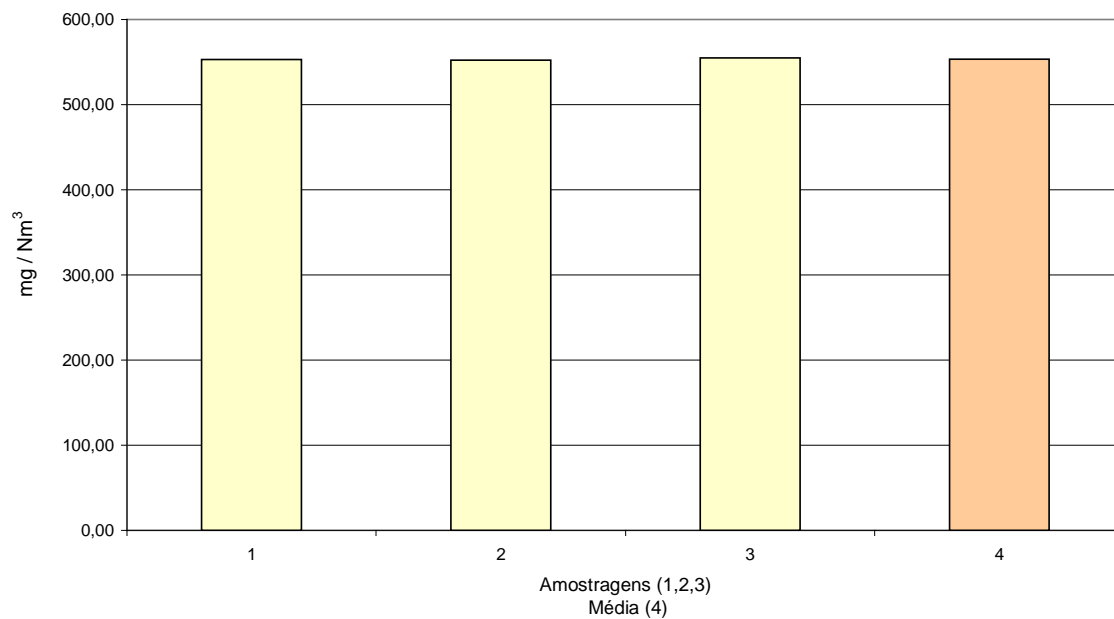
- Durante o período das medições, a Unidade funcionou, segundo informações da Empresa, nas condições usuais de trabalho.
- As coletas e medições foram realizadas utilizando-se um equipamento completo para amostragens de gases e particulados.
- As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da 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

