

# RELATÓRIO DE ENSAIO

233.267 / 2012



## AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

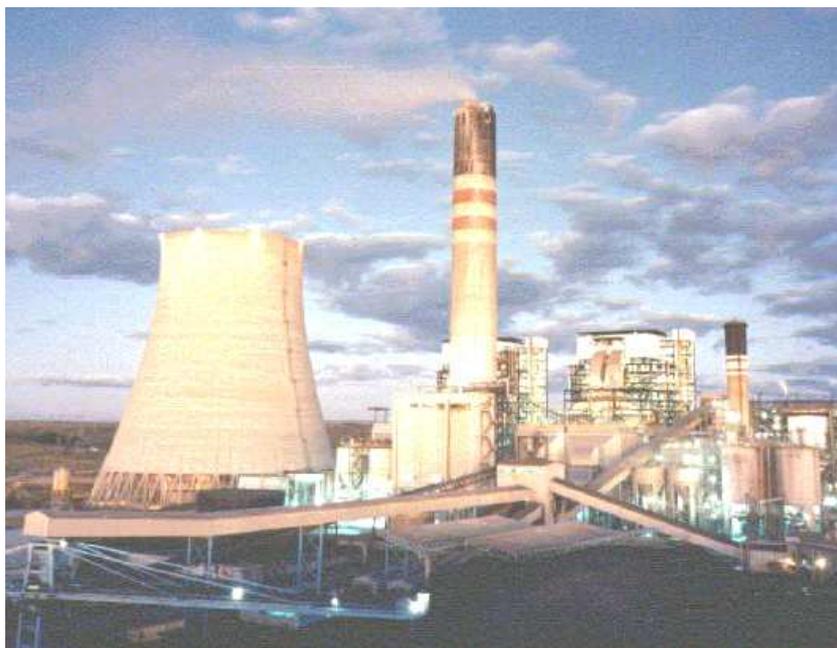
**ISATEC**

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

**PROCESSO:** Caldeira II – Chaminé

**DATA:** 20 de abril de 2012.

**AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO,  
NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NÉVOAS DE SO<sub>3</sub> E H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**



**EMPRESA: CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA  
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Usina Presidente Medici  
Candiota – RS

**LOCAL:** Caldeira II – Chaminé

**DATA:** 23 de Novembro de 2011.

- 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 II na Chaminé para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, névoas de SO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## 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<sub>2</sub> e névoas de SO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em DCFE  
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO<sub>x</sub> 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<sub>x</sub>

		AMOSTRAS				Média
		1	2	3		
Dia da Amostragem	d:m:a	20/04/12	20/04/12	20/04/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	09:30	12:25	14:35	-	
Hora de término da amostragem	h:min	10:35	13:30	15:40	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	96,58	96,67	97,00	96,8	
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 <sup>3</sup>	2,38	2,45	1,74	2,19	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft <sup>3</sup>	49,59	49,40	50,13	49,70	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,046	0,047	0,033	0,042	
Peso molecular base úmida		29,10	29,10	29,26	29,153	
Velocidade na chaminé	ft / min	1836,34	1836,75	1832,50	1835,20	
Velocidade na chaminé	m / s	9,33	9,33	9,31	9,32	
Área da Boquilha	ft <sup>2</sup>	0,000476	0,000476	0,000476	0,00048	
Isocinetismo	%	99,19	98,94	99,20	99,11	
Área da Chaminé	m <sup>2</sup>	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m <sup>3</sup> / h	600132,73	600265,39	598877,66	599758,59	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup> / h	411457,83	410815,21	415439,19	412570,74	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup>	1,01	1,01	1,02	1,0111	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	424,79	413,89	393,72	410,80	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	174,783	170,034	163,565	169,461	
Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	
Taxa de emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kg / h	0,000	0,000	0,000	0,000	
Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	891,895	1117,866	1024,787	1011,52	
Taxa de emissão de SO <sub>2</sub>	kg / h	366,977	459,236	425,737	417,317	

