

RELATÓRIO DE ENSAIO

232.648 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 29 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: 29 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	29/03/12	29/03/12	29/03/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	10:00	13:00	14:55	-	
Hora de término da amostragem	h:min	11:08	14:06	16:00	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	165,4	165,7	164,4	165,2	
Pressão na chaminé	"Hg	28,98	28,97	28,98	28,97	
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,21	29,21	29,22	29,21	
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,56	4,55	4,49	4,53	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	62,25	62,08	62,50	62,28	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,068	0,068	0,067	0,068	
Peso molecular base úmida		29,132	29,121	29,136	29,130	
Velocidade na chaminé	ft / min	5297,85	5277,82	5314,67	5296,78	
Velocidade na chaminé	m / s	26,91	26,81	27,00	26,91	
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	
Isocinetismo	%	99,46	99,56	99,40	99,47	
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1731382,91	1724837,40	1736882,71	1731034,34	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	972999,71	968722,88	979645,94	973789,51	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0635	1,0599	1,0701	1,0645	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	666,46	681,09	660,01	669,19	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	648,462	659,792	646,578	651,611	
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	944,83	1070,25	976,93	997,34	
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	919,324	1036,771	957,046	971,047	

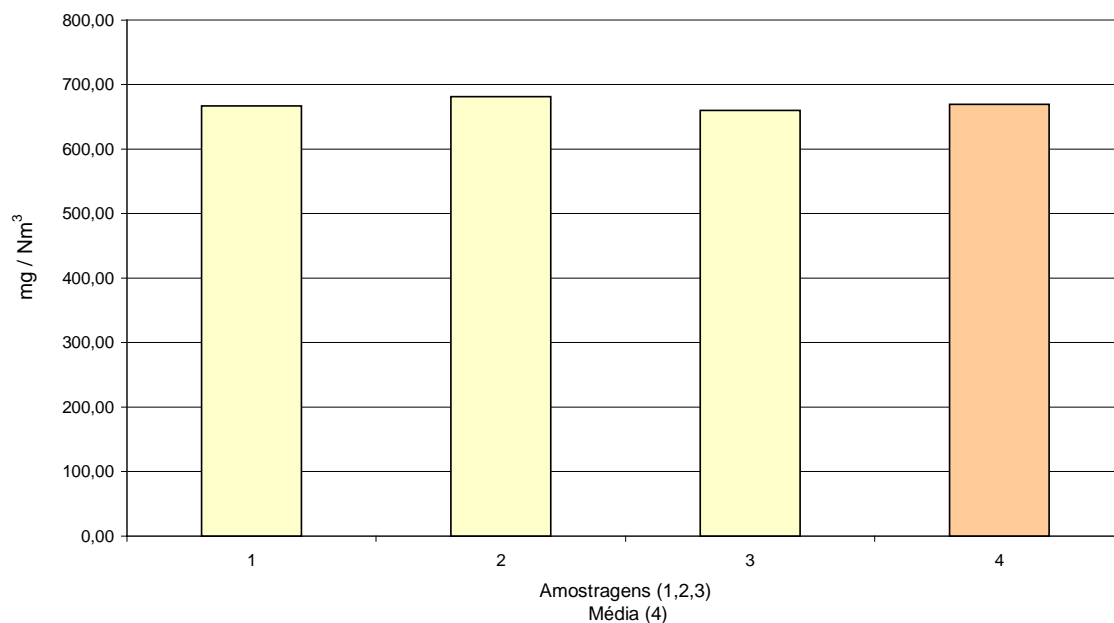
- 4 / 10 -

OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTO 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.

