

**Relatório n°. 008 de 13/12/2011**

**Monitoramento de Chaminé**

**Campanhas de Amostragens Isocinéticas na Fase A**

**Anexo I**

**Relatório de Amostragem Isocinética N° 229.170 de 23/11/2011**

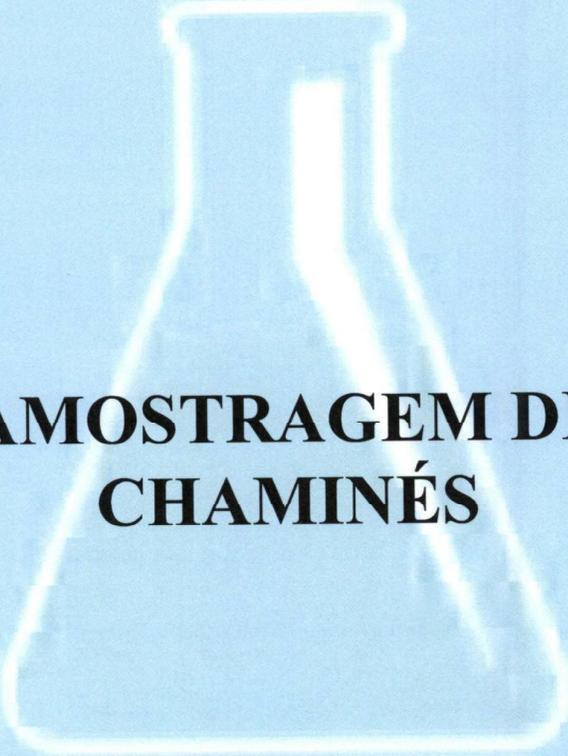
**ISATEC Pesquisa Desenvolvimento e Análises Químicas LTDA.**

---



# RELATÓRIO DE ENSAIO

229.170 / 2011



## AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

**ISATEC**

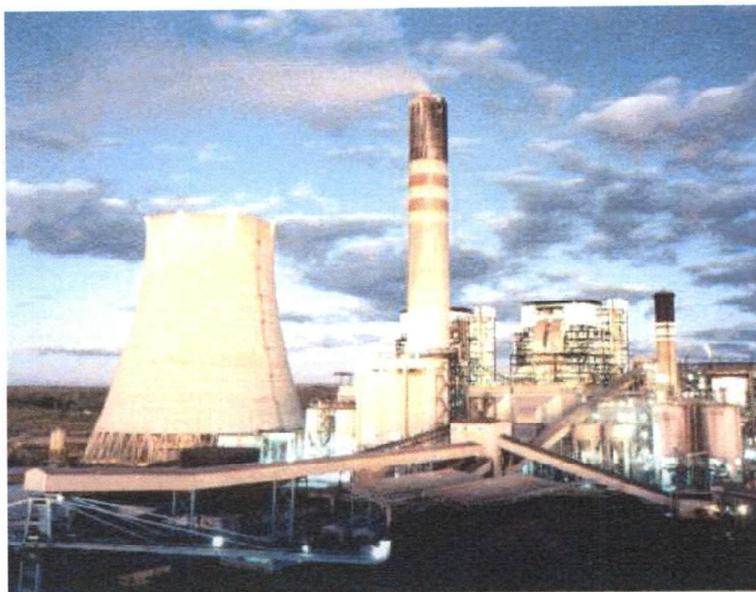
**EMPRESA:** CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE  
Candiota – RS

