

Relatório nº. 014 de 06/06/2012

Monitoramento de Chaminé

Campanhas de Amostragens Isocinéticas na Fase A

Anexo I

Relatório de Amostragem Isocinética Nº 233.394 de 25/04/2012

ISATEC Pesquisa Desenvolvimento e Análises Químicas LTDA.

RELATÓRIO DE ENSAIO

233.394 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I – Turbogenerador II

DATA: 25 de abril 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 I – Turbogenerador II

DATA: 25 de abril 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 I, com turbogerador II, na Chaminé para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_x , SO_2 , névoas de SO_3 e H_2SO_4 .

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 SO_2 e névoas de SO_3 e H_2SO_4 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

- 2 / 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

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	25/04/12	25/04/12	25/04/12	-
Hora início da amostragem	h:min	16:00	18:00	20:10	-
Hora de término da amostragem	h:min	17:05	19:05	21:15	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	91,58	90,75	90,00	90,8
Pressão na chaminé	"Hg	29,10	29,10	29,10	29,10
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,26	29,26	29,26	29,26
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	2,50	2,50	2,49	2,50
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	51,69	51,68	50,52	51,30
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,046	0,046	0,047	0,046
Peso molecular base úmida		29,07	29,06	29,06	29,062
Velocidade na chaminé	ft / min	1876,27	1861,92	1899,17	1879,12
Velocidade na chaminé	m / s	9,53	9,46	9,65	9,55
Área da Boquilha	ft ²	0,000476	0,000476	0,000476	0,00048
Isocinetismo	%	101,22	102,00	97,83	100,35
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	613181,34	608490,65	620666,92	614112,97
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	426075,17	423716,62	432747,33	427513,04
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,07	1,07	1,05	1,0607
Concentração de MP no efluente	mg / Nm ³	376,12	363,98	395,77	378,62
Taxa de emissão de MP	kg / h	160,256	154,225	171,269	161,917
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	0,000	0,000	0,000	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	784,826	800,088	830,849	805,25
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	334,395	339,011	359,548	344,318

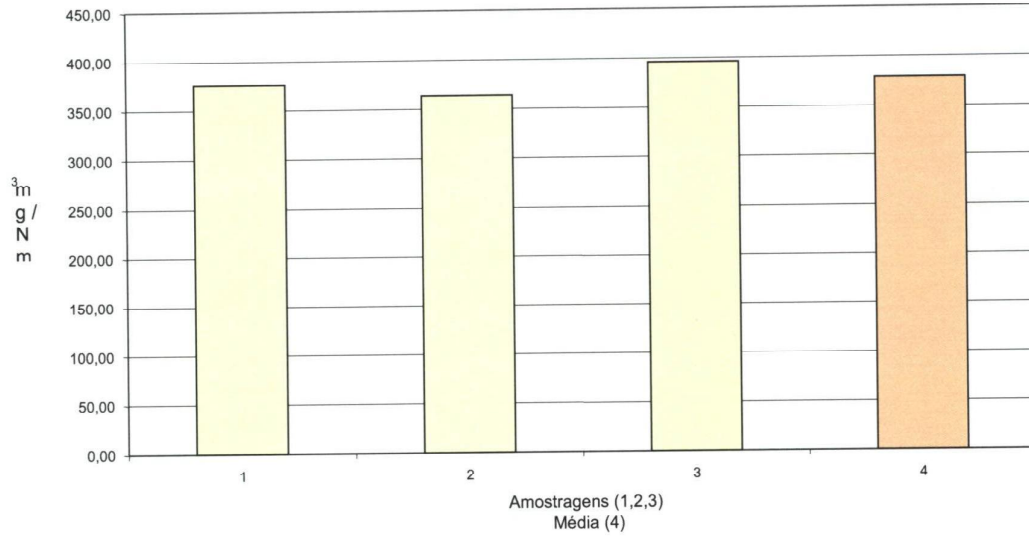
- 4 / 10 -

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.

