

Relatório nº 010 de 10/02/2012

Monitoramento de Chaminé

Campanhas de Amostragens Isocinéticas na Fase A

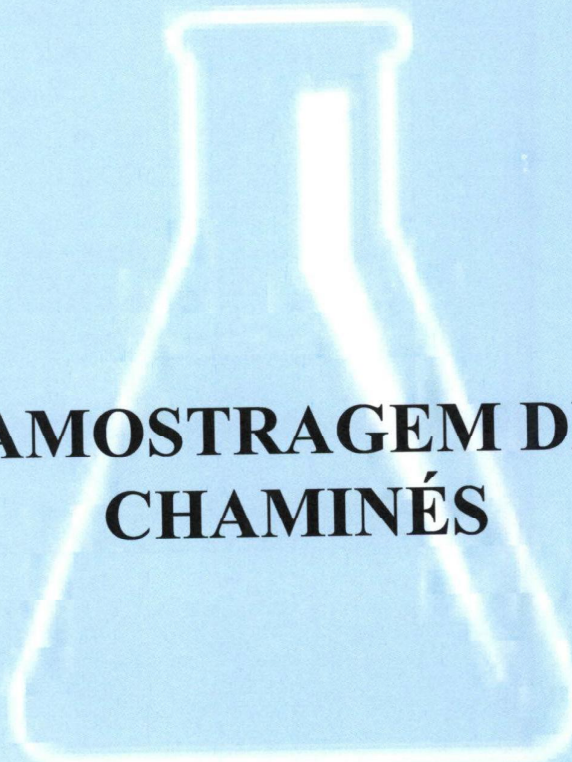
Anexo III

Relatório de Amostragem Isocinética Nº 230.941 de 18/01/2012

ISATEC Pesquisa Desenvolvimento e Análises Químicas LTDA.

RELATÓRIO DE ENSAIO

230.941 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

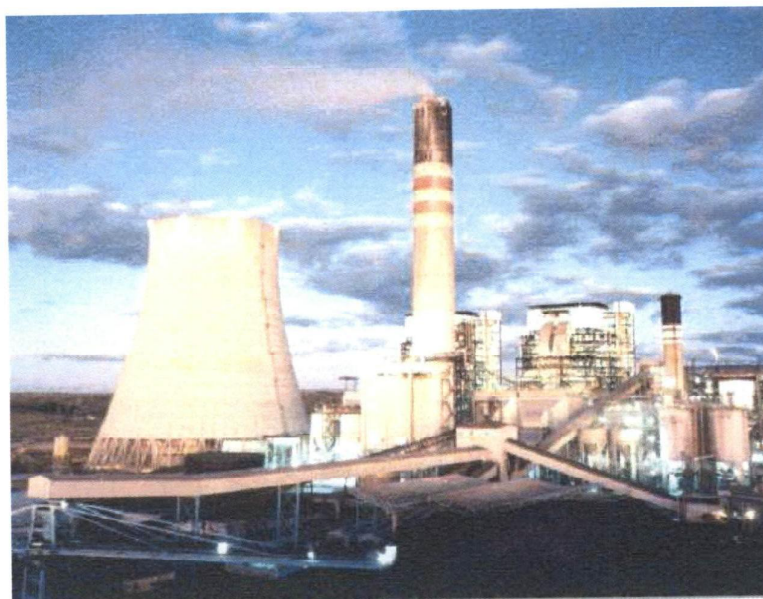
ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 18 de janeiro 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 com Turbogenerador II.

DATA: 18 de janeiro de 2012.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira I 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

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

4. DADOS DA CHAMINÉ/DUTO:

- | | |
|--|---------------|
| ➤ Formato da chaminé/duto: | Circular |
| ➤ Diâmetro da Chaminé: | 4,77 m |
| ➤ Distância após o ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 2 Diâmetros |
| ➤ Distância antes do ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 8 Diâmetros |
| ➤ Número de pontos da seção transversal: | 06 pontos |

5. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E DE COLETA

- Durante o período das medições, a Unidade funcionou, segundo informações da Empresa, nas condições usuais de trabalho.
- As coletas e medições foram realizadas utilizando-se um equipamento completo para amostragens de gases e particulados.
- As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da ISATEC – Rio Grande/RS.
- Os trabalhos de coleta e medição foram realizados pelos técnicos da ISATEC na presença de representantes da CGTEE.
- A preparação dos filtros e frascos lavadores, bem como a recuperação das amostras foram realizados nas dependências da CGTEE.
- Os resultados desta amostragem são válidos para o dia e condições operacionais praticados nesta ocasião.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