**PROCESSO:** Caldeira II – Chaminé

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

## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

### 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.

# Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

## 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

## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

### 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 229.170 / 2011

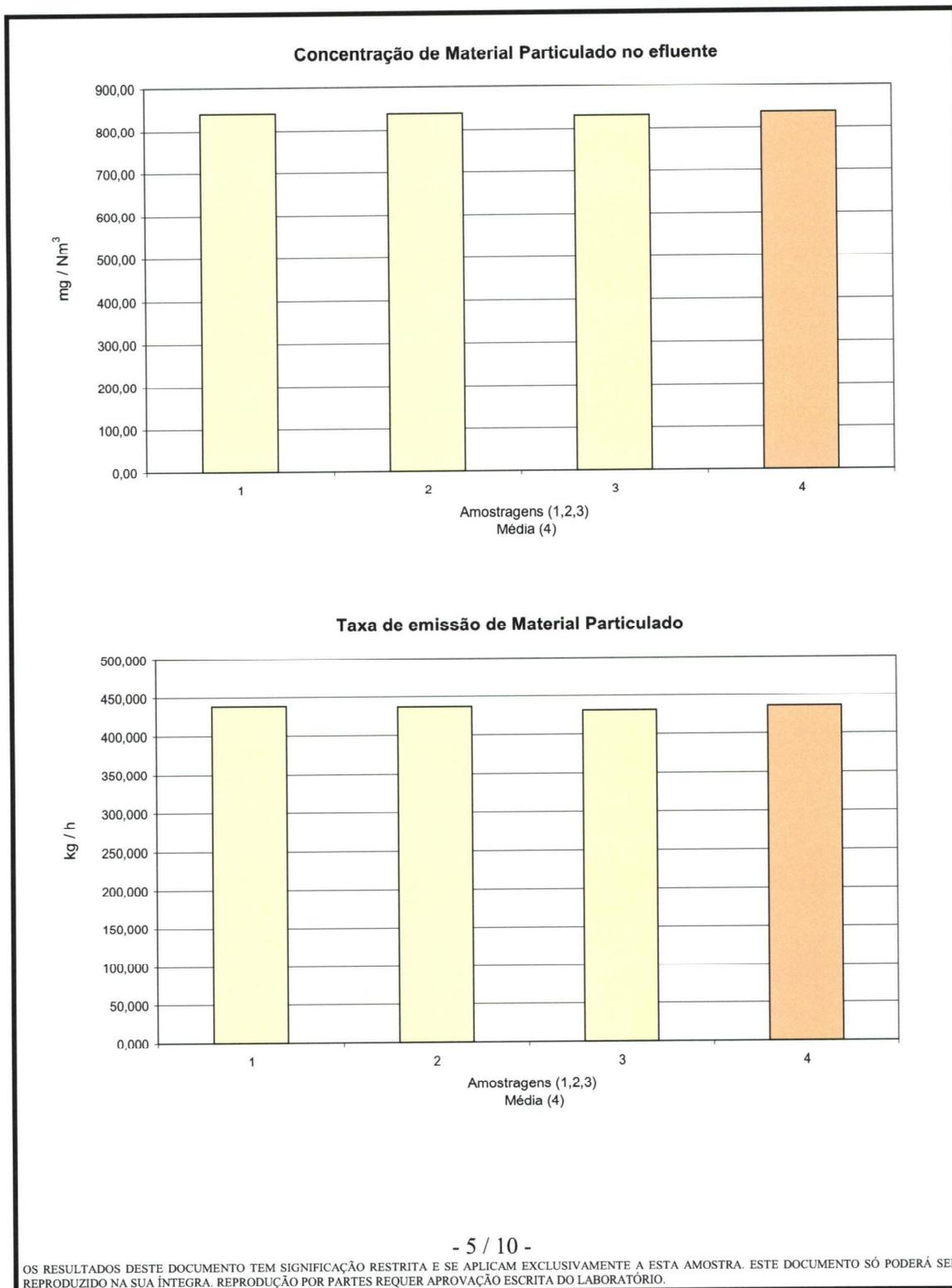
### 6. RESULTADOS

#### 6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO<sub>x</sub>

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	23/11/11	23/11/11	23/11/11	-
Hora início da amostragem	h:min	17:30	19:05	20:35	-
Hora de término da amostragem	h:min	18:35	20:10	21:40	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	125,1	125,1	125,8	125,3
Pressão na chaminé	"Hg	29,75	29,75	29,75	29,75
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,94	29,94	29,94	29,94
Volume agua nas condições de chaminé	ft <sup>3</sup>	3,16	3,28	3,27	3,24
Volume gases medido nas condições chaminé	ft <sup>3</sup>	57,73	57,78	57,74	57,75
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,052	0,054	0,054	0,053
Peso molecular base úmida		29,143	29,108	29,122	29,124
Velocidade na chaminé	ft / min	2469,79	2471,85	2462,39	2468,01
Velocidade na chaminé	m / s	12,55	12,56	12,51	12,54
Área da Boquilha	ft <sup>2</sup>	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	99,20	99,39	99,69	99,43
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	807148,94	807821,69	804730,27	806566,97
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup> / h	521936,36	521398,31	518634,70	520656,46
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup>	1,1152	1,1163	1,1137	1,1151
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	840,28	838,66	831,89	836,94
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	438,570	437,276	431,445	435,764
Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	13,84	5,98	ND	6,610
Taxa de emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kg / h	7,226	3,120	ND	3,449
Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	1103,38	1062,67	801,41	989,15
Taxa de emissão de SO <sub>2</sub>	kg / h	575,893	554,073	415,640	515,202