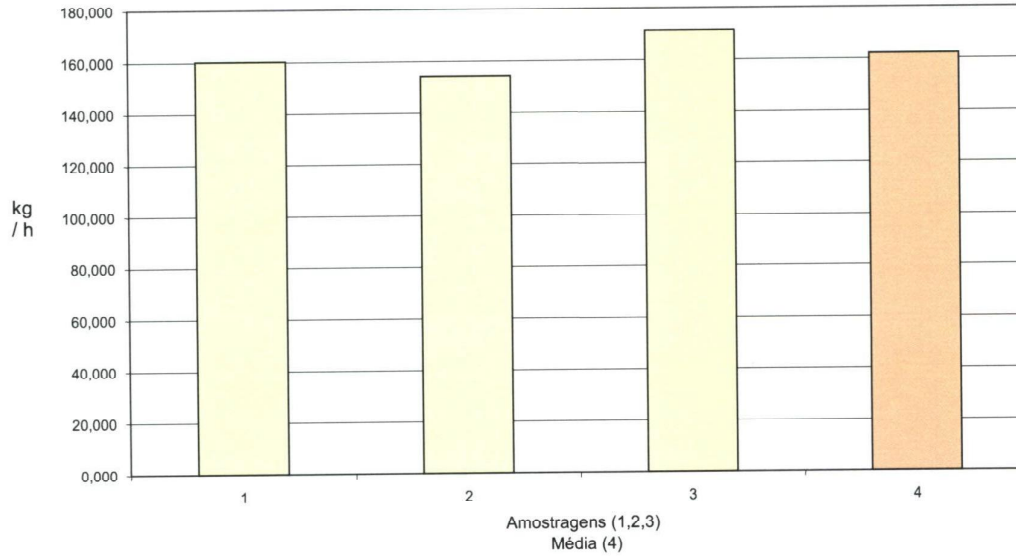
SAYBOLT / ISATEC

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



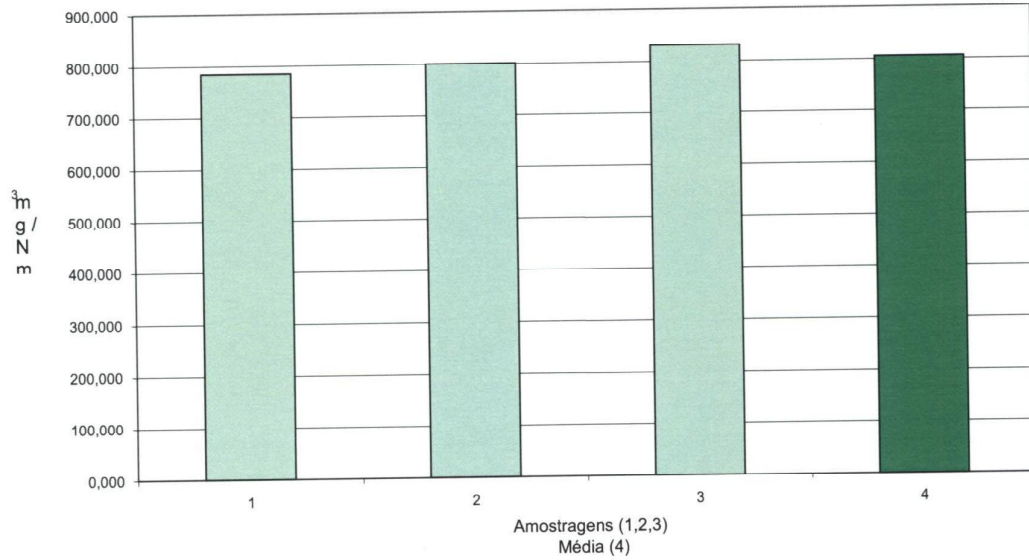
- 5 / 9 -

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.