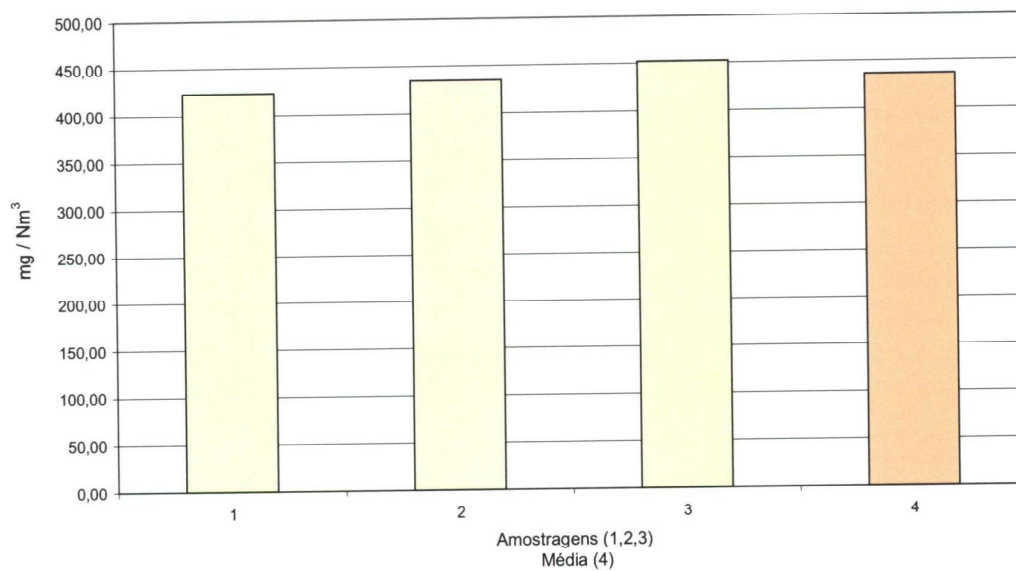
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	18/01/12	18/01/12	18/01/12	-
Hora início da amostragem	h:min	14:00	15:55	20:20	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:05	17:00	21:25	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	99,0	99,6	100,0	99,5
Pressão na chaminé	"Hg	29,18	29,18	29,16	29,17
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,37	29,37	29,37	29,37
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,01	2,94	2,93	2,96
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	51,76	52,28	52,43	52,16
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,055	0,053	0,053	0,054
Peso molecular base úmida		29,053	29,084	29,089	29,075
Velocidade na chaminé	ft / min	2595,05	2599,92	2592,46	2595,81
Velocidade na chaminé	m / s	13,18	13,21	13,17	13,19
Área da Boquilha	ft ²	0,00036	0,00036	0,00036	0,00036
Isocinetismo	%	98,48	99,11	99,65	99,08
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	848086,35	849676,20	847238,29	848333,62
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	573744,81	574907,68	572446,14	573699,54
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0495	1,0583	1,0594	1,0557
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	423,26	434,77	451,66	436,56
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	242,845	249,953	258,549	250,449
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	4,45	4,20	3,74	4,128
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	2,553	2,412	2,140	2,368
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	858,39	861,01	744,74	821,38
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	492,497	495,001	426,322	471,274

- 4 / 10 -

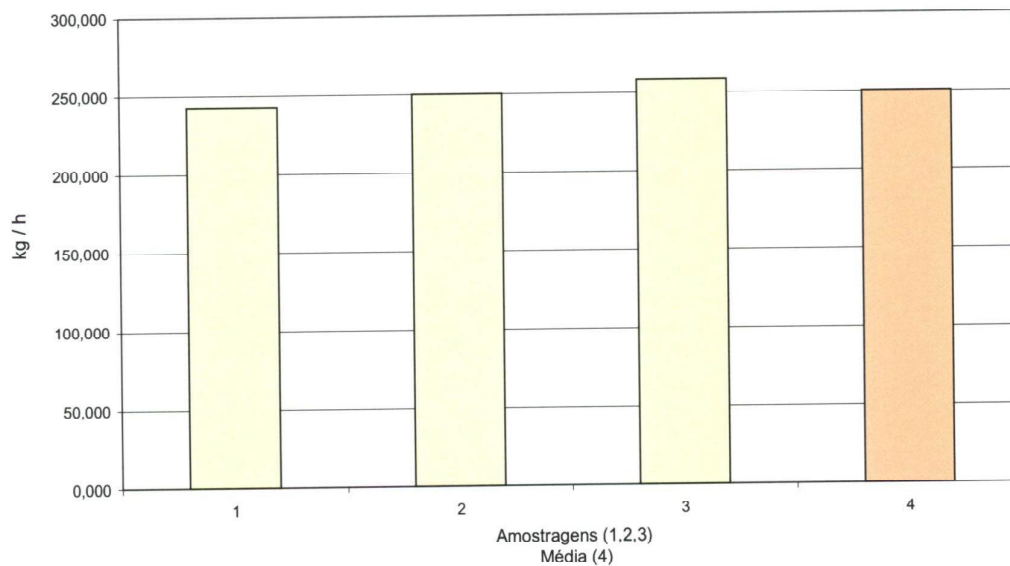
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