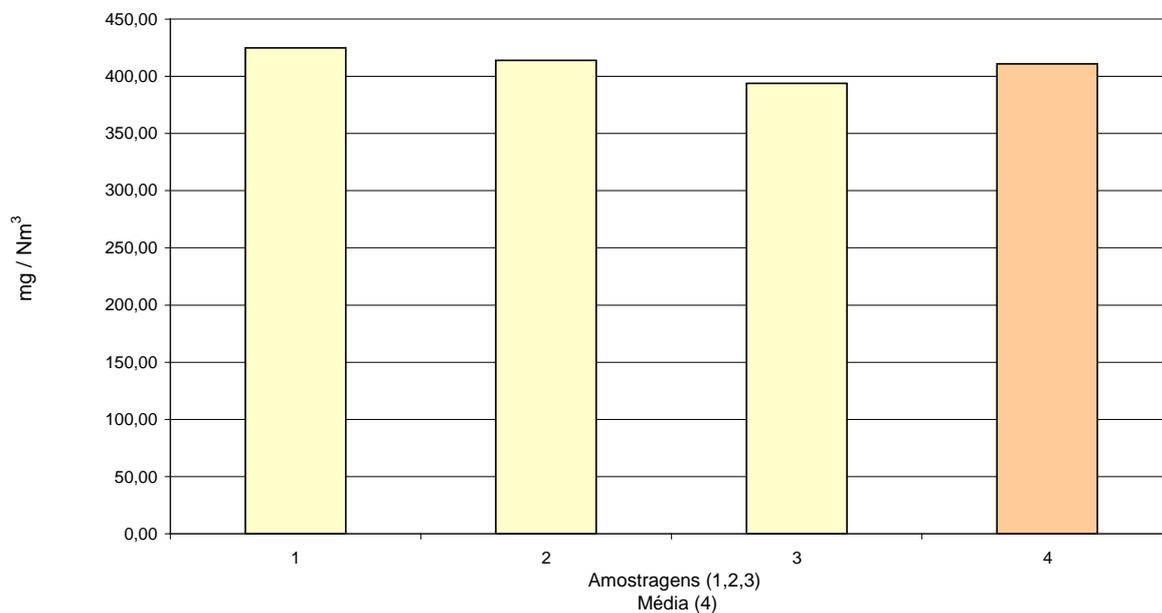
- 4 / 10 -

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.