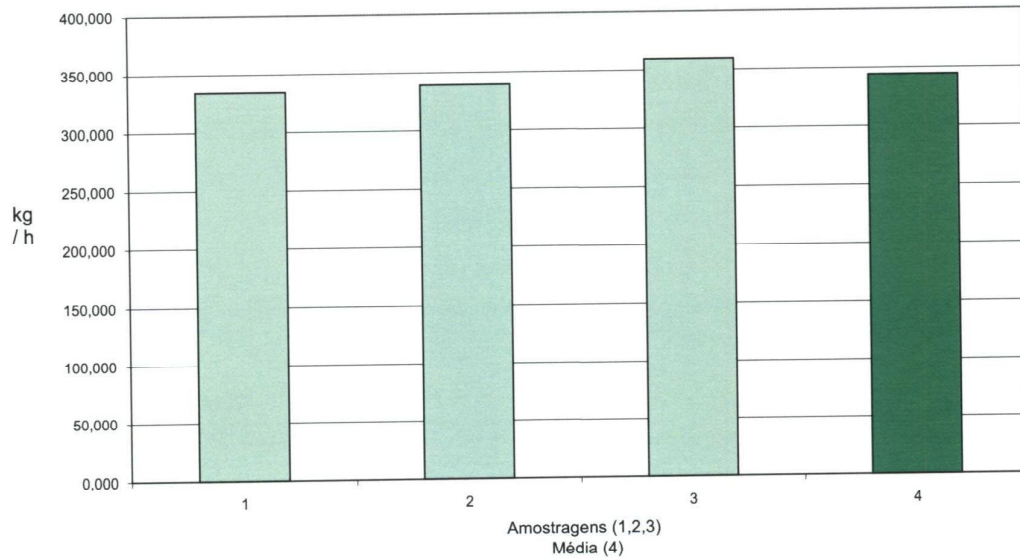
SAYBOLT / ISATEC

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

Concentração de SO₂ no efluente



Taxa de emissão de SO₂



- 6 / 9 -

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.