Concentração de Material Particulado no efluente



Taxa de emissão de Material Particulado

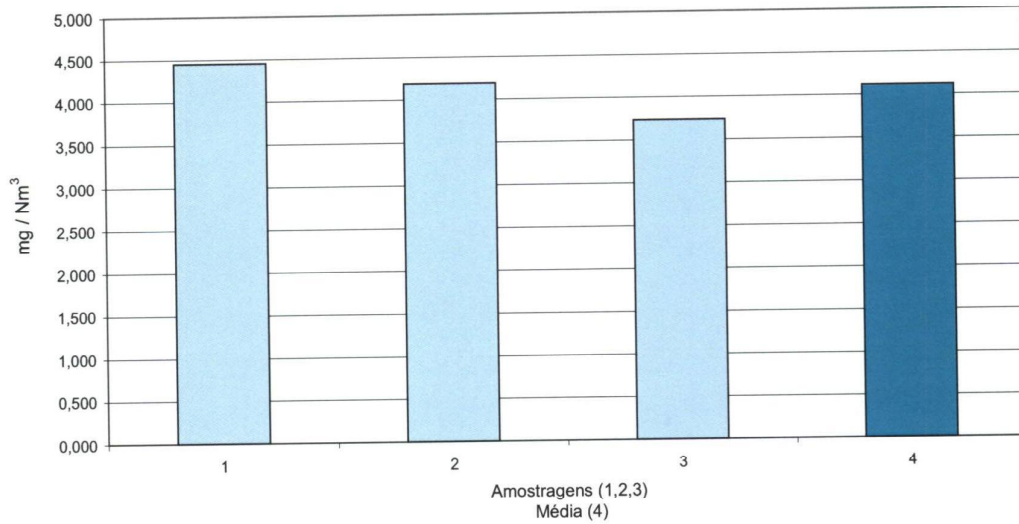


- 5 / 10 -

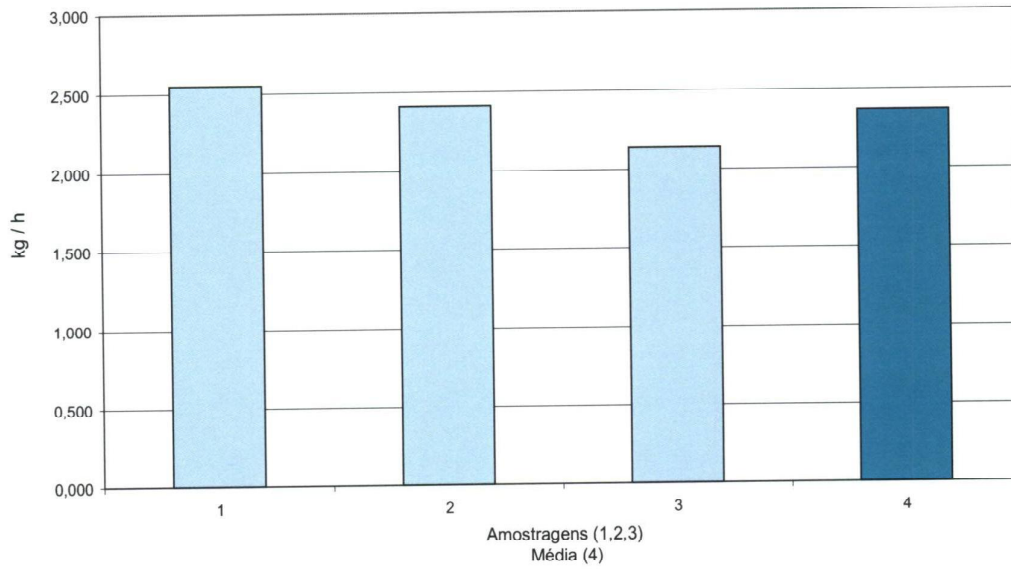
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