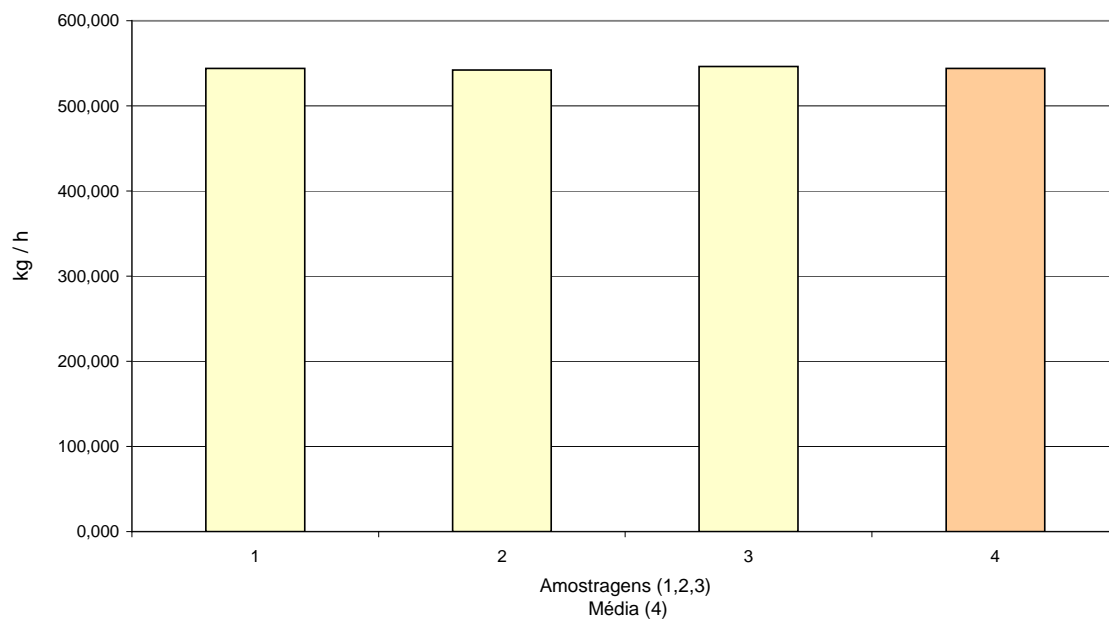
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS				
		1	2	3	Média	
Dia da Amostragem	d:m:a	28/03/12	28/03/12	28/03/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	13:15	15:30	17:45	-	
Hora de término da amostragem	h:min	14:21	16:37	18:50	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	163,4	163,7	163,4	163,5	
Pressão na chaminé	"Hg	28,93	28,94	28,93	28,93	
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,18	29,18	29,18	29,18	
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,15	4,26	4,23	4,21	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	62,83	62,46	62,88	62,72	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,062	0,064	0,063	0,063	
Peso molecular base úmida		29,350	29,339	29,338	29,342	
Velocidade na chaminé	ft / min	5303,90	5306,39	5316,04	5308,78	
Velocidade na chaminé	m / s	26,94	26,96	27,01	26,97	
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	
Isocinetismo	%	99,59	99,16	99,55	99,43	
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1733361,95	1734176,30	1737329,84	1734956,03	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	983836,99	981776,63	984980,10	983531,24	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0768	1,0699	1,0776	1,0748	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	553,01	552,31	554,75	553,36	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	544,074	542,243	546,417	544,245	
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	0,00	0,00	0,00	0,000	
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	0,000	0,000	0,000	0,000	
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	937,44	1035,65	1022,11	998,40	
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	922,290	1016,777	1006,762	981,943	

Concentração de Material Particulado no efluente



Taxa de emissão de Material Particulado



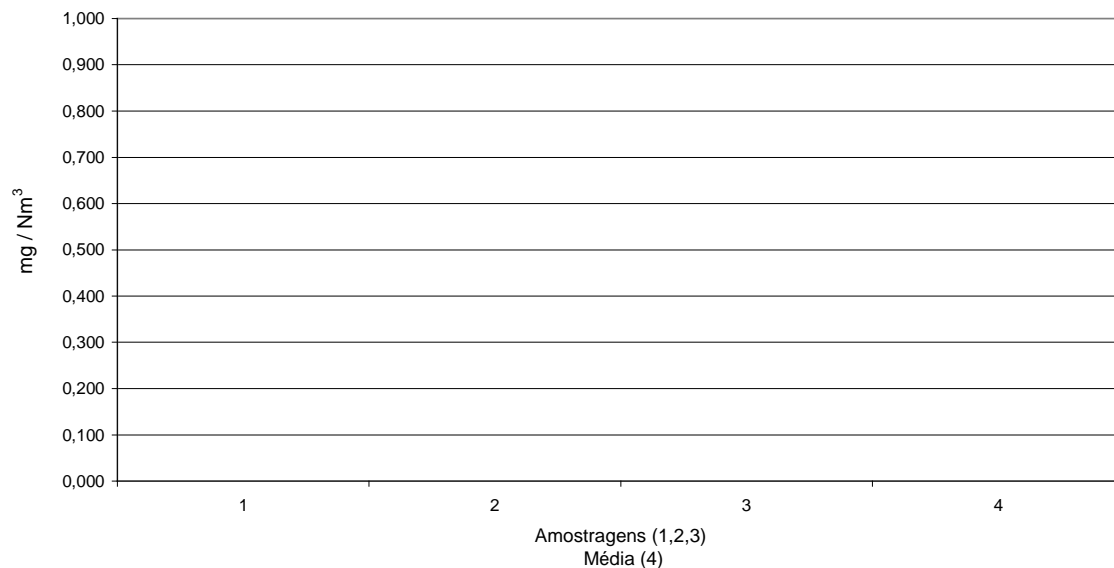
- 5 / 10 -

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.