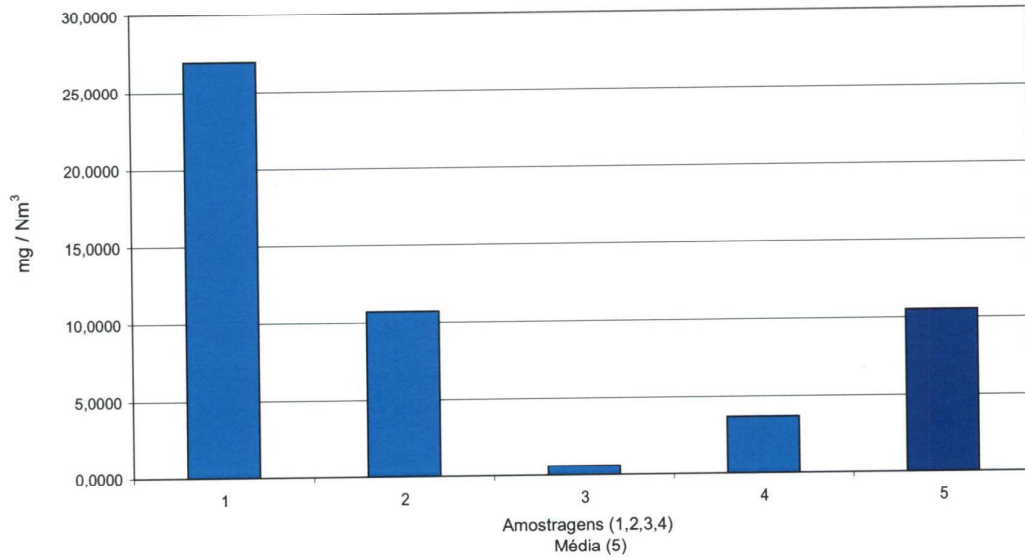
SAYBOLT / ISATEC

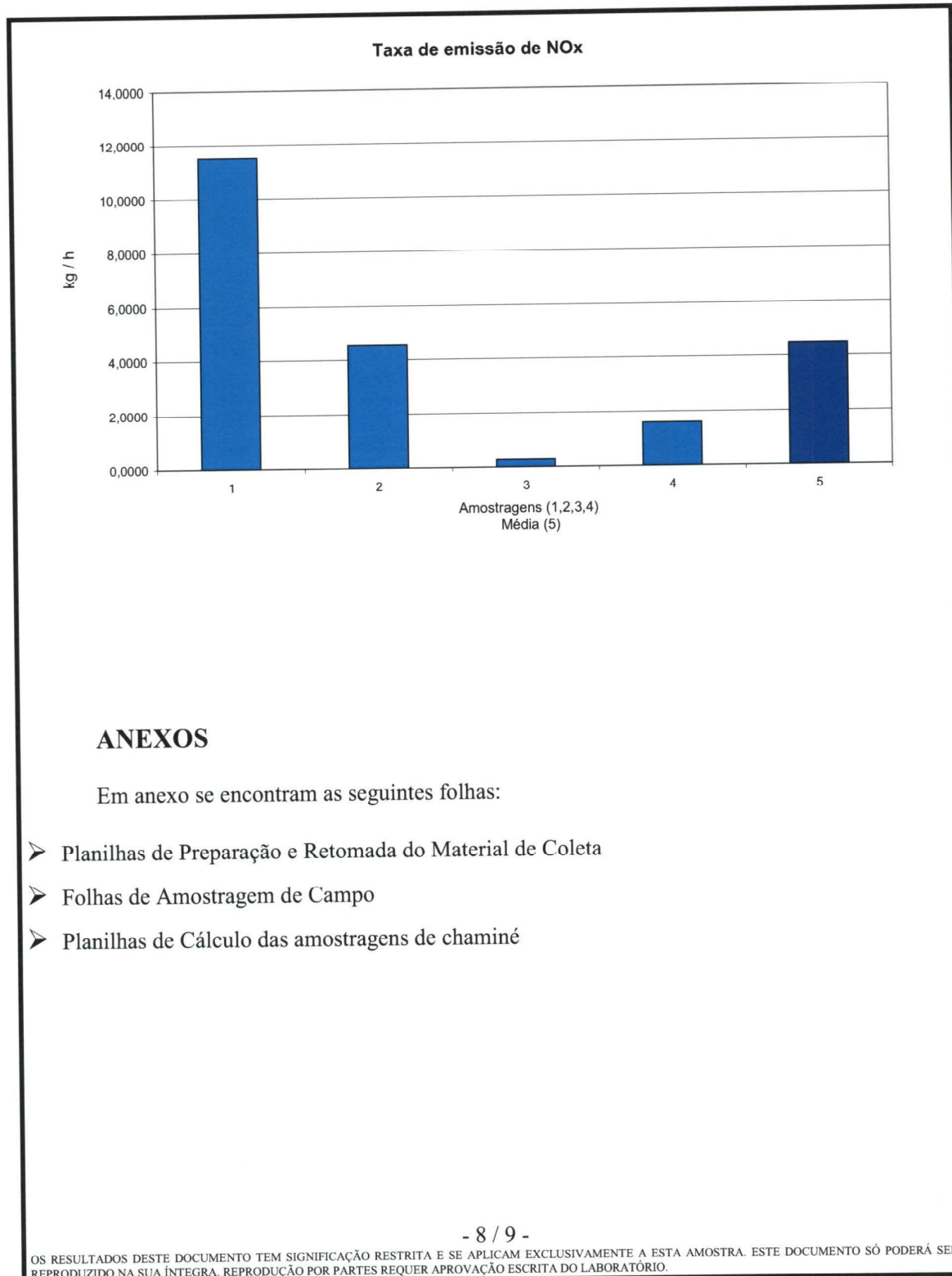
Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	427513,0				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	26,9139	10,6702	0,6034	3,7111	10,4747
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	11,5060	4,5616	0,2580	1,5866	4,4781

Concentração de NO_x no efluente





Rio Grande, 08 maio de 2012.

FILIPPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: 05303202

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Eng. Químico
CRQ: 04354688

- 9 / 9 -

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 CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM I

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira II			25/04/12		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,15 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Luiz Zolair			7,5 mm		1		0,862		Fim
									16:00
									17:05
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	5,00	-	32,50	16	15	91	200011,800
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	17	15	91	-
3	5	141,2	7,00	-	45,50	18	16	91	-
4	5	335,8	7,00	-16,50	45,50	18	16	91	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	19	17	91	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	19	17	92	200589,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	5,00	-	32,50	18	17	92	200589,600
2	5	69,6	6,00	-16,50	39,00	20	18	92	-
3	5	141,2	7,00	-	45,50	20	18	92	-
4	5	335,8	6,00	-16,50	39,00	21	18	92	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	21	19	92	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	21	19	92	201174,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	5,917	-16,250	38,458	19,0	17,1	91,6	1162,400

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos	
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	11	12	12	12	Sonda Rígida	EA 026
						Coluna U	EA 075
						Termopar Chaminé	EA 069
						Aparelho	EA 071
						Pitot	P 09
						Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

Temperatura Ambiente	17	°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 ESTACIONÁRIAS **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

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 **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	719,39	724,38	4,99
2	200	H2O2 5%	697,11	719,03	21,92
3	200	H2O2 5%	703,98	708,55	4,57
4	-	Silica	712,46	722,33	9,87
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2832,94	2874,29	41,35

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	13,3	-	-	13,3	32	4,3
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	6,7	-	-	6,7	44	2,9
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,60

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0318	g	de	MP	Certificado nº	233.394 / 233.416
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	233.397 / 233.417
836,95	mg	de	SO2	Certificado nº	233.400 / 233.418

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	25	43,7049	44,0742	0,3693
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3693

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 II	DATA 25/04/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 41,350	(R) Tc = 656,85	("Hg)Patm = 29,150	("H ₂ O)Pest = -0,640	(mm) Øb = 7,50
(R) Tm = 524,48	("H ₂ O)ΔH = 1,514	(ft ³) Vm = 41,049	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,604	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,482	(min) @ = 60	
(mg)MP = 401,100	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 836,945		

Pc = Pressão na chaminé	29,103	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,261	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,495	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	51,690	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,046		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,070		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1876,269	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	9,531	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	101,22	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaecc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	613181,339	m ³ / h	Vaecc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	426075,168	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaecc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmenbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,066	Nm ³	Vmenbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP = Concentração de Material Particulado no efluente	376,12	mg / Nm ³	C MP = MP / Vmenbs
Te MP = Taxa de Emissão de Material Particulado	160,256	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 / Vmenbs
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	784,83	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmenbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	334,395	kg / h	Te SO ₂ = (C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan03

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira II			25/04/12		2	
Amostragem de			Duto	Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77	29,15		60 minutos			
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp	Início		
Luiz Zolair			6,5	7,5	1	0,862	18:00		
				mm			Fim		
							19:05		
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	5,00	-	32,50	18	17	91	201186,400
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	19	17	91	-
3	5	141,2	7,00	-	45,50	19	18	91	-
4	5	335,8	6,00	-16,50	39,00	20	18	91	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	20	19	91	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	21	19	91	201768,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	5,00	-	32,50	20	19	91	201768,800
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	21	19	91	-
3	5	141,2	7,00	-	45,50	22	20	91	-
4	5	335,8	6,00	-16,50	39,00	22	20	90	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	23	20	90	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	23	21	90	202358,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	5,833	-16,167	37,917	20,7	18,9	90,8	1172,000