Concentração de H_2SO_4 no efluente



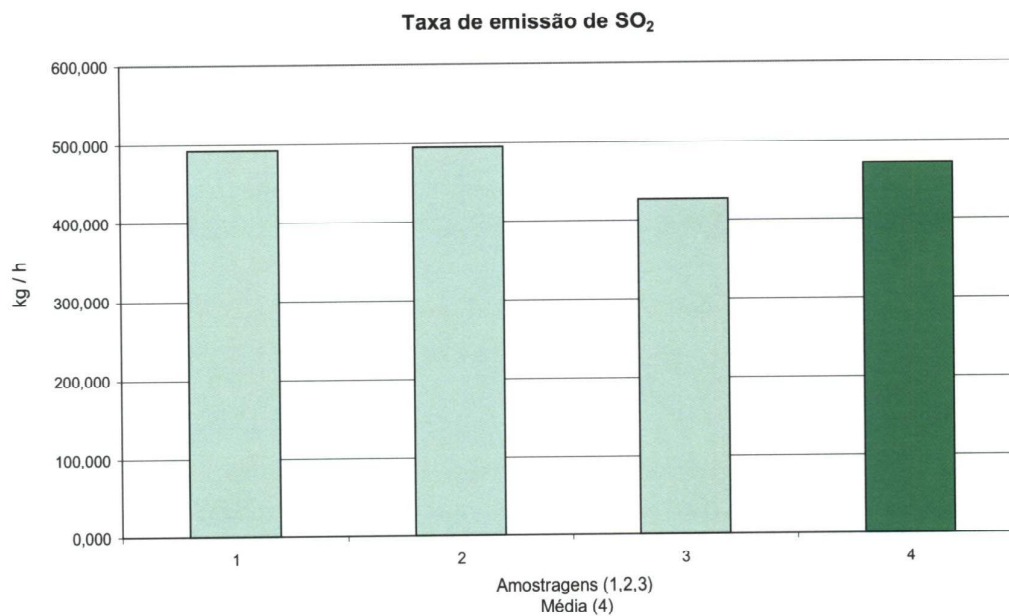
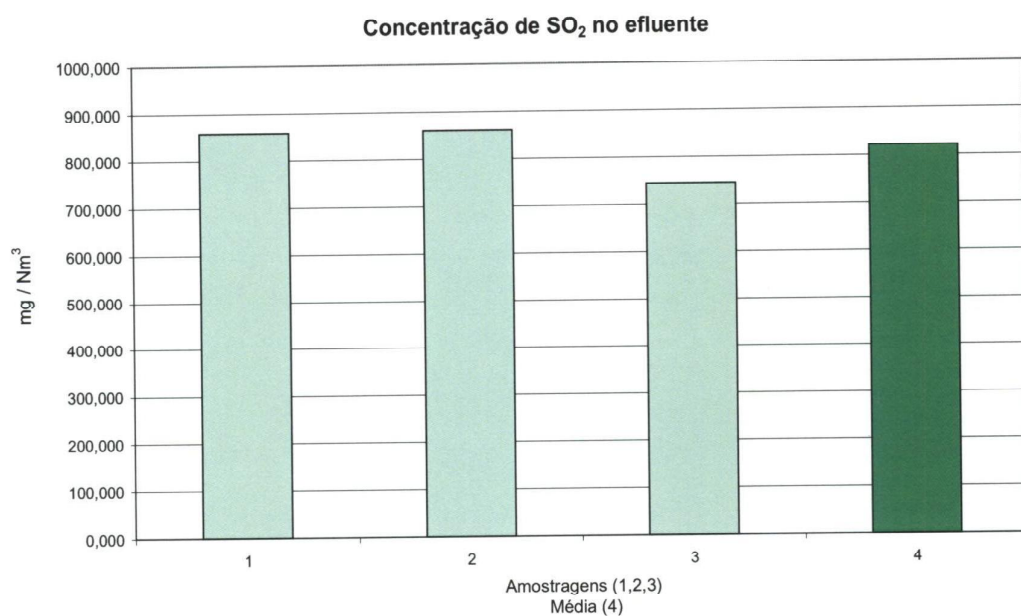
Taxa de emissão de H_2SO_4



- 6 / 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012



- 7 / 10 -

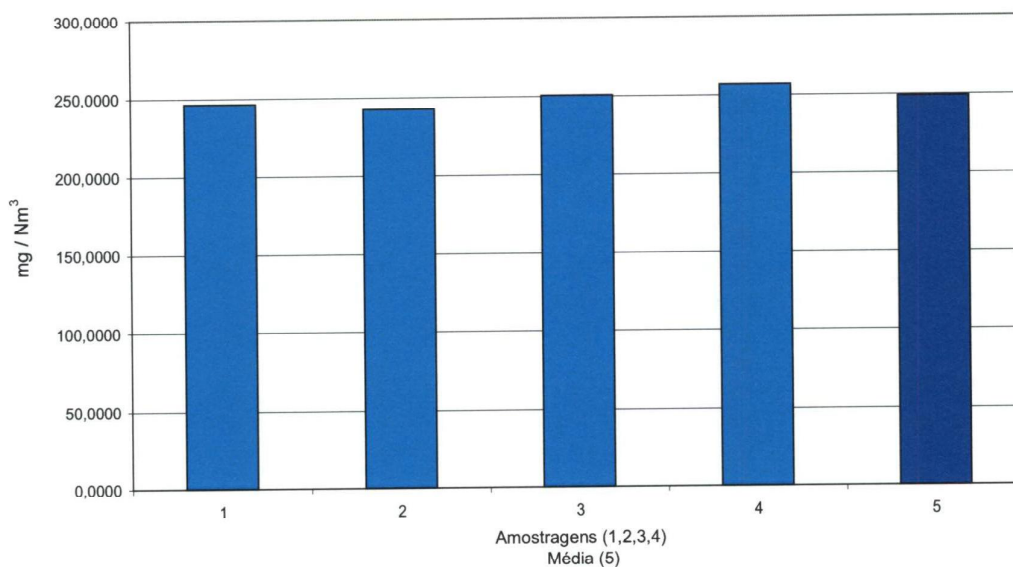
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