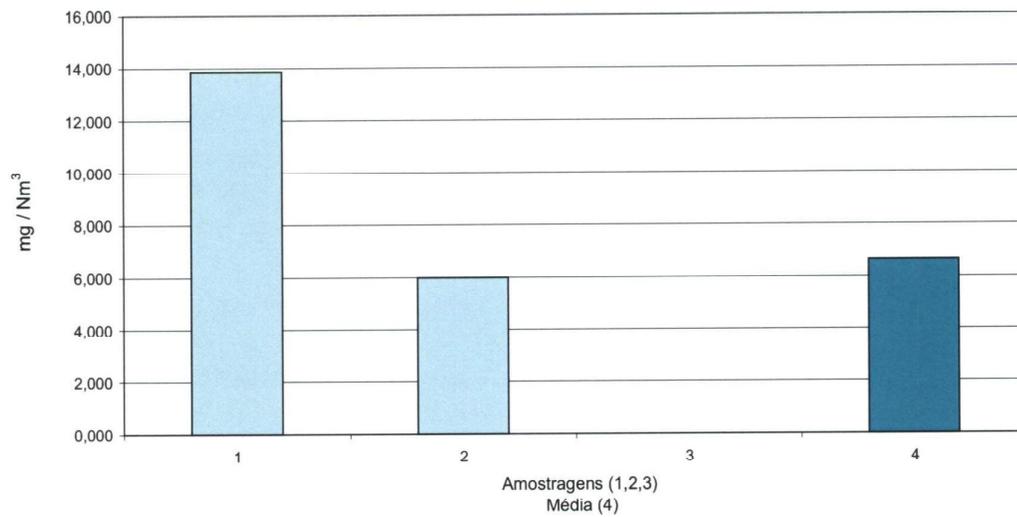
ND = Não Detectado. Valor inferior ao limite de detecção do método

## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

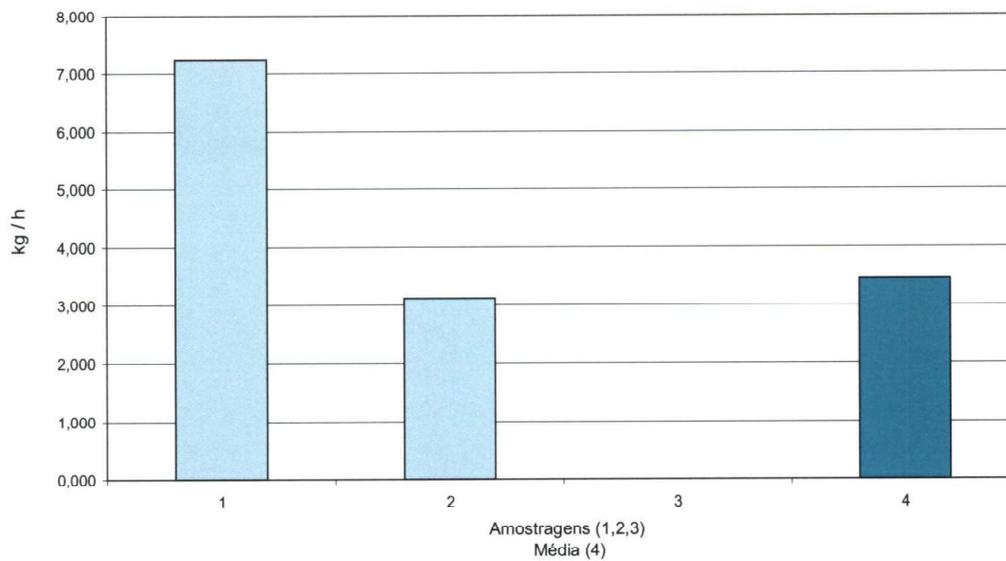


## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

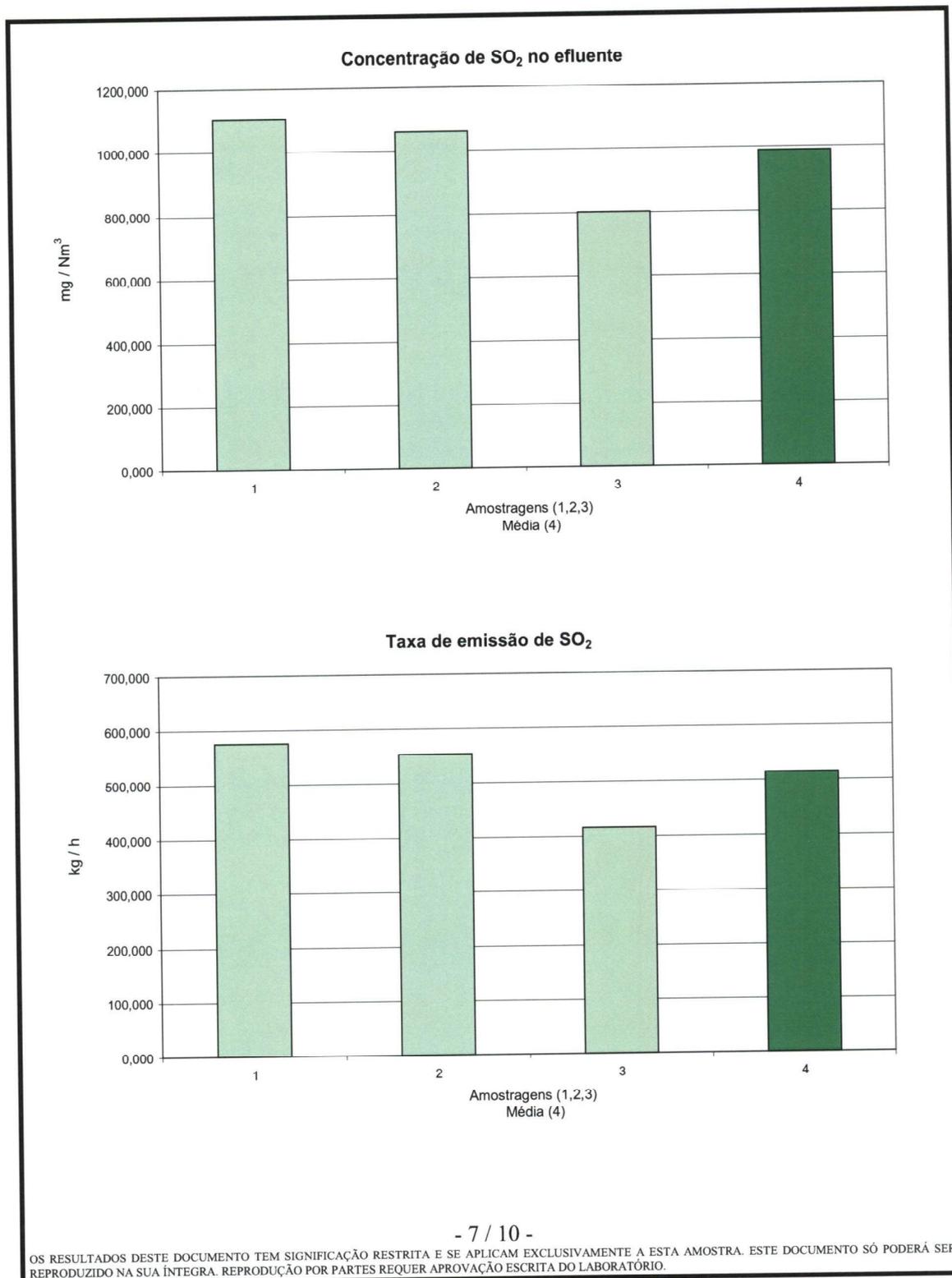
### Concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> no efluente