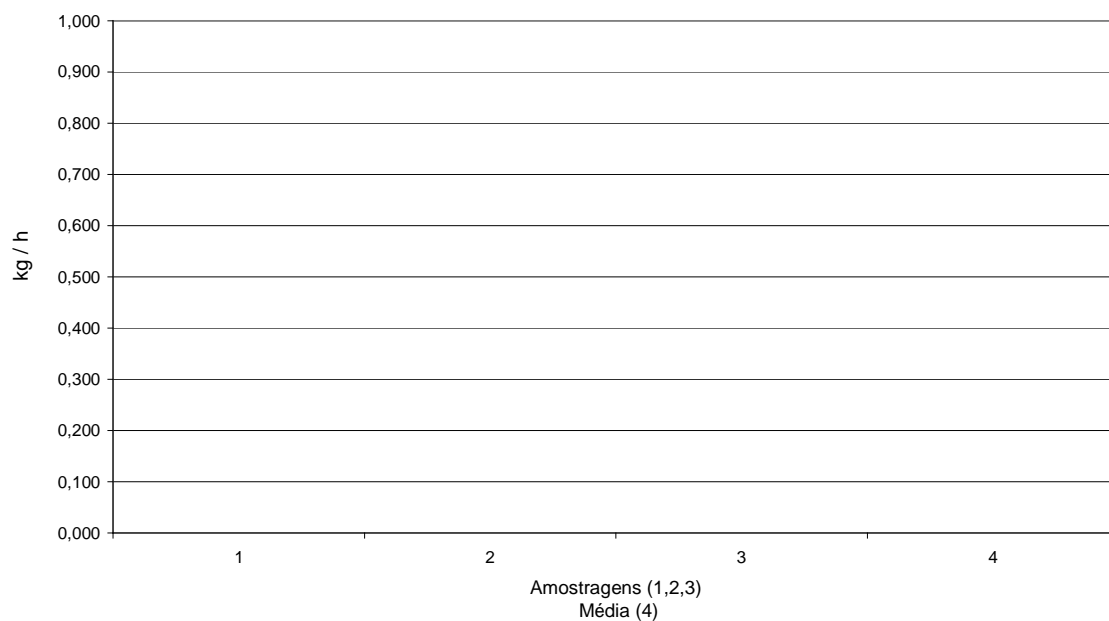
SAYBOLT / ISATEC

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

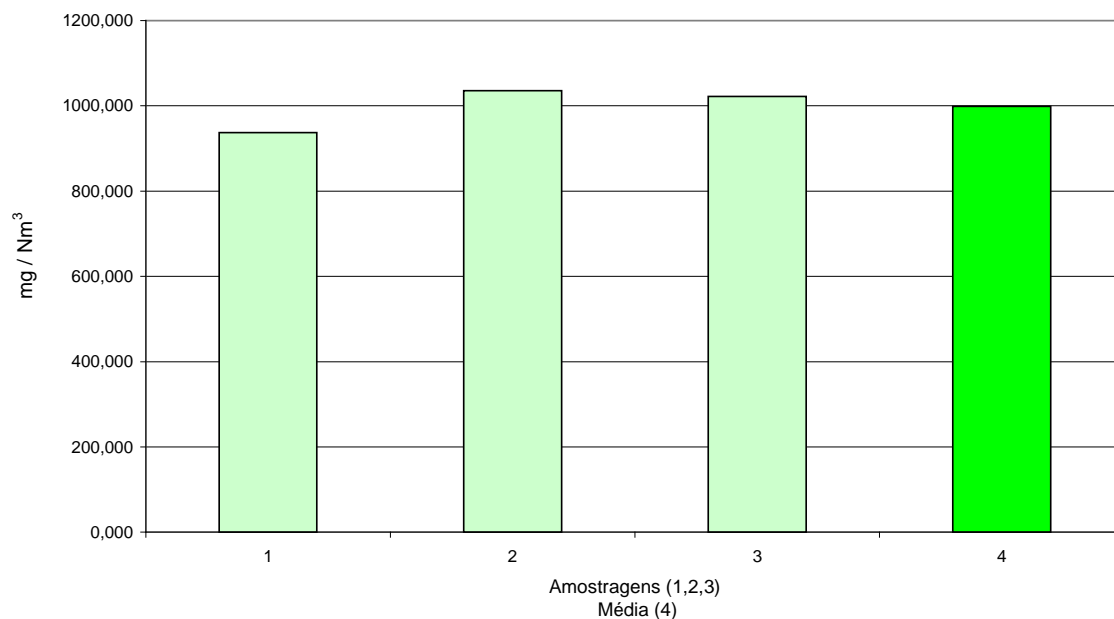
Concentração de H₂SO₄ no efluente



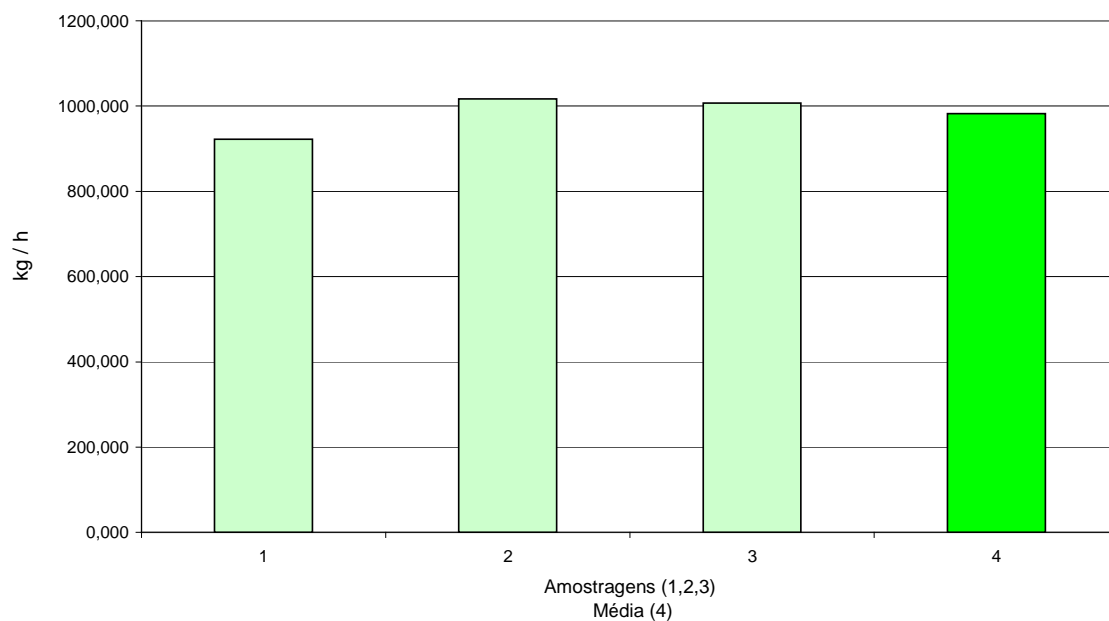