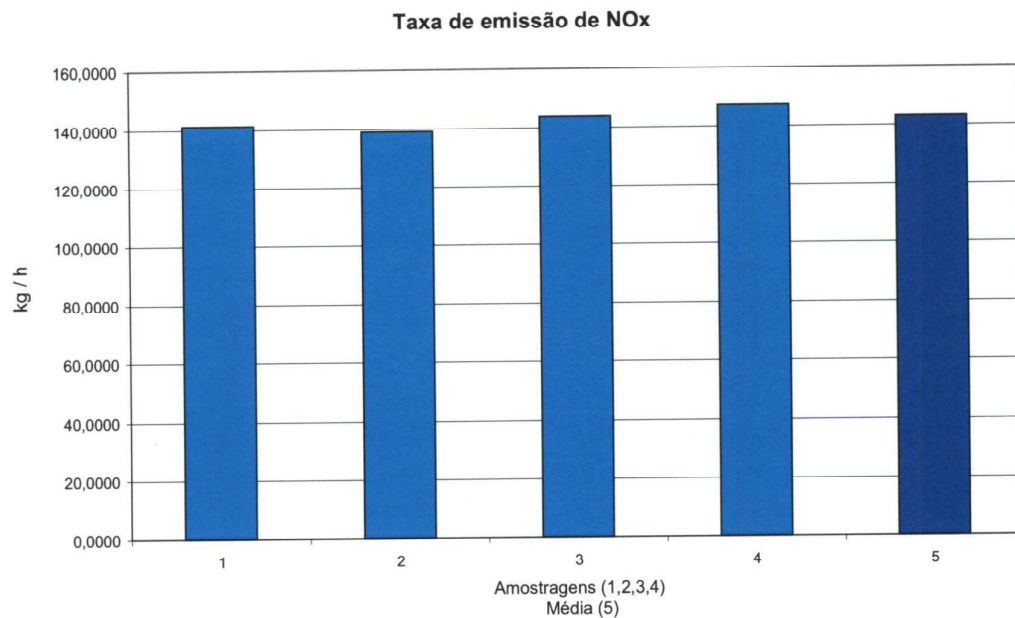
6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	573699,5				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	246,4290	242,3210	250,5360	256,6960	248,9955
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	141,3762	139,0194	143,7324	147,2664	142,8486

Concentração de NO_x no efluente



Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012



ANEXOS

Em anexo se encontram as seguintes folhas:

- Planilhas de Preparação e Retomada do Material de Coleta
- Folhas de Amostragem de Campo
- Planilhas de Cálculo das amostragens de chaminé
- AFT –Anotação de função técnica do responsável.

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

Rio Grande, 27 de janeiro de 2012.

FILIPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: LP7746

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Coordenador Saybolt/Isatec
Rio Grande

- 10 / 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 230.941 / 2012

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira 1			18/01/12		1	
Amostragem de			Duto	Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m	29,25 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			Boquilha	FCM		Cp	Início		
Luiz Zolair			6,5 mm	1		0,862	Fim		
			K						
			3,6						
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	10,00	-	36,00	26	25	99	129322,400
2	5	69,6	11,00	-23,00	39,60	26	25	99	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	27	26	99	-
4	5	335,8	12,00	-24,00	43,20	27	26	99	-
5	5	407,4	11,00	-	39,60	28	27	99	-
6	5	456,0	10,00	-23,00	36,00	28	27	99	129902,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	10,50	-	37,80	27	27	99	129902,800
2	5	69,6	11,00	-23,00	39,60	28	28	99	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	29	28	99	-
4	5	335,8	12,00	-23,50	43,20	29	29	99	-
5	5	407,4	11,00	-	39,60	30	29	99	-
6	5	456,0	10,50	-23,00	37,80	30	30	99	130499,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	11,083	-23,250	39,900	27,9	27,3	99,0	1177,200

Monitoramentos	Identificação dos equipamentos					
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	11	12	Sonda Rígida	EA 026
					Coluna U	EA 140
					Termopar Chaminé	EA 069
					Aparelho	EA 071
					Pitot	P 09
					Boquilha	6,5

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	27	°C	Temperatura no Gasometro entrada	25	°C
			Temperatura no Gasometro saída	25	°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 ESTACIONÁRI **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 18/01/12	NUMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 072	Valor indicado na balança	499,9g <	499,97	<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%	601,29	606,04	4,75
2	200	H2O2 5%	749,52	774,99	25,47
3	200	H2O2 5%	747,19	754,88	7,69
4	-	Silica	718,32	729,42	11,10
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2816,32	2865,33	49,01

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	12,0	11,9	12,1	12,0	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	7,6	7,5	7,7	7,6	44	3,3
N ₂	80,4	80,6	80,2	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,70

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0214	g	de	M.P.	Certificado nº	230.941 / 230.952
4,67	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.944 / 230.950
900,85	mg	de	SO2	Certificado nº	230.947 / 230.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	13	61,1652	61,588	0,4228
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4228