### Taxa de emissão de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

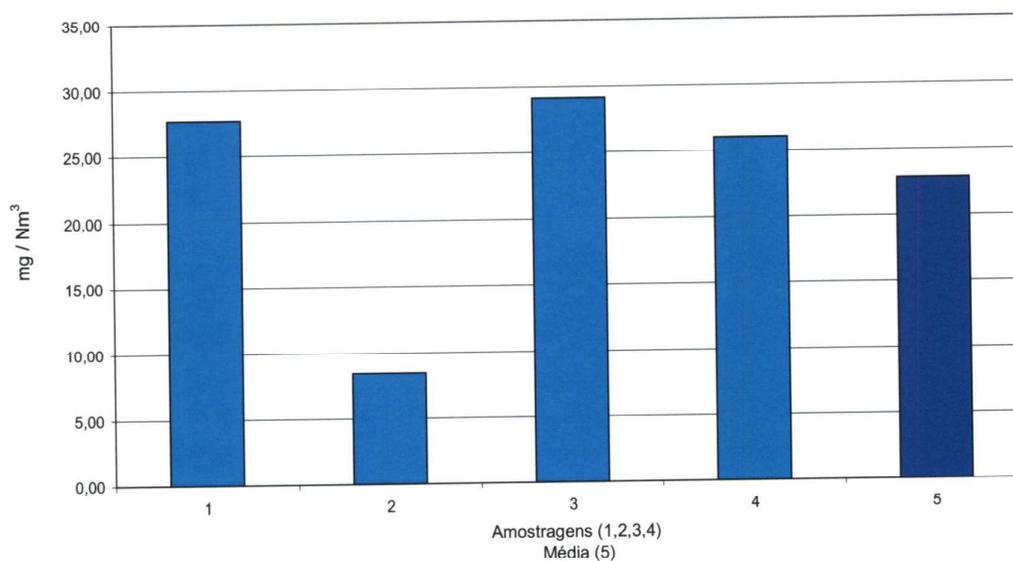


## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011

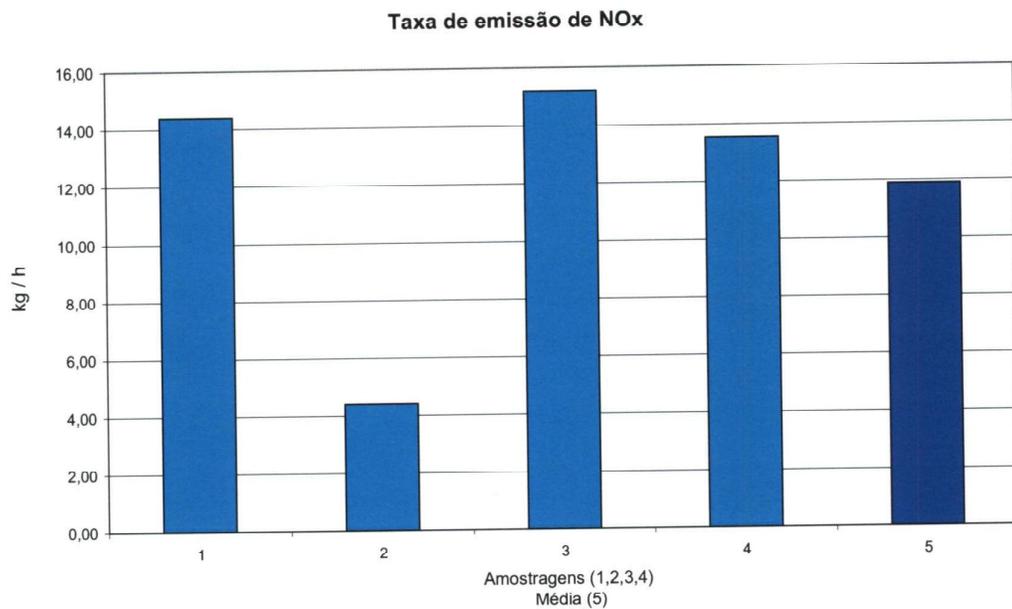
### 6.2. RESULTADOS DE NO<sub>x</sub>

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm <sup>3</sup> / h	520656,5				
Concentração de NO <sub>x</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	27,6682	8,4424	29,1820	26,0086	22,8253
Taxa de emissão de NO <sub>x</sub>	kg / h	14,4056	4,3956	15,1938	13,5415	11,8841

Concentração de NO<sub>x</sub> no efluente



## Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011



### 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

## **Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011**

**Rio Grande, 28 Novembro de 2011.**

RODRIGO R. DAVESAC D.Sc  
CRQ n.º 05301819  
Gerente

- 10 / 10 -

OS RESULTADOS DESTE 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.

