

# RELATÓRIO DE ENSAIO

230.011 / 2011



## AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

*ISATEC*

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

**PROCESSO:** Caldeira IV.

**DATA:** 19 de Dezembro de 2011.

## Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 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 IV.

**DATA:** 19 de Dezembro 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 230.011 / 2011

## 1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira IV para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO<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 230.011 / 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 230.011 / 2011

### 6. RESULTADOS

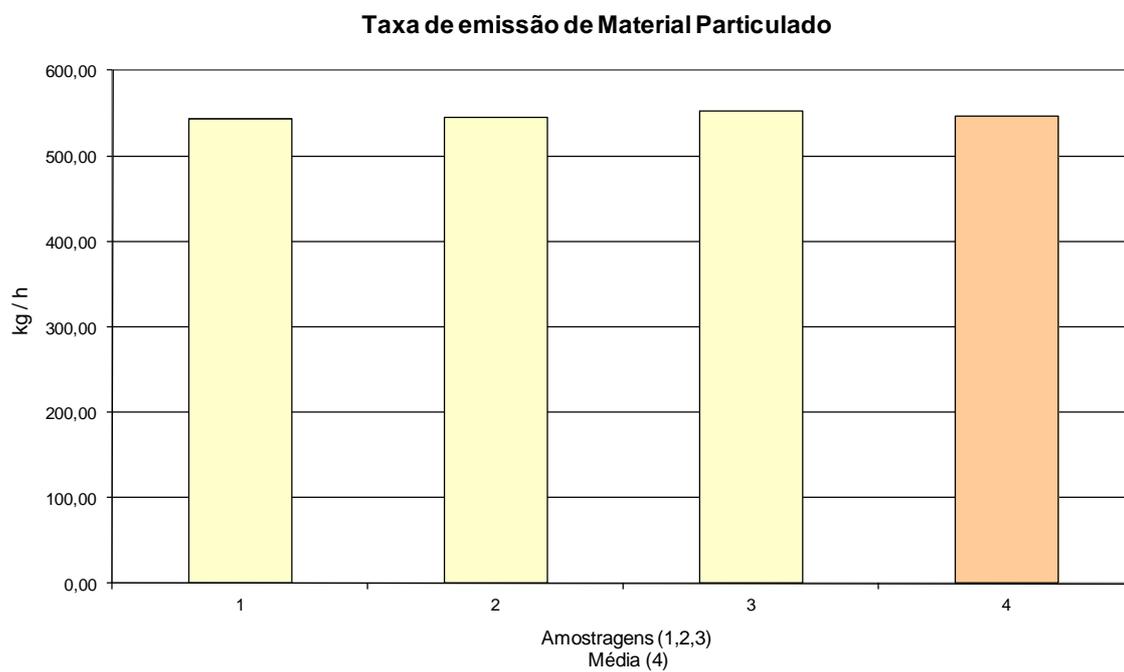
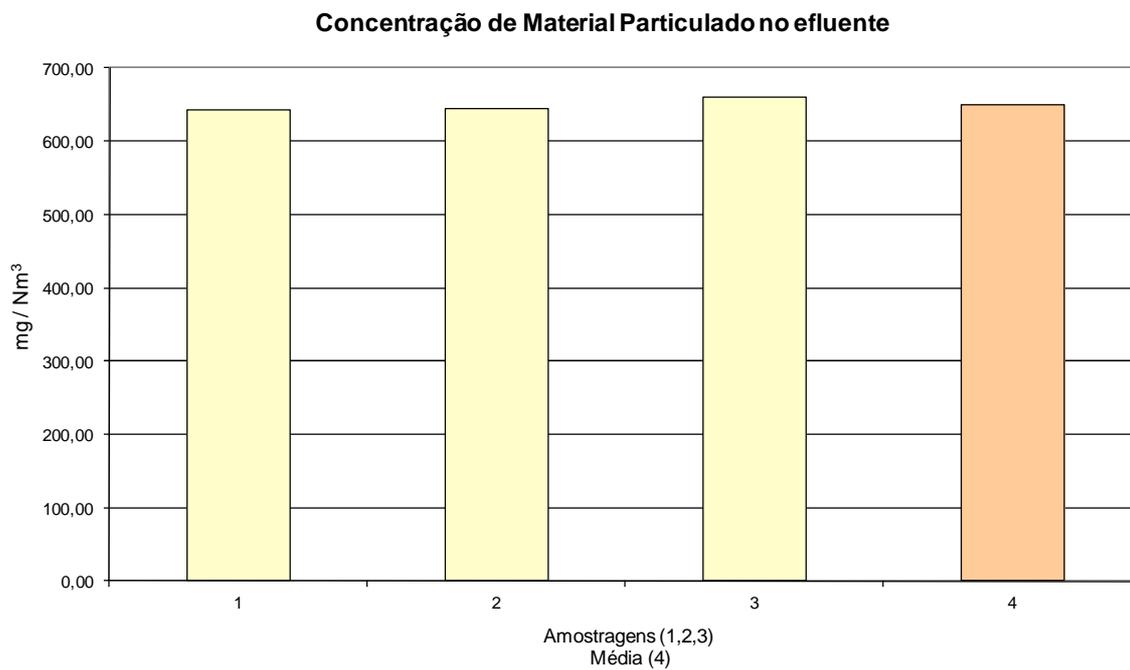
#### 6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO<sub>x</sub>