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 I

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I	18/01/12	I

(g) $MH_2O =$	49,010	(R) $Tc =$	670,20	("Hg) $Patm =$	29,250	("H ₂ O) $Pest =$	-0,915	(mm) $\Theta b =$	6,50
(R) $Tm =$	541,65	("H ₂ O) $\Delta H =$	1,571	(ft ³) $Vm =$	41,572	$Cp =$	0,862	(m) $\Theta C =$	4,77
FCM =	1,00	$Pms =$	29,696	("H ₂ O) $\Delta P^{1/2} =$	0,660	(min) $@ =$	60		
(mg) $M.P. =$	444,200	(mg) $H_2SO_4 =$	4,670	(mg) $SO_2 =$	900,850				

$Pc =$	Pressão na chaminé	29,183	"Hg	$Pc = Patm + Pest / 13,6$	
$Pm =$	Pressão no medidor de gas	29,366	"Hg	$Pm = Patm + \Delta H / 13,6$	
$Vacc =$	Volume agua nas condições de chaminé	3,009	ft ³	$Vacc = (MH_2O * Tc) / (374 * Pc)$	
$Vmcc =$	Volume gases medido nas condições chaminé	51,761	ft ³	$Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)$	
$Pvva =$	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,055		$Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)$	
$Pmu =$	Peso molecular base úmida	29,053		$Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)$	
$Vc =$	Velocidade na chaminé	2595,053	ft / min	$Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)]^{1/2} * \Delta P^{1/2}$	
$Vc_1 =$	Velocidade na chaminé	13,183	m / s	$Vc_1 = Vc * 0,00508$	
$Ab =$	Área da Boquilha	0,000357	ft ²	$Ab = (\Theta b / 25,4)^2 / 183,35$	
$I =$	Isocinetismo	90 < I < 110	98,48	%	$I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100$
$Ac =$	Área da Chaminé	17,8701	m ²	$Ac = \Theta c^2 * 0,7854$	
$Vaacc =$	Vazão do efluente nas condições da chaminé	848086,353	m ³ / h	$Vaacc = Ac * Vc * 18,288$	
$Vaaccnbs =$	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	573744,814	Nm ³ / h	$Vaaccnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc$	
$Vmcnbs =$	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,049	Nm ³	$Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)$	
$C.M.P. =$	Concentração de M.P. no efluente	423,26	mg / Nm ³	$C.M.P. = M.P. / Vmcnbs$	
$Te.M.P. =$	Taxa de Emissão de M.P.	242,845	Kg / h	$Te.M.P. = (C.M.P. * Vaaccnbs) / 1000000$	
$C.H_2SO_4 =$	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	4,45	mg / Nm ³	$C.H_2SO_4 = H_2SO_4 / Vmcnbs$	
$Te.H_2SO_4 =$	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	2,553	kg / h	$Te.H_2SO_4 = (C.H_2SO_4 * Vaaccnbs) / 1000000$	
$C.SO_2 =$	Concentração de SO ₂ no efluente	858,39	mg / Nm ³	$C.SO_2 = SO_2 / Vmcnbs$	
$Te.SO_2 =$	Taxa de Emissão de SO ₂	492,497	kg / h	$Te.SO_2 = (C.SO_2 * Vaaccnbs) / 1000000$	

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 I			18/01/12		2	
Amostragem de			Duto	Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77	m	29,25	pol Hg		60 minutos	
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp	Início	15:55	
Luiz Zolair			3,6	6,5	1	0,862	Fim	17:00	
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	10,00	-	36,00	27	26	99	130511,000
2	5	69,6	11,00	-23,00	39,60	28	26	99	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	29	27	99	-
4	5	335,8	12,50	-23,00	45,00	29	27	99	-
5	5	407,4	11,00	-	39,60	30	28	99	-
6	5	456,0	10,00	-23,00	36,00	30	28	100	131103,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	10,00	-	36,00	29	28	100	131103,600
2	5	69,6	11,50	-23,00	41,40	30	29	100	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	31	29	100	-
4	5	335,8	12,00	-24,00	43,20	31	30	100	-
5	5	407,4	11,50	-	41,40	32	30	100	-
6	5	456,0	10,00	-24,00	36,00	32	31	100	131703,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	11,125	-23,333	40,050	29,8	28,3	99,6	1192,800

Monitoramentos

Identificação dos equipamentos						
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	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

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 1	DATA 18/01/12	NÚMERO 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%	602,47	606,98	4,51
2	200	H2O2 5%	750,13	774,72	24,59
3	200	H2O2 5%	746,92	754,75	7,83
4	-	Silica	715,82	726,76	10,94
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2815,34	2863,21	47,87

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	11,9	-	-	11,9	32	3,8
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	7,7	-	-	7,7	44	3,4
N ₂	80,4	-	-	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,71

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável

LABAN

0,0184	g	de	M.P.	Certificado nº	230.942 / 230.952
4,44	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.945 / 230.950
911,17	mg	de	SO2	Certificado nº	230.948 / 230.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável

Luiz Zolair

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	14	41,5229	41,9646	0,4417
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4417