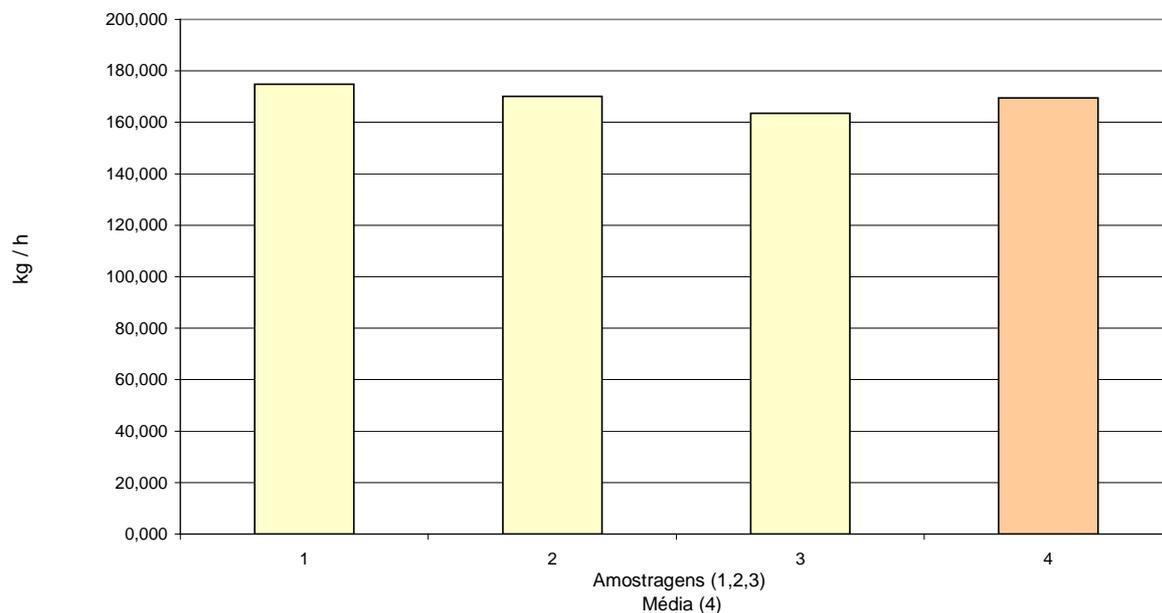
**SAYBOLT / ISATEC**

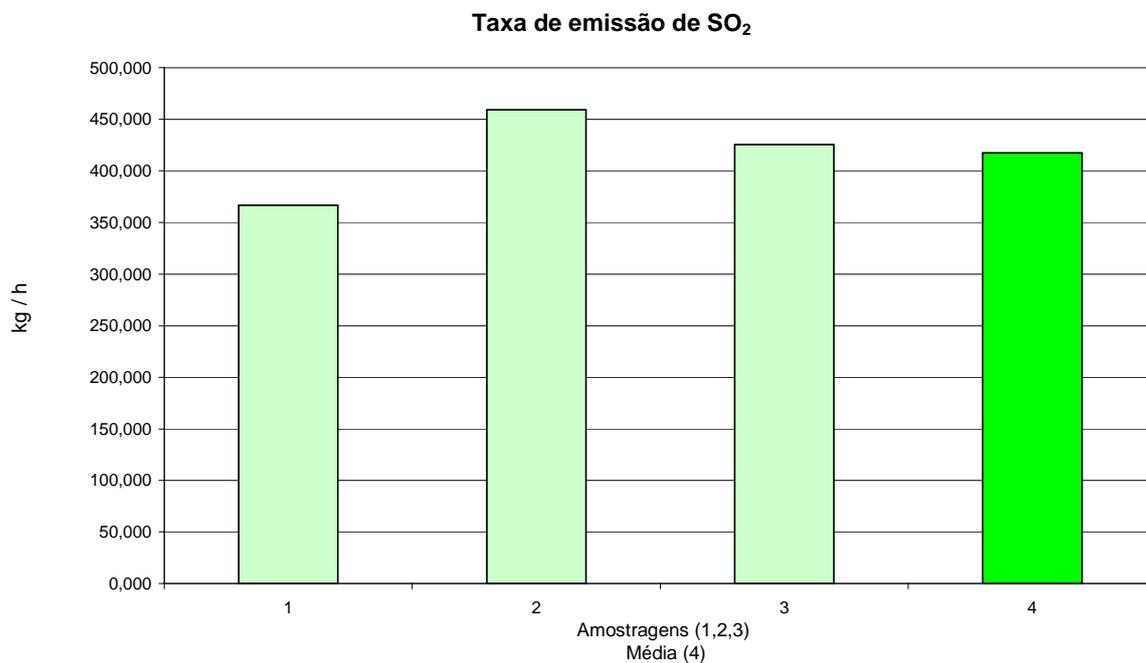
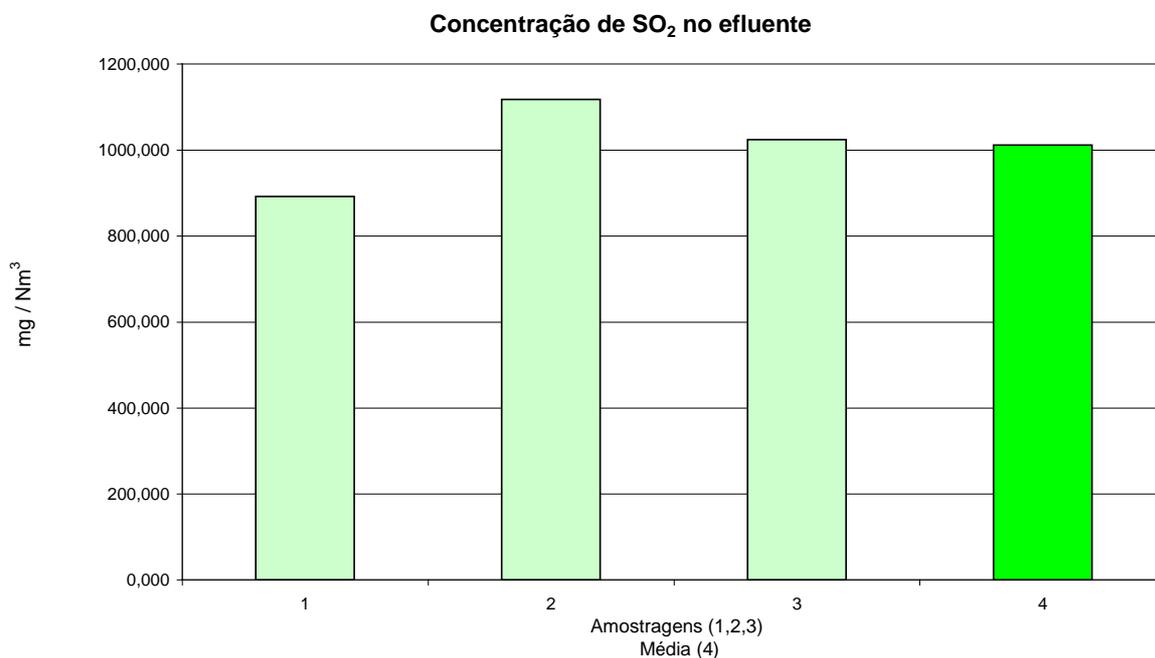
Av. Francisco Martins Bastos, 202  
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS  
Tel: (53) 3035-9900  
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Concentração de Material Particulado no efluente