Taxa de emissão de H₂SO₄



Concentração de SO₂ no efluente



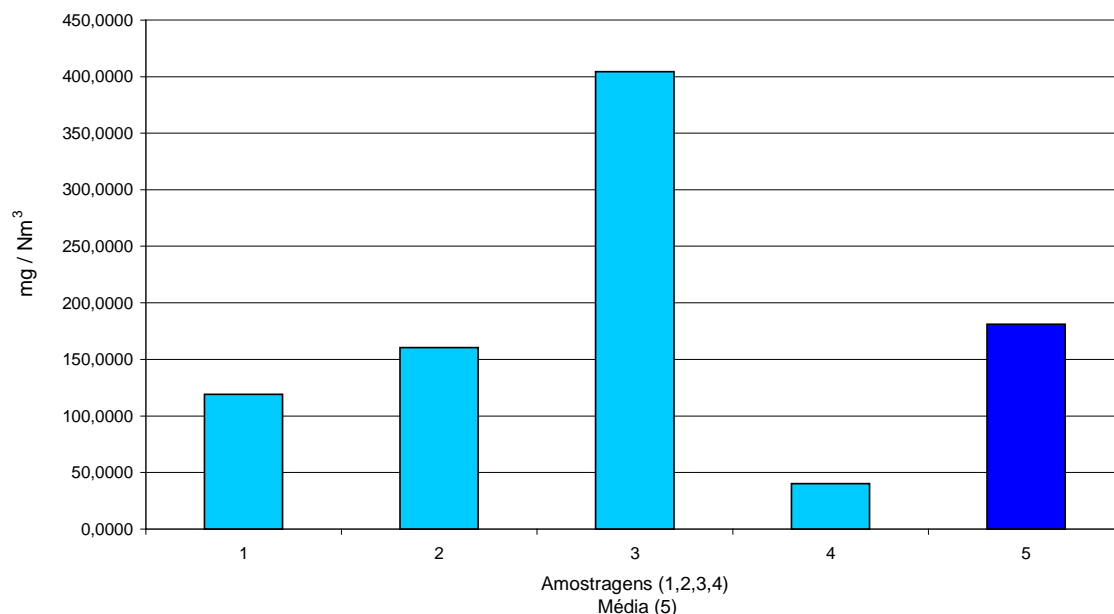
Taxa de emissão de SO₂



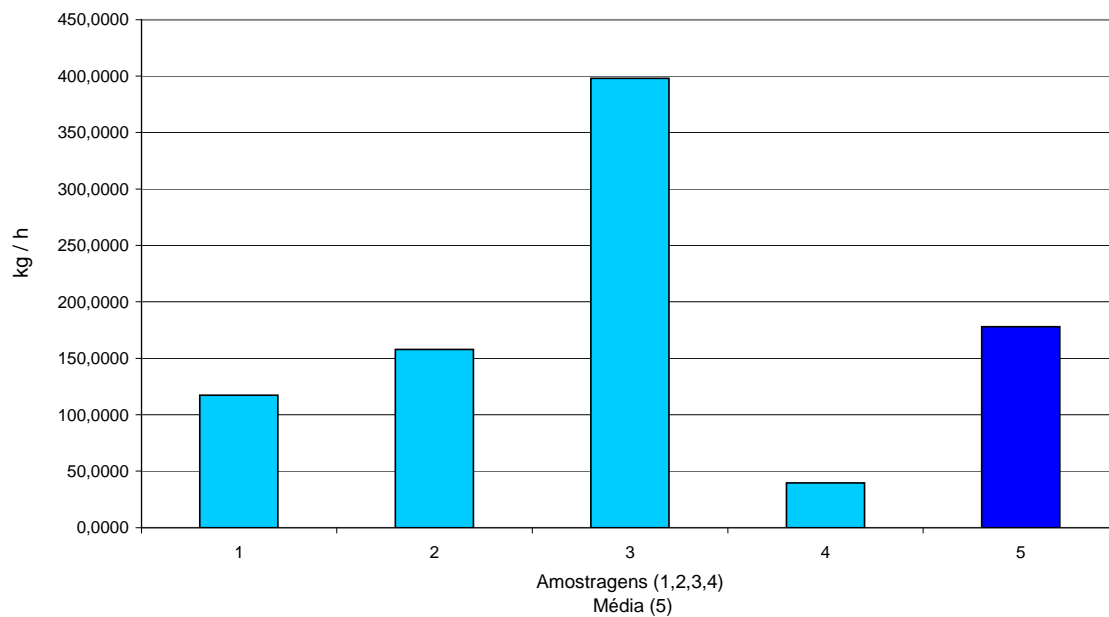
6.2. RESULTADOS DE NOx

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	983531,2				
Concentração de NOx no efluente	mg / Nm ³	119,1783	160,4524	404,5360	40,1556	181,0805
Taxa de emissão de NOx	kg / h	117,2155	157,8099	397,8738	39,4943	178,0984