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 I	18/01/12	2

(g) MH ₂ O =	47,870	(R) Tc =	671,25	("Hg) Patm =	29,250	("H ₂ O) Pest =	-0,919	(mm) Øb =	6,50
(R) Tm =	544,28	("H ₂ O) ΔH =	1,577	(ft ³) Vm =	42,123	Cp =	0,862	(m) Øc =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,708	("H ₂ O) ΔP ^{1/2} =	0,661	(min) @ =	60		
(mg) M.P. =	460,100	(mg) H ₂ SO ₄ =	4,440	(mg) SO ₂ =	911,170				

Pc =	Pressão na chaminé	29,182	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6	
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,366	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6	
Vacc =	Volume água nas condições de chaminé	2,944	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)	
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	52,277	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)	
Pvva =	Proporção vol. vapor/água nos gases chaminé	0,053		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)	
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,084		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)	
Vc =	Velocidade na chaminé	2599,918	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}	
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	13,208	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508	
Ab =	Área da Boquilha	0,000357	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35	
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	99,11	%	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	849676,205	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288	
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	574907,678	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc	
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,058	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)	
C M.P. =	Concentração de M.P. no efluente	434,77	mg / Nm ³	C M.P. = M.P. / Vmcnbs	
Te M.P. =	Taxa de Emissão de M.P.	249,953	Kg / h	Te M.P. = (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000	
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	4,20	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	2,412	kg / h	Te H ₂ SO ₄ = (C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000	
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	861,01	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs	
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	495,001	kg / h	Te SO ₂ = (C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000	

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan06

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

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I			18/01/12		3	
Amostragem de			Duto	Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77	29,25		60 minutos			
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp	Início		
Luiz Zolair			3,6	6,5	1	0,862	20:20		
				mm			Fim		
							21:25		
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	10,00	-	36,00	29	28	100	131712,200
2	5	69,6	11,00	-32,00	39,60	30	28	100	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	30	29	100	-
4	5	335,8	12,00	-30,00	43,20	31	29	100	-
5	5	407,4	11,00	-	39,60	31	30	100	-
6	5	456,0	10,00	-32,00	36,00	32	30	100	132309,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	10,00	-	36,00	31	30	100	132309,400
2	5	69,6	11,00	-32,00	39,60	32	31	100	-
3	5	141,2	12,00	-	43,20	33	31	100	-
4	5	335,8	12,50	-30,00	45,00	33	31	100	-
5	5	407,4	11,00	-	39,60	34	32	100	-
6	5	456,0	10,00	-32,00	36,00	34	32	100	132913,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	11,042	-31,333	39,750	31,7	30,1	100,0	1201,400

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	12	12	13	-	Sonda Rígida	EA 026
						Coluna U	EA 140
						Termopar Chaminé	EA 069
						Aparelho	EA 071
						Pitot	P 09
						Boquilha	6,5

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 I	DATA 18/01/12	NÚMERO 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%	600,85	605,34	4,49
2	200	H2O2 5%	749,36	773,54	24,18
3	200	H2O2 5%	747,20	754,75	7,55
4	-	Silica	718,11	729,37	11,26
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2815,52	2863,00	47,48

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	11,9	-	-	11,9	32	3,8
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	7,7	-	-	7,7	44	3,4
N ₂	80,4	-	-	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,71

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0200	g	de	M.P.	Certificado nº	230.943 / 230.952
3,96	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.946 / 230.950
789,00	mg	de	SO2	Certificado nº	230.949 / 230.951

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	15	51,8961	52,3546	0,4585
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4585

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	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I	18/01/12	3

(g) $MH_2O =$	47,480	(R) $T_c =$	672,00	("Hg) $Patm =$	29,250	("H ₂ O) $P_{est} =$	-1,234	(mm) $\Theta_b =$	6,50
(R) $T_m =$	547,58	("H ₂ O) $\Delta H =$	1,565	(ft ³) $V_m =$	42,427	$C_p =$	0,862	(m) $\Theta_c =$	4,77
FCM =	1,00	$P_{ms} =$	29,708	("H ₂ O) $\Delta P^{1/2} =$	0,659	(min) $@ =$	60		
(mg) $M.P. =$	478,500	(mg) $H_2SO_4 =$	3,960	(mg) $SO_2 =$	789,000				