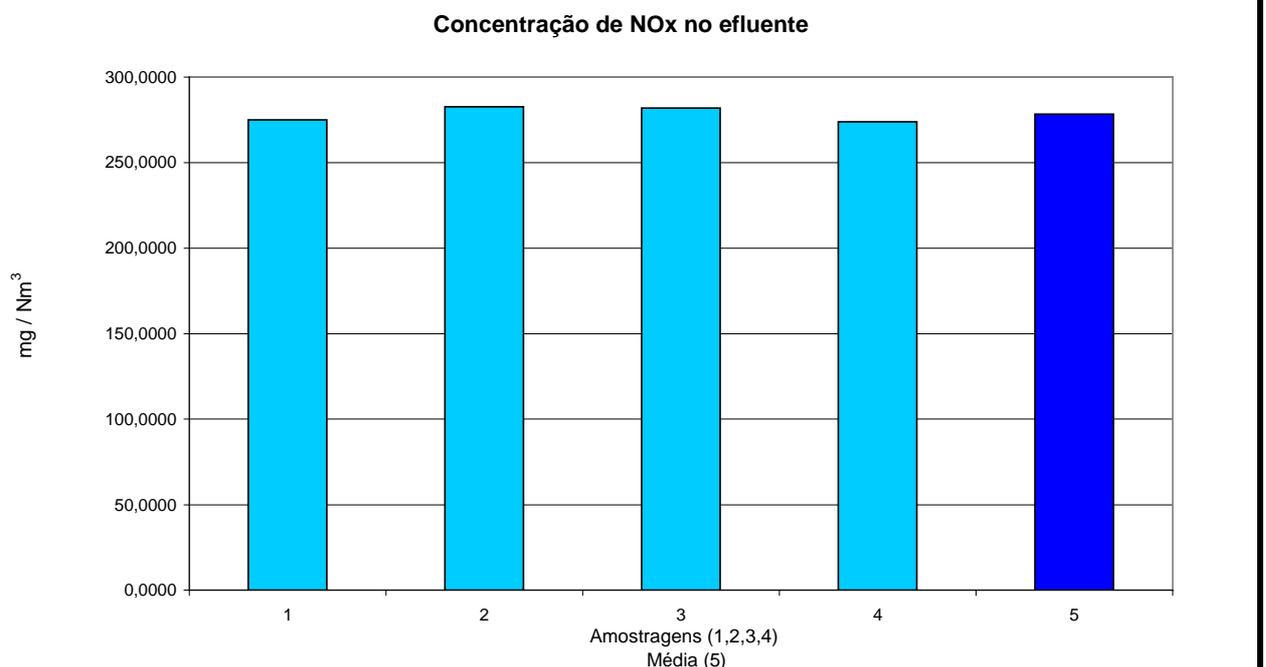
Taxa de emissão de Material Particulado



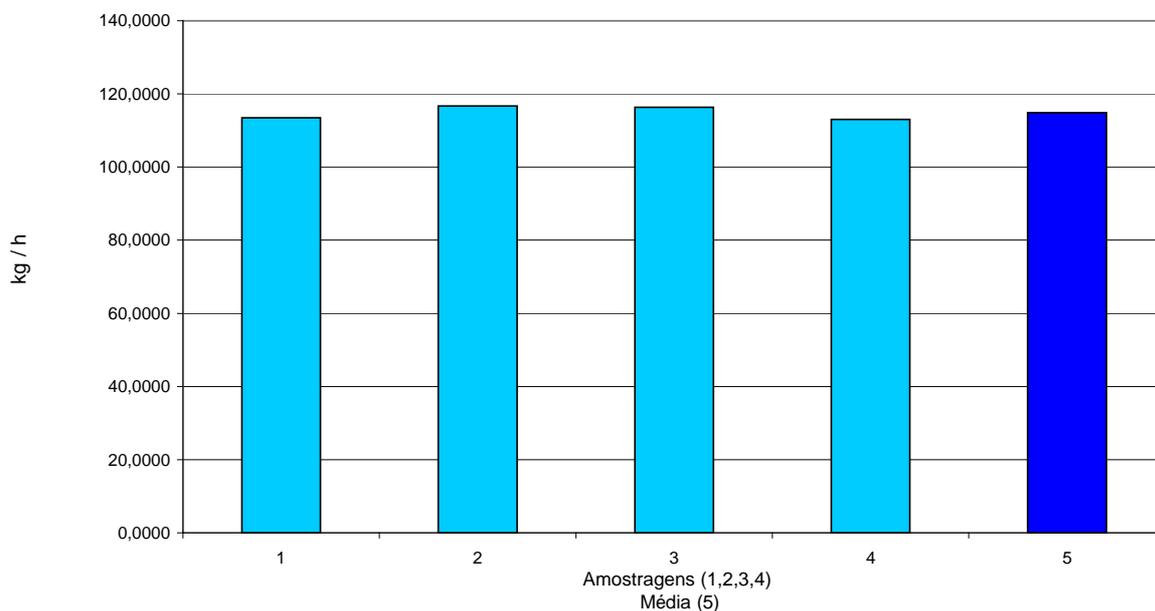


**6.2. RESULTADOS DE NO<sub>x</sub>**

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm <sup>3</sup> / h	412570,7				
Concentração de NO <sub>x</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	275,0252	282,7645	281,9150	273,8861	278,3977
Taxa de emissão de NO <sub>x</sub>	kg / h	113,4674	116,6603	116,3099	112,9974	114,8587



Taxa de emissão de NOx



## ANEXOS

Em anexo se encontram as seguintes folhas:

- Planilhas de Preparação e Retomada do Material de Coleta
- Folhas de Amostragem de Campo
- Planilhas de Cálculo das amostragens de chaminé

**Rio Grande, 02 maio de 2012.**

**FILIPE 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. ESTES DOCUMENTOS SÓ PODERÃO SER REPRODUZIDOS NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

**SAYBOLT / ISATEC**

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

**ANEXOS**

## CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira II			20/04/12		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,15 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K	Boquilha		FCM	Cp	Início	
Luiz Zolair			6,5	7,5 mm		1	0,862	Fim	
								09:30	10:35
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	21	20	96	196366,400
2	5	69,6	5,50	-16,00	35,75	22	21	96	-
3	5	141,2	6,00	-	39,00	23	22	96	-
4	5	335,8	6,00	-17,00	39,00	24	23	96	-
5	5	407,4	5,50	-	35,75	25	23	97	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	26	24	97	196926,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	5,00	-	32,50	25	24	97	196926,200
2	5	69,6	6,00	-16,50	39,00	26	24	97	-
3	5	141,2	6,00	-	39,00	27	25	97	-
4	5	335,8	6,00	-17,00	39,00	27	25	97	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	28	26	97	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	28	26	96	197490,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	5,583	-16,417	36,292	25,2	23,6	96,6	1124,200

## Monitoramentos

Monitoramentos					Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	8	8	9	9	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	22	°C	Temperatura no Gasometro entrada	20	°C
			Temperatura no Gasometro saída	20	°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 2 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 1

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira II	<b>DATA</b> 20/04/12	<b>NÚMERO</b> 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 <	499,91	<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%	716,38	721,55	5,17
2	200	H2O2 5%	695,27	715,44	20,17
3	200	H2O2 5%	705,02	709,27	4,25
4	-	Sílica	698,86	708,21	9,35
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2815,53	2854,47	38,94

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	12,9	12,8	13,0	12,9	32	4,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	7,0	7,1	6,9	7,0	44	3,1
N <sub>2</sub>	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,64

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0074	g	de	MP	Certificado nº	233.267 / 233.276
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	233.270 / 233.277
900,11	mg	de	SO2	Certificado nº	233.273 / 233.278

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	72	65,1185	65,5398	0,4213
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,4213