Concentração de NOx no efluente



Taxa de emissão de NOx



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, 09 de abril de 2012.

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

SAYBOLT / ISATEC

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

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			28/03/12		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,05 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Luiz Zolair			1,1		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	-	41,80	16	15	162	170715,000
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	17	16	162	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	18	17	162	-
4	5	335,8	42,00	-42,00	46,20	18	17	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	19	18	163	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	19	18	163	171304,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	41,80	19	18	163	171304,200
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	20	19	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	21	19	164	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	22	20	165	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	22	20	165	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	23	21	165	171895,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,500	-40,000	43,450	19,5	18,2	163,4	1180,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	8	8	8	8	9	Sonda Rígida	EA 026	
						Coluna U	EA 075	
						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	18	°C	Temperatura no Gasometro entrada	15	°C
			Temperatura no Gasometro saída	15	°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 28/03/12	NÚMERO 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 <	499,94	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Renan Moraes**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	716,45	723,69	7,24
2	200	H2O2 5%	690,26	721,37	31,11
3	200	H2O2 5%	708,59	716,17	7,58
4	-	Sílica	735,14	746,33	11,19
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2850,44	2907,56	57,12

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	8,9	9,0	8,8	8,9	32	2,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,9	10,8	11,0	10,9	44	4,8
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,10

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0143	g	de	MP	Certificado nº	232.635 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.638 / 232.658
1009,47	mg	de	SO2	Certificado nº	232.641 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	20	61,2789	61,8601	0,5812
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5812

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



EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira IV	28/03/12	1

(g) MH ₂ O =	57,120	(R) Tc =	786,15	("Hg)Patm=	29,050	("H ₂ O)Pest=	-1,575	(mm) Θb =	5,00
(R) Tm =	525,90	("H ₂ O)ΔH=	1,711	(ft ³) Vm =	41,685	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	30,100	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,247	(min) @ =	60		
(mg)MP =	595,500	(mg)H ₂ SO ₄ =	0,000	(mg)SO ₂ =	1009,465				

Pc =	Pressão na chaminé	28,934	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,176	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	4,150	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	62,834	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,062		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,350		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	5303,901	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	26,944	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	983836,993	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,077	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	553,01	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	544,074	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	937,44	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	922,290	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 CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 28/03/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,05 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 15:30	Fim 16:37	
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	-	41,80	18	17	163	171909,400
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	19	18	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	20	19	163	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	20	19	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	21	20	164	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	21	20	164	172495,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	41,80	21	20	165	172495,800
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	22	21	165	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	22	21	164	-
4	5	335,8	42,00	-40,00	46,20	23	22	164	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	23	22	163	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	23	22	163	173089,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,500	-39,667	43,450	21,1	20,1	163,7	1179,800

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	8	8	9	9	9	Sonda Rígida	EA 026	

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

Coluna U	EA 075
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	5

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 28/03/12	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	Álcool Isopropílico 80%	680,93	688,01	7,08
2	200	H2O2 5%	713,82	746,10	32,28
3	200	H2O2 5%	699,46	706,85	7,39
4	-	Sílica	725,18	737,04	11,86
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2819,39	2878,00	58,61

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	8,8	8,7	8,9	8,8	32	2,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	11,0	11,1	10,9	11,0	44	4,8
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,11

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0133	g	de	MP	Certificado nº	232.636 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.639 / 232.658
1108,02	mg	de	SO2	Certificado nº	232.642 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	21	60,1295	60,7071	0,5776
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5776