**Relatório de Ensaio N.º 229.170 / 2011**

ANEXOS

**CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACION**  
**PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1**

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira			23/11/11		1		
Amostragem de			Duto	Pressão Barométrica		Duração da amostragem				
MP	SOx		4,77	m	29,81		60 minutos			
Amostrador			K	Boquilha	FCM		Cp	Início		
Renan Moraes			4,73	7	1		0,862	17:30		
				mm				Fim		
								18:35		
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	8,00	-	37,84	19	18	124	90356,600	
2	5	69,6	8,50	-19,00	40,21	20	19	126	-	
3	5	141,2	10,50	-	49,67	21	19	126	-	
4	5	335,8	11,00	-19,00	52,03	22	20	125	-	
5	5	407,4	11,00	-	52,03	22	20	125	-	
6	5	456,0	8,50	-20,00	40,21	23	20	125	90966,400	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	8,00	-	37,84	24	21	125	90966,400	
2	5	69,6	8,50	-19,00	40,21	24	21	126	-	
3	5	141,2	10,50	-	49,67	24	21	126	-	
4	5	335,8	11,00	-20,00	52,03	25	22	125	-	
5	5	407,4	11,00	-	52,03	25	22	124	-	
6	5	456,0	9,00	-20,00	42,57	25	22	124	91559,200	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	9,625	-19,500	45,526	22,8	20,4	125,1	1202,600	

**Monitoramentos**

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

**Identificação dos equipamentos**

Barômetro	EA 065
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 096
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	7

**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	20	°C	Temperatura no Gasometro entrada	19	°C
			Temperatura no Gasometro saída	18	°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	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NUMERO</b> 1
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável

Everson Ribeiro

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 067	Valor indicado na balança	499,9g <	499,96	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável

Everson Ribeiro

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico	681,56	703,87	22,31
2	200	H2O2	711,35	725,41	14,06
3	200	H2O2	700,28	708,23	7,95
4	-	Silica	750,61	755,37	4,76
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2843,80	2892,88	49,08

Composição do Gases

Responsável

Everson Ribeiro

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	11,9	12,0	12,0	12,0	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	7,9	8,0	8,0	8,0	44	3,5
N <sub>2</sub>	80,2	80,0	80,0	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,75

Resultados dos Ensaios de Laboratório

Responsável

LABAN

0,0445	g	de	MP	Certificado nº	229.170 / 229.181
15,44	mg	de	H2SO4	Certificado nº	229.173
1230,52	mg	de	SO2	Certificado nº	229.176 / 229.180

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável

Renan Morais

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	64	63,8597	64,7523	0,8926
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,8926

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	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NÚMERO</b> 1
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 49,080	(R) Tc = 717,15	("Hg) Patm = 29,810	("H <sub>2</sub> O) Pest = -0,768	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 530,93	("H <sub>2</sub> O) ΔH = 1,792	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 42,469	Cp = 0,862	(m) Øc = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,753	("H <sub>2</sub> O) ΔP <sup>1/2</sup> = 0,614	(min) @ = 60	
(mg) MP = 937,100	(mg) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 15,440	(mg) SO <sub>2</sub> = 1230,520		

Pc = Pressão na chaminé	29,754	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,942	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,163	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,728	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,052		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,143		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2469,789	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	12,547	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft <sup>2</sup>	Ab = (Øb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,20	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	Ac = Øc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	807148,943	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	521936,364	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,115	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP = Concentração de Material Particulado no efluente	840,28	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP = MP / Vmcnbs
Te MP = Taxa de Emissão de Material Particulado	438,570	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	13,84	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>	7,226	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	1103,38	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>	575,893	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 CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA				LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE				Caldeira			23/11/11		2		
Amostragem de				Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP SOx				4,77 m		29,81 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp	Início	19:05			
Renan Morais			4,73	7 mm	1	0,862	Fim	20:10			
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	8,00	-	37,84	21	19	124	91561,200		
2	5	69,6	8,50	-19,00	40,21	22	20	125	-		
3	5	141,2	10,50	-	49,67	23	20	125	-		
4	5	335,8	11,00	-19,00	52,03	24	21	126	-		
5	5	407,4	11,00	-	52,03	24	21	125	-		
6	5	456,0	9,00	-19,00	42,57	25	21	125	92168,600		
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1	5	21,0	8,50	-	40,21	25	22	124	92168,600		
2	5	69,6	8,50	-19,50	40,21	25	22	125	-		
3	5	141,2	10,00	-	47,30	26	22	125	-		
4	5	335,8	11,00	-20,00	52,03	26	23	126	-		
5	5	407,4	11,00	-	52,03	26	23	126	-		
6	5	456,0	8,50	-20,00	40,21	27	23	125	92770,400		
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
MÉDIA	60	-	9,625	-19,417	45,526	24,5	21,4	125,1	1209,200		
<b>Monitoramentos</b>						<b>Identificação dos equipamentos</b>					
Temperatura do Forno (°C)						-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)						-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)						10	11	11	11	Sonda Rígida	EA 026
										Coluna U	EA 140
										Termopar Chaminé	EA 096
										Aparelho	EA 071
										Pitot	P 09
										Boquilha	7
<b>Teste de Vazamento do trem</b>											
Início		OK		Fim		OK					
<b>Teste de Vazamento do Pitot</b>											
Início		OK		Fim		OK					
<b>Verificação da temperatura antes da amostragem *</b>											
Temperatura Ambiente				-		°C		Temperatura no Gasometro entrada		-	
								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	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NUMERO</b> 2
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