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**

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira II	<b>DATA</b> 20/04/12	<b>NÚMERO</b> 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 38,940	(R) Tc = 665,85	("Hg)Patm= 29,150	("H <sub>2</sub> O)Pest= -0,646	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 535,88	("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,429	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 39,700	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,636	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 0,468	(min) @ = 60	
(mg)MP = 428,700	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 0,000	(mg)SO <sub>2</sub> = 900,105		

Pc = Pressão na chaminé	29,102	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,255	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	2,382	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	49,588	ft <sup>3</sup>	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	29,103		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1836,341	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>
Vc <sub>1</sub> = Velocidade na chaminé	9,329	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,19	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	Ac = Θc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	600132,725	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	411457,829	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,009	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	424,79	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	174,783	Kg / h	Te MP=( C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	0,00	mg / Nm <sup>3</sup>	C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs
Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,000	kg / h	Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =( C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000
C SO <sub>2</sub> = Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	891,89	mg / Nm <sup>3</sup>	C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs
Te SO <sub>2</sub> = Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>	366,977	kg / h	Te SO <sub>2</sub> =( C SO <sub>2</sub> * Vaecnbs) / 1000000

**OBSERVAÇÕES:**

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan03

## CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira II			DATA 20/04/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,15 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 6,5	Boquilha 7,5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 12:25	Fim 13:30
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	$\Delta P$ mm H <sub>2</sub> O	Pressão Estática mm H <sub>2</sub> O	$\Delta H$ mm H <sub>2</sub> O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	5,00	-	32,50	25	24	97	197502,000
2	5	69,6	5,50	-16,50	35,75	26	24	97	-
3	5	141,2	6,00	-	39,00	27	25	97	-
4	5	335,8	6,00	-17,50	39,00	27	25	97	-
5	5	407,4	5,50	-	35,75	28	26	97	-
6	5	456,0	5,00	-16,50	32,50	28	26	97	198063,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	5,00	-	32,50	27	26	97	198063,400
2	5	69,6	6,00	-16,50	39,00	28	27	97	-
3	5	141,2	6,00	-	39,00	29	27	96	-
4	5	335,8	6,00	-17,00	39,00	30	28	96	-
5	5	407,4	6,00	-	39,00	30	28	96	-
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	31	28	96	198631,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	5,583	-16,667	36,292	28,0	26,2	96,7	1129,800

## Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	10	11	12	14		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

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

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira II	<b>DATA</b> 20/04/12	<b>NÚMERO</b> 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%	720,37	725,34	4,97
2	200	H2O2 5%	697,96	719,24	21,28
3	200	H2O2 5%	706,82	710,89	4,07
4	-	Sílica	700,09	709,85	9,76
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2825,24	2865,32	40,08

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	12,8	-	-	12,8	32	4,1
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	7,1	-	-	7,1	44	3,1
N <sub>2</sub>	80,1	-	-	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,65

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0075	g	de	MP	Certificado nº	233.268 / 233.276
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	233.271 / 233.277
1123,56	mg	de	SO2	Certificado nº	233.274 / 233.278

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	73	67,6179	68,0264	0,4085
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,4085

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 II	20/04/12	2

(g) MH <sub>2</sub> O =	40,080	(R) Tc =	666,00	("Hg)Patm=	29,150	("H <sub>2</sub> O)Pest=	-0,656	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	540,75	("H <sub>2</sub> O)ΔH=	1,429	(ft <sup>3</sup> ) Vm =	39,898	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,648	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> =	0,468	(min) @ =	60		
(mg)MP =	416,000	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	0,000	(mg)SO <sub>2</sub> =	1123,555				

Pc =	Pressão na chaminé	29,102	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,255	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	2,453	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	49,398	ft <sup>3</sup>	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	29,097		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1836,747	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>
Vc <sub>1</sub> =	Velocidade na chaminé	9,331	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	Ac = Θc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	600265,388	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	410815,206	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,005	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	413,89	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	170,034	Kg / h	Te MP=( C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	0,00	mg / Nm <sup>3</sup>	C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs
Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,000	kg / h	Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =( C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000
C SO <sub>2</sub> =	Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	1117,87	mg / Nm <sup>3</sup>	C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs
Te SO <sub>2</sub> =	Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>	459,236	kg / h	Te SO <sub>2</sub> =( C SO <sub>2</sub> * Vaecnbs) / 1000000