$P_c =$	Pressão na chaminé	29,159	"Hg	$P_c = Patm + P_{est} / 13,6$	
$P_m =$	Pressão no medidor de gas	29,365	"Hg	$P_m = Patm + \Delta H / 13,6$	
$V_{acc} =$	Volume agua nas condições de chaminé	2,926	ft ³	$V_{acc} = (MH_2O * T_c) / (374 * P_c)$	
$V_{mcc} =$	Volume gases medido nas condições chaminé	52,435	ft ³	$V_{mcc} = (V_m * T_c * P_m * FCM) / (T_m * P_c)$	
$P_{vva} =$	Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,053		$P_{vva} = V_{acc} / (V_{acc} + V_{mcc})$	
$P_{mu} =$	Peso molecular base úmida	29,089		$P_{mu} = P_{ms} * (1 - P_{vva}) + (18 * P_{vva})$	
$V_c =$	Velocidade na chaminé	2592,458	ft / min	$V_c = 5128,8 * C_p * [(T_c) / (P_c * P_{mu})]^{1/2} * \Delta P^{1/2}$	
$V_{c1} =$	Velocidade na chaminé	13,170	m / s	$V_{c1} = V_c * 0,00508$	
$A_b =$	Área da Boquilha	0,000357	ft ²	$A_b = (\Theta_b / 25,4)^2 / 183,35$	
$I =$	Isocinetismo	90 < I < 110	99,65	%	$I = [(V_{mcc} + V_{acc}) / (@ * A_b * V_c)] * 100$
$A_c =$	Área da Chaminé	17,8701	m ²	$A_c = \Theta_c^2 * 0,7854$	
$V_{acc} =$	Vazão do efluente nas condições da chaminé	847238,289	m ³ / h	$V_{acc} = A_c * V_c * 18,288$	
$V_{accnbs} =$	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	572446,139	Nm ³ / h	$V_{accnbs} = [V_{acc} * P_c * (1 - P_{vva}) * 16,44] / T_c$	
$V_{mccnbs} =$	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,059	Nm ³	$V_{mccnbs} = (V_m * P_m * FCM) / (T_m * 2,1476)$	
$C.M.P. =$	Concentração de M.P. no efluente	451,66	mg / Nm ³	$C.M.P. = M.P. / V_{mccnbs}$	
$T_e.M.P. =$	Taxa de Emissão de M.P.	258,549	Kg / h	$T_e.M.P. = (C.M.P. * V_{accnbs}) / 1000000$	
$C.H_2SO_4 =$	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	3,74	mg / Nm ³	$C.H_2SO_4 = H_2SO_4 / V_{mccnbs}$	
$T_e.H_2SO_4 =$	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	2,140	kg / h	$T_e.H_2SO_4 = (C.H_2SO_4 * V_{accnbs}) / 1000000$	
$C.SO_2 =$	Concentração de SO ₂ no efluente	744,74	mg / Nm ³	$C.SO_2 = SO_2 / V_{mccnbs}$	
$T_e.SO_2 =$	Taxa de Emissão de SO ₂	426,322	kg / h	$T_e.SO_2 = (C.SO_2 * V_{accnbs}) / 1000000$	

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
Caldreira I

DATA
18/01/12

Responsável
Luiz Zolar

Vacuômetro		Barômetro		Termômetro		Pipeta	
EA 138	EA 065	EA 065	204620/03	M 007	M 007	M 007	M 007
Amostra 01							
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	18/01/2012	Data	18/01/2012	Data	18/01/2012	Data	18/01/2012
Hora	19:20	Hora	19:25	Hora	19:30	Hora	19:35
Pressão Atmosférica inicial	743 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	743 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	743 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	743 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)	343 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	343 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	343 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	343 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C	Temperatura inicial do Frasco	27 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K
Condições Finais							
Data	19/01/2012	Data	19/01/2012	Data	19/01/2012	Data	19/01/2012
Hora	13:10	Hora	13:15	Hora	13:20	Hora	13:25
Pressão Atmosférica Final	744 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744 mmHg	Pressão Atmosférica Final	744 mmHg
Pressão final do Frasco	26 mmHg	Pressão final do Frasco	26 mmHg	Pressão final do Frasco	26 mmHg	Pressão final do Frasco	26 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	718 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	718 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	718 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	718 mmHg
Temperatura final do Frasco	5 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C	Temperatura final do Frasco	10 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	278 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	283 K
Resultados de Análise							
Massa Total de NOx (m _{NOx})	280,837 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	268,019 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	276,215 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	286,065 µg
Cert Ensaio N°	230.953 / 230.957	Cert Ensaio N°	230.954 / 230.957	Cert Ensaio N°	230.955 / 230.957	Cert Ensaio N°	230.956 / 230.957
Cálculo do Volume amostrado							
Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1139,63 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1106,05 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1102,5 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1114,41 mL
Cálculo da Concentração de NOx							
Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	246,429 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	242,321 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	250,536 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	256,696 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx							
Vazão (V _{vacenbs})	573700 Nm ³ /h	Vazão (V _{vacenbs})	573700 Nm ³ /h	Vazão (V _{vacenbs})	573700 Nm ³ /h	Vazão (V _{vacenbs})	573700 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{NOx})	141,376 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{NOx})	139,019 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{NOx})	143,732 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{NOx})	147,266 Kg/h

$$T_{NOx} = C_{NOx} * V_{vacenbs} * 10^4$$

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

$$V_{an} = (273 * (Vf - Va)) / (P(Tf) - (Pi(Ti)))$$

Limite de detecção do método: 1,32µg
 OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICACAO RESTRIITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
 ISITENAM - E-0004 Rev.02-Plm10