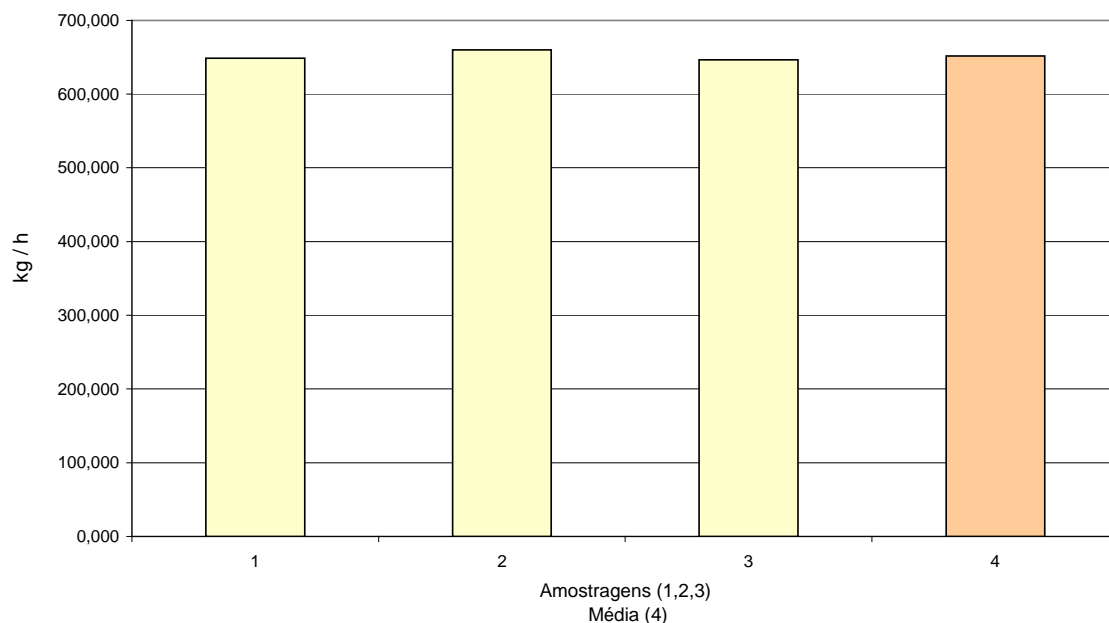
SAYBOLT / ISATEC

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

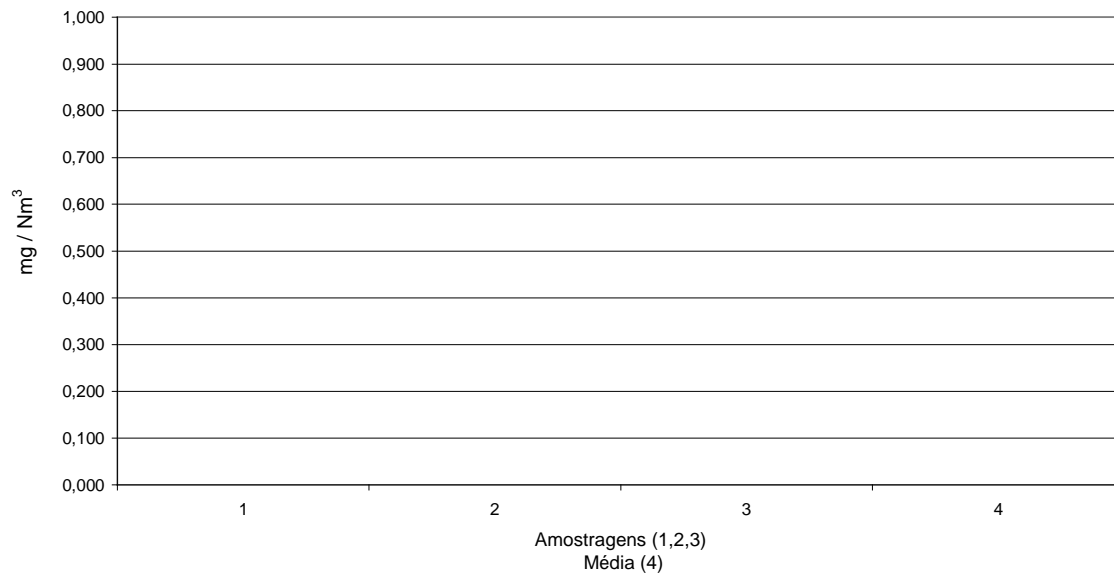
Concentração de Material Particulado no efluente