**Verificação da Balança**

Responsável **Eversson Ribeiro**

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

**Borbulhadores**

Responsável **Eversson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico	679,11	706,74	27,63
2	200	H2O2	684,53	694,08	9,55
3	200	H2O2	704,56	711,81	7,25
4	-	Silica	724,28	730,75	6,47
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2792,48	2843,38	50,90

**Composição do Gases**

Responsável **Eversson Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	11,9	11,9	12,2	12,0	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	7,9	8,0	7,7	7,9	44	3,5
N <sub>2</sub>	80,2	80,1	80,1	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,74

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0431	g	de	MP	Certificado nº	229.171 / 229.181
6,68	mg	de	H2SO4	Certificado nº	229.174
1186,26	mg	de	SO2	Certificado nº	229.177 / 229.180

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	40	63,4533	64,3464	0,8931
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,8931

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



<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NÚMERO</b> 2
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 50,900	(R) Tc = 717,15	("Hg)Patm= 29,810	("H <sub>2</sub> O)Pest= -0,764	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 533,33	("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,792	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 42,702	Cp = 0,862	(m) Øc = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,739	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 0,614	(min) @ = 60	
(mg)MP = 936,200	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 6,680	(mg)SO <sub>2</sub> = 1186,260		

Pc = Pressão na chaminé	29,754	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,942	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,280	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,783	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,054		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,108		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2471,847	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	12,557	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft <sup>2</sup>	Ab = (Øb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,39	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	Ac = Øc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaecc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	807821,690	m <sup>3</sup> / h	Vaecc = Ac * Vc * 18,288
Vaccnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	521398,309	Nm <sup>3</sup> / h	Vaccnbs = [Vaecc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,116	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	838,66	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	437,276	Kg / h	Te MP=( C MP * Vaccnbs) / 1000000
C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	5,98	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>	3,120	kg / h	Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =( C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaccnbs) / 1000000
C SO <sub>2</sub> = Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	1062,67	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>	554,073	kg / h	Te SO <sub>2</sub> =( C SO <sub>2</sub> * Vaccnbs) / 1000000

**OBSERVAÇÕES:**

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

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

ISATEC

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira			23/11/11		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP SOx			4,77 m		29,81 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			Boquilha		FCM		Cp		Início
Renan Moraes			7 mm		1		0,862		Fim
			4,73						20:35
									21:40
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	8,00	-	37,84	23	21	125	92774,000
2	5	69,6	8,50	-18,50	40,21	24	21	126	-
3	5	141,2	10,50	-	49,67	25	22	126	-
4	5	335,8	11,00	-19,00	52,03	25	22	127	-
5	5	407,4	10,50	-	49,67	26	22	126	-
6	5	456,0	9,00	-20,00	42,57	26	23	125	93383,000
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	37,84	26	23	124	93383,000
2	5	69,6	8,50	-18,50	40,21	27	23	126	-
3	5	141,2	10,00	-	47,30	27	24	127	-
4	5	335,8	11,00	-19,00	52,03	27	24	127	-
5	5	407,4	11,00	-	52,03	28	24	125	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	40,21	28	25	125	93986,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,542	-19,000	45,132	26,0	22,8	125,8	1212,400

Monitoramentos

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

Identificação dos equipamentos

Barômetro	EA 065
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 096
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	7

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

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NÚMERO</b> 3
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