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 CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 28/03/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 58,610	(R) Tc = 786,60	("Hg)Patm= 29,050	("H ₂ O)Pest= -1,562	(mm) Øb = 5,00
(R) Tm = 529,05	("H ₂ O)ΔH= 1,711	(ft ³) Vm = 41,664	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,112	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,247	(min) @ = 60	
(mg)MP = 590,900	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1108,015		

Pc = Pressão na chaminé	28,935	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,176	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,260	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,462	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	29,339		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5306,393	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,956	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,16	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	981776,635	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	552,31	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	542,243	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	1035,65	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1016,777	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 28/03/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,05 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 17:45	Fim 18:50
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	-	41,80	20	19	163	173100,200
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	21	20	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	22	21	163	-
4	5	335,8	42,00	-42,00	46,20	23	21	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	23	22	164	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	24	22	164	173695,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	41,80	23	22	164	173695,200
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	24	23	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	25	23	164	-
4	5	335,8	42,00	-40,00	46,20	25	24	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	26	24	163	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	26	25	163	174297,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,667	-40,000	43,633	23,5	22,2	163,4	1197,400

Monitoramentos

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

Identificação dos equipamentos

Barômetro	EA 065
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 075
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-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 28/03/12	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	Álcool Isopropílico 80%	718,49	725,83	7,34
2	200	H2O2 5%	691,96	724,11	32,15
3	200	H2O2 5%	707,39	714,63	7,24
4	-	Sílica	734,19	745,66	11,47
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2852,03	2910,23	58,20

Composição do Gases

Responsável **Renan Moraes**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	8,9	9,0	8,8	8,9	32	2,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,9	10,8	11,0	10,9	44	4,8
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,10

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0184	g	de	MP	Certificado nº	232.637 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.640 / 232.658
1101,44	mg	de	SO2	Certificado nº	232.643 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	25	41,3614	41,9408	0,5794
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5794

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 28/03/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 58,200	(R) Tc = 786,15	("Hg)Patm= 29,050	("H ₂ O)Pest= -1,575	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 533,10	("H ₂ O)ΔH= 1,718	(ft ³) Vm = 42,285	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,100	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,249	(min) @ = 60	
(mg)MP = 597,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1101,435		

Pc = Pressão na chaminé	28,934	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,176	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,228	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,879	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,063		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,338		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5316,042	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	27,005	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	99,55	%	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	984980,103	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,078	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	554,75	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	546,417	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	1022,11	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1006,762	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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 28/03/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 133	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 006

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	28/03/2012	Data	28/03/2012	Data	28/03/2012	Data	28/03/2012
Hora	19:50	Hora	19:55	Hora	20:00	Hora	20:05
Pressão Atmosférica inicial	737,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	737,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	737,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	737,9 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)	337,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	337,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	337,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	337,9 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C	Temperatura inicial do Frasco	18 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	291 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	29/03/2012	Data	29/03/2012	Data	29/03/2012	Data	29/03/2012
Hora	12:30	Hora	12:35	Hora	12:40	Hora	12:45
Pressão Atmosférica Final	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,9 mmHg
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	733,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	728,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	733,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	733,9 mmHg
Temperatura final do Frasco	18 °C	Temperatura final do Frasco	18 °C	Temperatura final do Frasco	18 °C	Temperatura final do Frasco	18 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	291 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	291 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	291 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	291 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	129,15 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	171,14 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	441,35 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	43,38 µg
Cert Ensaio N°	232.644 / 232.664	Cert Ensaio N°	232.645 / 232.664	Cert Ensaio N°	232.646 / 232.664	Cert Ensaio N°	232.647 / 232.664
Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado		Cálculo do Volume amostrado	
Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1083,67 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1066,61 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1091 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1080,3 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})	119,178 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	160,452 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	404,536 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	40,156 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})	983531 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	983531 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	983531 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	983531 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	117,216 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	157,810 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	397,874 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	39,494 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