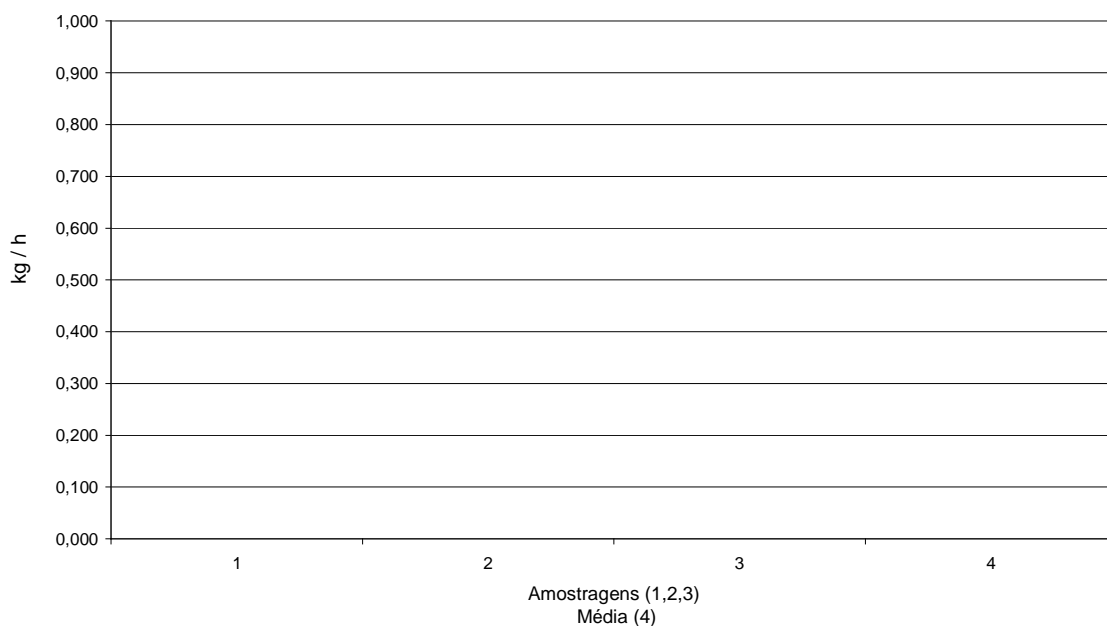
Taxa de emissão de Material Particulado



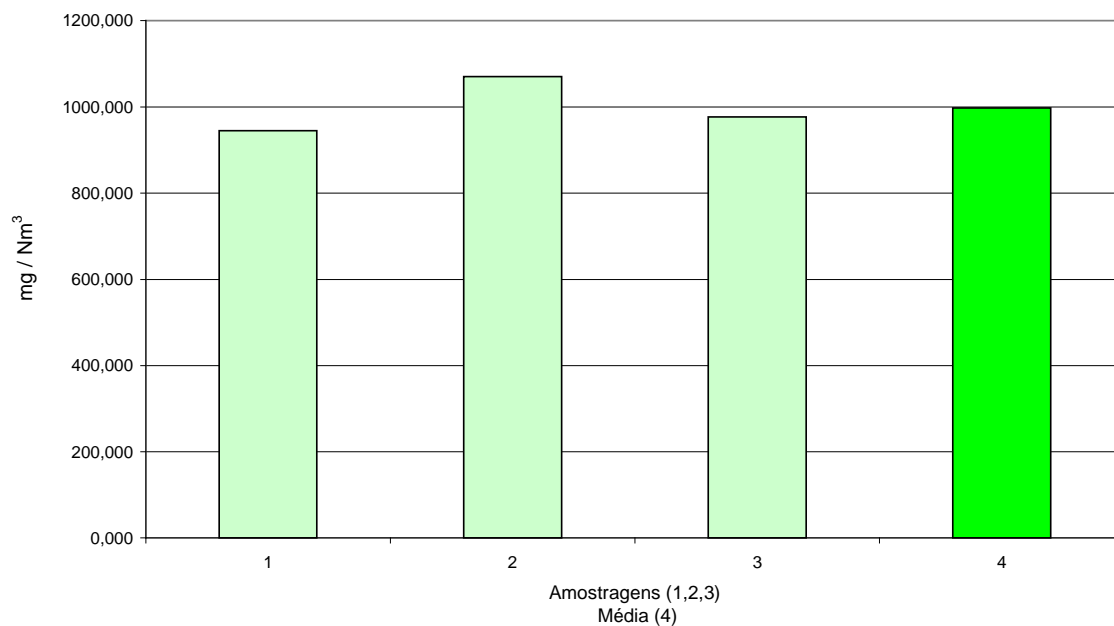
Concentração de H₂SO₄ no efluente



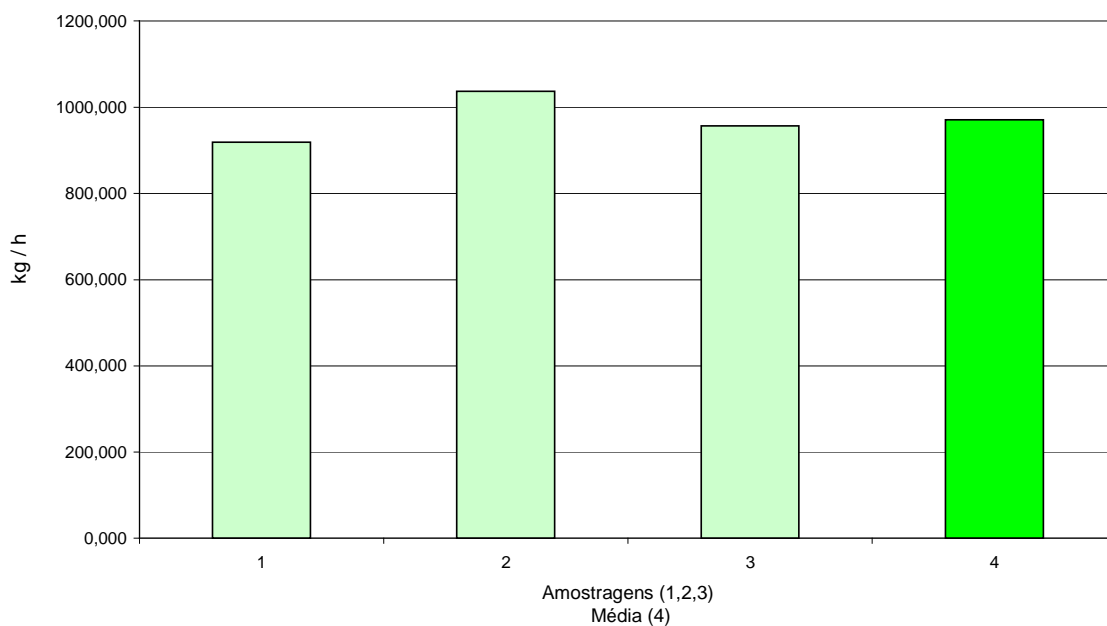
Taxa de emissão de H₂SO₄



Concentração de SO₂ no efluente



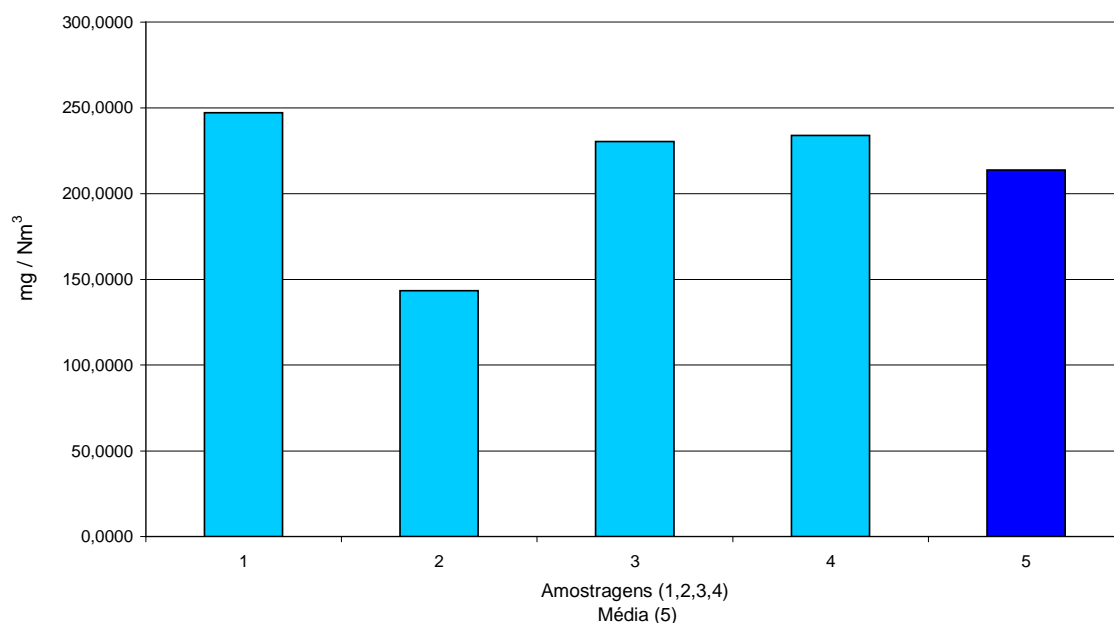
Taxa de emissão de SO₂

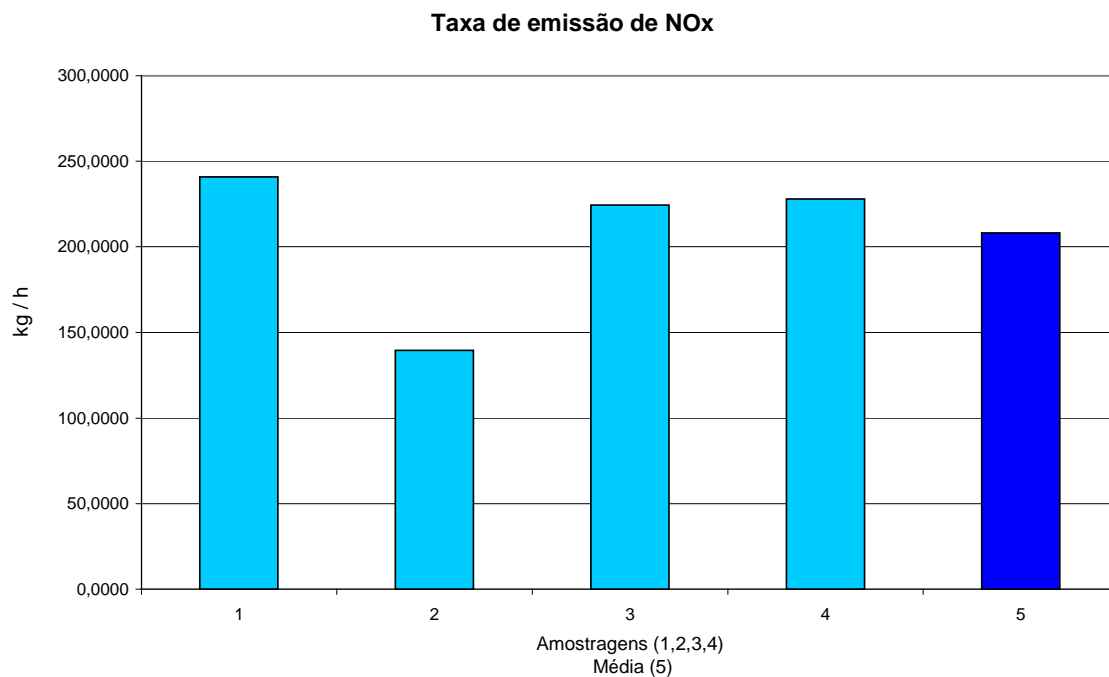


6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	973789,5				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	247,2929	143,3667	230,4204	234,0071	213,7718
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	240,8113	139,6090	224,3810	227,8737	208,1687

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, 09 de abril de 2012.

FILIPE 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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira IV			29/03/12		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,09 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	36,00	-	39,60	17	16	165	174312,600
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	18	17	165	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	19	18	165	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	20	19	165	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	21	20	165	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	22	20	165	174894,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	41,80	21	20	165	174894,800
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	22	21	166	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	23	21	166	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	24	22	166	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	24	23	166	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	25	23	166	175484,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,000	-39,667	42,900	21,3	20,0	165,4	1171,600