**OBSERVAÇÕES:**

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

## CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

## PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira II			20/04/12		3		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77	m	29,15	pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM	Cp	Início	14:35
Luiz Zolair			6,5		7,5 mm		1	0,862	Fim	15:40
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	27	26	97	198644,400	
2	5	69,6	5,50	-16,50	35,75	28	26	97	-	
3	5	141,2	6,00	-	39,00	28	27	97	-	
4	5	335,8	6,00	-17,00	39,00	29	27	97	-	
5	5	407,4	5,50	-	35,75	29	27	97	-	
6	5	456,0	5,00	-16,50	32,50	30	28	97	199216,800	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	5,00	-	32,50	29	28	97	199216,800	
2	5	69,6	6,00	-16,00	39,00	30	28	97	-	
3	5	141,2	6,00	-	39,00	31	29	97	-	
4	5	335,8	6,00	-17,00	39,00	31	29	97	-	
5	5	407,4	6,00	-	39,00	32	29	97	-	
6	5	456,0	5,00	-16,00	32,50	32	30	97	199796,200	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	5,583	-16,500	36,292	29,7	27,8	97,0	1151,800	

## Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	9	11	13	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 ESTACIONÁRIA **ISATEC**

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

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira II	<b>DATA</b> 20/04/12	<b>NÚMERO</b> 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%	712,29	717,37	5,08
2	200	H2O2 5%	698,02	707,53	9,51
3	200	H2O2 5%	701,91	706,25	4,34
4	-	Sílica	700,93	710,36	9,43
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2813,15	2841,51	28,36

**Composição do Gases**

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	12,8	-	-	12,8	32	4,1
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	7,1	-	-	7,1	44	3,1
N <sub>2</sub>	80,1	-	-	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,65

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0098	g	de	MP	Certificado nº	233.269 / 233.276
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	233.272 / 233.277
1044,27	mg	de	SO2	Certificado nº	233.275 / 233.278

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	74	63,9148	64,3062	0,3914
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,3914

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	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira II	20/04/12	3

(g) MH <sub>2</sub> O =	28,360	(R) Tc =	666,60	("Hg)Patm=	29,150	("H <sub>2</sub> O)Pest=	-0,650	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	543,75	("H <sub>2</sub> O)ΔH=	1,429	(ft <sup>3</sup> ) Vm =	40,675	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,648	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> =	0,468	(min) @ =	60		
(mg)MP =	401,200	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	0,000	(mg)SO <sub>2</sub> =	1044,265				

Pc =	Pressão na chaminé	29,102	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,255	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	1,737	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	50,127	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,033		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,258		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1832,501	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>
Vc <sub>1</sub> =	Velocidade na chaminé	9,309	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	Ac = Θc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	598877,657	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	415439,194	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,019	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	393,72	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	163,565	Kg / h	Te MP=( C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	0,00	mg / Nm <sup>3</sup>	C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs
Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =	Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,000	kg / h	Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =( C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000
C SO <sub>2</sub> =	Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	1024,79	mg / Nm <sup>3</sup>	C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs
Te SO <sub>2</sub> =	Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>	425,737	kg / h	Te SO <sub>2</sub> =( C SO <sub>2</sub> * 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**

**ISATEC**

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira II	<b>DATA</b> 20/04/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

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	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						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	20/04/2012	Data	20/04/2012	Data	20/04/2012	Data	20/04/2012
Hora	16:40	Hora	16:45	Hora	16:50	Hora	16:55
Pressão Atmosférica inicial	740,4 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	22 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	295 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	295 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	295 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	295 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	23/04/2012	Data	23/04/2012	Data	23/04/2012	Data	23/04/2012
Hora	08:30	Hora	08:35	Hora	08:40	Hora	08:45
Pressão Atmosférica Final	760 mmHg						
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 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	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	755 mmHg
Temperatura final do Frasco	16 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	313,83 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	327,29 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	321,4 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	319,41 µg
Cert Ensaio N°	233.279 / 233.283	Cert Ensaio N°	233.280 / 233.283	Cert Ensaio N°	233.281 / 233.283	Cert Ensaio N°	233.282 / 233.283
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)	1141,1 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1157,47 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1140,06 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1166,21 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 <sub>NOx</sub> )	275,025 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	282,764 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	281,915 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	273,886 mg/Nm <sup>3</sup>
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 <sub>ae</sub> )	412571 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>ae</sub> )	412571 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>ae</sub> )	412571 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>ae</sub> )	412571 Nm <sup>3</sup> /h
Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	113,467 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	116,660 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	116,310 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	112,997 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