Monitoramentos	Identificação dos equipamentos				
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	10	Sonda Rígida	EA 026
				Coluna U	EA 075
				Termopar Chaminé	EA 069
				Aparelho	EA 071
				Pitot	P 09
				Boquilha	7,5

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

* Diferença entre a temperatura ambiente e temperatura no gasômetro seco entrada: Máximo 6°C
 OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
 IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan04

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIA **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	NUMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável

Renato Soares

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

Borbulhadores

Responsável

Renato Soares

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	718,91	724,24	5,33
2	200	H2O2 5%	699,24	721,27	22,03
3	200	H2O2 5%	707,15	711,86	4,71
4	-	Sílica	713,47	722,99	9,52
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2838,77	2880,36	41,59

Composição do Gases

Responsável

Renato Soares

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	13,4	-	-	13,4	32	4,3
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	6,6	-	-	6,6	44	2,9
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,59

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável

LABAN

0,0308	g	de	MP	Certificado nº	233.395 / 233.416
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	233.398 / 233.417
855,09	mg	de	SO2	Certificado nº	233.401 / 233.418

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável

Luiz Zolair

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	30	40,1157	40,4739	0,3582
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3582

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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 6 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 2

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 41,590	(R) Tc = 655,35	("Hg)Patm= 29,150	("H ₂ O)Pest= -0,636	(mm) Øb = 7,50
(R) Tm = 527,63	("H ₂ O)ΔH= 1,493	(ft ³) Vm = 41,388	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,592	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,478	(min) @ = 60	
(mg)MP = 389,000	(mg)H2SO4 = 0,000	(mg)SO2 = 855,085		

Pc = Pressão na chaminé	29,103	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,260	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,504	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	51,684	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,046		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,056		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1861,916	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc _i = Velocidade na chaminé	9,459	m / s	Vc _i = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	102,00	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaecc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	608490,648	m ³ / h	Vaecc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	423716,617	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaecc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmenbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,069	Nm ³	Vmenbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	363,98	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmenbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	154,225	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H2SO4= Concentração de H2SO4 no efluente	0,00	mg / Nm ³	C H2SO4= H2SO4 / Vmenbs
Te H2SO4= Taxa de Emissão de H2SO4	0,000	kg / h	Te H2SO4=(C H2SO4 * Vaecnbs) / 1000000
C SO2= Concentração de SO2 no efluente	800,09	mg / Nm ³	C SO2= SO2 / Vmenbs
Te SO2= Taxa de Emissão de SO2	339,011	kg / h	Te SO2=(C SO2 * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
 PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira II			25/04/12		3		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,15 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		FCM		Cp		Início	20:10
Luiz Zolair			6,5		1		0,862		Fim	21:15
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	5,00	-	32,50	19	18	90	202371,600	
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	20	18	90	-	
3	5	141,2	7,00	-	45,50	20	19	90	-	
4	5	335,8	7,00	-16,50	45,50	21	19	90	-	
5	5	407,4	6,00	-	39,00	21	20	90	-	
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	22	20	90	202943,800	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	5,50	-	35,75	21	20	90	202943,800	
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	22	20	90	-	
3	5	141,2	7,00	-	45,50	22	21	90	-	
4	5	335,8	7,00	-16,50	45,50	23	21	90	-	
5	5	407,4	6,00	-	39,00	23	21	90	-	
6	5	456,0	5,50	-16,00	35,75	23	22	90	203522,800	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	6,083	-16,167	39,542	21,4	19,9	90,0	1151,200	

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	12	14

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	7,5

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

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

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

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIA **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	NUMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

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

Borbulhadores

Responsável **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	709,78	715,15	5,37
2	200	H2O2 5%	699,02	722,11	23,09
3	200	H2O2 5%	702,35	706,38	4,03
4	-	Silica	711,58	720,52	8,94
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2822,73	2864,16	41,43