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	11	12		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	18	°C	Temperatura no Gasometro entrada	16	°C
			Temperatura no Gasometro saída	16	°C

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan01

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 29/03/12	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 <	499,97	<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%	718,23	726,32	8,09
2	200	H2O2 5%	691,42	725,61	34,19
3	200	H2O2 5%	710,26	717,85	7,59
4	-	Sílica	727,38	740,12	12,74
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2847,29	2909,90	62,61

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	10,3	10,2	10,4	10,3	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,7	9,5	9,6	44	4,2
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,95

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0835	g	de	MP	Certificado nº	232.648 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.651 / 232.658
1004,87	mg	de	SO2	Certificado nº	232.654 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	29	43,4782	44,1035	0,6253
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6253

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 29/03/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 62,610	(R) Tc = 789,75	("Hg)Patm= 29,090	("H ₂ O)Pest= -1,562	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 529,20	("H ₂ O)ΔH= 1,689	(ft ³) Vm = 41,374	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,948	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,239	(min) @ = 60	
(mg)MP = 708,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1004,865		

Pc = Pressão na chaminé	28,975	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,214	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,563	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,254	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	29,132		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5297,845	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,913	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	99,46	%	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	972999,705	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,064	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	666,46	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	648,462	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	944,83	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	919,324	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

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 29/03/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,09 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 13:00	Fim 14:06	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H ₂ O	Pressão Estática mm H ₂ O	ΔH mm H ₂ O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	38,00	-	41,80	20	19	166	175497,200
2	5	69,6	38,00	-38,00	41,80	21	20	166	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	22	21	166	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	23	22	166	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	24	23	166	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	25	23	166	172495,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	24	23	166	172495,800
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	25	24	166	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	26	24	165	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	27	25	165	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	27	25	165	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	28	26	165	176676,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,667	-40,000	42,533	24,3	22,9	165,7	1179,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	11	11		Sonda Rígida	EA 026	