**Verificação da Balança**

Responsável **Eversson Ribeiro**

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

**Borbulhadores**

Responsável **Eversson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico	714,83	738,76	23,93
2	200	H2O2	700,64	714,00	13,36
3	200	H2O2	693,10	701,35	8,25
4	-	Silica	730,01	735,11	5,10
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2838,58	2889,22	50,64

**Composição do Gases**

Responsável **Eversson Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O <sub>2</sub>	12,0	11,9	11,9	11,9	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	8,0	8,0	7,9	8,0	44	3,5
N <sub>2</sub>	80,0	80,1	80,2	80,1	28	22,4
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						29,75

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0320	g	de	MP	Certificado nº	229.172 / 229.181
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	229.175
892,56	mg	de	SO2	Certificado nº	229.178 / 229.180

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	18	50,2414	51,1359	0,8945
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,8945

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**

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira	<b>DATA</b> 23/11/11	<b>NÚMERO</b> 3
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

(g) $MH_2O =$ 50,640	(R) $Tc =$ 718,35	("Hg) $Patm =$ 29,810	("H <sub>2</sub> O) $Pest =$ -0,748	(mm) $\Theta b =$ 7,00
(R) $Tm =$ 535,95	("H <sub>2</sub> O) $\Delta H =$ 1,777	(ft <sup>3</sup> ) $Vm =$ 42,815	$Cp =$ 0,862	(m) $\Theta C =$ 4,77
FCM = 1,00	$Pms =$ 29,752	("H <sub>2</sub> O) $\Delta P^{1/2} =$ 0,612	(min) $@ =$ 60	
(mg) $MP =$ 926,500	(mg) $H_2SO_4 =$ 0,000	(mg) $SO_2 =$ 892,560		

$Pc =$ Pressão na chaminé	29,755	"Hg	$Pc = Patm + Pest / 13,6$
$Pm =$ Pressão no medidor de gas	29,941	"Hg	$Pm = Patm + \Delta H / 13,6$
$Vacc =$ Volume agua nas condições de chaminé	3,269	ft <sup>3</sup>	$Vacc = (MH_2O * Tc) / (374 * Pc)$
$Vmcc =$ Volume gases medido nas condições chaminé	57,745	ft <sup>3</sup>	$Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)$
$Pvva =$ Proporção vol. vapor/agua nos gases chaminé	0,054		$Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)$
$Pmu =$ Peso molecular base úmida	29,122		$Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)$
$Vc =$ Velocidade na chaminé	2462,388	ft / min	$Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)]^{1/2} * \Delta P^{1/2}$
$Vc_1 =$ Velocidade na chaminé	12,509	m / s	$Vc_1 = Vc * 0,00508$
$Ab =$ Área da Boquilha	0,000414	ft <sup>2</sup>	$Ab = (\Theta b / 25,4)^2 / 183,35$
$I =$ Isocinetismo 90 < I < 110	99,69	%	$I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100$
$Ac =$ Área da Chaminé	17,8701	m <sup>2</sup>	$Ac = \Theta c^2 * 0,7854$
$Vaacc =$ Vazão do efluente nas condições da chaminé	804730,273	m <sup>3</sup> / h	$Vaacc = Ac * Vc * 18,288$
$Vaecnbs =$ Vazão do efluente nas condições normais, base seca	518634,700	Nm <sup>3</sup> / h	$Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc$
$Vmcnbs =$ Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,114	Nm <sup>3</sup>	$Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)$
$C MP =$ Concentração de Material Particulado no efluente	831,89	mg / Nm <sup>3</sup>	$C MP = MP / Vmcnbs$
$Te MP =$ Taxa de Emissão de Material Particulado	431,445	Kg / h	$Te MP = (C MP * Vaecnbs) / 1000000$
$C H_2SO_4 =$ Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	0,00	mg / Nm <sup>3</sup>	$C H_2SO_4 = H_2SO_4 / Vmcnbs$
$Te H_2SO_4 =$ Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,000	kg / h	$Te H_2SO_4 = (C H_2SO_4 * Vaecnbs) / 1000000$
$C SO_2 =$ Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	801,41	mg / Nm <sup>3</sup>	$C SO_2 = SO_2 / Vmcnbs$
$Te SO_2 =$ Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>	415,640	kg / h	$Te SO_2 = (C SO_2 * Vaecnbs) / 1000000$

**OBSERVAÇÕES:**

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

IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan09