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

Identificação do analisador de gases **EA 018**

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	13,3	-	-	13,3	32	4,3
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	6,7	-	-	6,7	44	2,9
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,60

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0326	g	de	MP	Certificado n°	233.396 / 233.416
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado n°	233.399 / 233.417
869,75	mg	de	SO2	Certificado n°	233.402 / 233.418

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	31	45,6528	46,0345	0,3817
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3817

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

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O =	41,430	(R) Tc =	654,00	("Hg)Patm=	29,150	("H ₂ O)Pest=	-0,636	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	529,20	("H ₂ O)ΔH=	1,557	(ft ³) Vm =	40,654	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,604	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,488	(min) @ =	60		
(mg)MP =	414,300	(mg)H ₂ SO ₄ =	0,000	(mg)SO ₂ =	869,745				

Pc =	Pressão na chaminé	29,103	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,264	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,489	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	50,520	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,047		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,059		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1899,174	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	9,648	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	620666,923	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	432747,329	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmecnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,047	Nm ³	Vmecnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	395,77	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmecnbs
Tc MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	171,269	Kg / h	Tc 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 / Vmecnbs
Tc H ₂ SO ₄ =	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	0,000	kg / h	Tc H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	830,85	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmecnbs
Tc SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	359,548	kg / h	Tc 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 CASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 10 - PLANILHA DE CÁLCULO DE CONCENTRAÇÃO E TAXA DE EMISSÃO DE NOX

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira II	DATA 25/04/12	Responsável Luiz Zohar
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	----------------------------------

Vacuômetro		Barômetro		Termômetro		Pipeta	
EA 133		EA 065		204620/03		M 007	
Identificação dos Equipamentos							
Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 001	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 004	Identificação do Frasco	EA 053
Volume do Frasco (Vf)	2229,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2250,9 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL
Condições Iniciais							
Data	25/04/2012	Data	25/04/2012	Data	25/04/2012	Data	25/04/2012
Hora	21:50	Hora	21:55	Hora	22:00	Hora	22:05
Pressão Atmosférica inicial	739,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	739,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	739,6 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	739,6 mmHg
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,6 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	339,6 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	17 °C	Temperatura inicial do Frasco	17 °C	Temperatura inicial do Frasco	17 °C	Temperatura inicial do Frasco	17 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	290 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	290 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	290 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	290 K
Condições Finais							
Data	26/04/2012	Data	26/04/2012	Data	26/04/2012	Data	26/04/2012
Hora	14:10	Hora	14:15	Hora	14:20	Hora	14:25
Pressão Atmosférica Final	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica Final	738,4 mmHg
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	15 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	728,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	728,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	723,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	728,4 mmHg
Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C	Temperatura final do Frasco	15 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	288 K
Resultados de Análise							
Massa Total de NOx (m _{NOx})	28,94 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	11,5 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	0,64 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	4,03 µg
Cert Ensaio N°	233.403 / 233.423	Cert Ensaio N°	233.404 / 233.423	Cert Ensaio N°	233.405 / 233.423	Cert Ensaio N°	233.406 / 233.423
Cálculo do Volume amostrado							
Volume da amostra nas condições normais, base seca (V _{an})	1075,28 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (V _{an})	1071,77 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (V _{an})	1060,57 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (V _{an})	1085,92 mL
Cálculo da Concentração de NOX							
Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	26,914 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	10,670 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	0,603 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	3,711 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOX							
Vazão (V _{accnbs})	427513 Nm ³ /h	Vazão (V _{accnbs})	427513 Nm ³ /h	Vazão (V _{accnbs})	427513 Nm ³ /h	Vazão (V _{accnbs})	427513 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{ENox})	11,506 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{ENox})	4,562 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{ENox})	0,258 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{ENox})	1,587 Kg/h

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

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

$$T_{ENox} = C_{NOx} \cdot V_{accnbs} \cdot 10^{-6}$$

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 - Plan 10