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 ESTACIONÁRIA **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 29/03/12	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%	679,21	686,90	7,69
2	200	H2O2 5%	714,78	749,91	35,13
3	200	H2O2 5%	700,89	707,95	7,06
4	-	Sílica	718,36	730,89	12,53
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2813,24	2875,65	62,41

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	10,4	10,5	10,3	10,4	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,5	9,4	9,6	9,5	44	4,2
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,94

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0881	g	de	MP	Certificado nº	232.649 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.652 / 232.658
1134,37	mg	de	SO2	Certificado nº	232.655 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	33	64,2634	64,8972	0,6338
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6338

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	29/03/12	2

(g) MH ₂ O = 62,410	(R) Tc = 790,20	("Hg)Patm= 29,090	("H ₂ O)Pest= -1,575	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 534,53	("H ₂ O)ΔH= 1,675	(ft ³) Vm = 41,650	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,936	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,234	(min) @ = 60	
(mg)MP = 721,900	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1134,365		

Pc = Pressão na chaminé	28,974	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,213	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,551	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,080	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	29,121		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5277,817	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,811	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	99,56	%	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	968722,884	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	681,09	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	659,792	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	1070,25	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1036,771	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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 29/03/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,09 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 14:55	Fim 16:00
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	21	20	165	176687,400
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	22	21	165	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	23	22	165	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	24	23	165	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	25	24	165	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	26	25	165	177282,000
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	38,00	-	41,80	26	25	165	177282,000
2	5	69,6	40,00	-38,00	44,00	27	26	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	28	26	164	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	28	26	164	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	29	27	163	-
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	29	27	163	177883,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	39,333	-39,667	43,267	25,7	24,3	164,4	1196,200

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	11	13		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-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 29/03/12	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%	717,98	725,69	7,71
2	200	H2O2 5%	692,71	726,99	34,28
3	200	H2O2 5%	708,22	715,55	7,33
4	-	Sílica	726,89	739,32	12,43
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2845,80	2907,55	61,75

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	10,4	-	-	10,4	32	3,3
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	9,5	-	-	9,5	44	4,2
N ₂	80,1	-	-	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,94

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0881	g	de	MP	Certificado nº	232.650 / 232.657
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.653 / 232.658
1045,45	mg	de	SO2	Certificado nº	232.656 / 232.659

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	34	64,5329	65,1511	0,6182
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6182

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 29/03/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 61,750	(R) Tc = 787,95	("Hg)Patm= 29,090	("H ₂ O)Pest= -1,562	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 537,00	("H ₂ O)ΔH= 1,703	(ft ³) Vm = 42,243	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,936	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,244	(min) @ = 60	
(mg)MP = 706,300	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1045,445		

Pc = Pressão na chaminé	28,975	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,215	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,490	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,498	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,067		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,136		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5314,674	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,999	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	99,40	%	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	979645,943	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	660,01	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	646,578	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	976,93	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	957,046	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



EMPRESA CGIEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 29/03/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 133	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	EA 054	Identificação do Frasco	M 002	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 004
Volume do Frasco (Vf)	2242,8 mL	Volume do Frasco (Vf)	2213,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 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	29/03/2012	Data	29/03/2012	Data	29/03/2012	Data	29/03/2012
Hora	16:30	Hora	16:35	Hora	16:40	Hora	16:45
Pressão Atmosférica inicial	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,9 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,9 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)	338,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,9 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	30/03/2012	Data	30/03/2012	Data	30/03/2012	Data	30/03/2012
Hora	09:00	Hora	09:00	Hora	09:00	Hora	09:00
Pressão Atmosférica Final	760 mmHg	Pressão Atmosférica Final	760 mmHg	Pressão Atmosférica Final	760 mmHg	Pressão Atmosférica Final	760 mmHg
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	755 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	755 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg
Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	274,77 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	155,31 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	255,03 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	255,03 µg
Cert Ensaio N°	232.660 / 232.664	Cert Ensaio N°	232.661 / 232.661	Cert Ensaio N°	232.662 / 232.664	Cert Ensaio N°	232.663 / 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)	1111,11 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1083,31 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1106,8 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1089,84 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})	247,293 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	143,367 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	230,420 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	234,007 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx	
Vazão (V _{ae})	973790 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	973790 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	973790 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	973790 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	240,811 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	139,609 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	224,381 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	227,874 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

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