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	19/12/11	19/12/11	19/12/11	-
Hora início da amostragem	h:min	16:10	17:50	19:15	-
Hora de término da amostragem	h:min	17:18	18:56	20:20	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	161,1	161,2	162,2	161,5
Pressão na chaminé	"Hg	29,73	29,73	29,73	29,73
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,95	29,95	29,95	29,95
Volume agua nas condições de chaminé	ft <sup>3</sup>	4,46	4,39	4,58	4,48
Volume gases medido nas condições chaminé	ft <sup>3</sup>	63,01	62,80	62,63	62,81
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,066	0,065	0,068	0,067
Peso molecular base úmida		29,385	29,381	29,353	29,373
Velocidade na chaminé	ft / min	4432,45	4423,09	4415,88	4423,81
Velocidade na chaminé	m / s	22,52	22,47	22,43	22,47
Área da Boquilha	ft <sup>2</sup>	0,00026	0,00026	0,00026	0,00026
Isocinetismo	%	99,20	99,01	99,20	99,14
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	1448562,80	1445506,47	1443150,19	1445739,82
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup> / h	845564,32	844282,65	838445,23	842764,07
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm <sup>3</sup>	1,1154	1,1116	1,1061	1,1110
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	642,17	645,10	659,46	648,91
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	542,994	544,646	552,923	546,854
Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	6,11	7,59	22,21	11,971
Taxa de emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kg / h	5,168	6,408	18,623	10,067
Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	1333,28	1386,36	1437,15	1385,60
Taxa de emissão de SO <sub>2</sub>	kg / h	1127,377	1170,477	1204,969	1167,608

- 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 230.011 / 2011

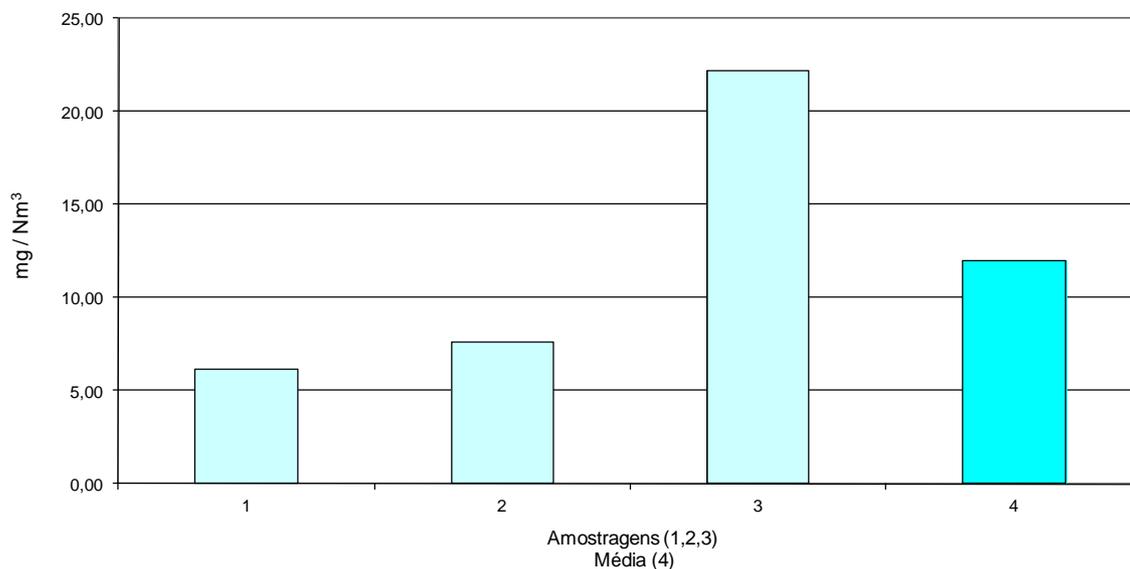


- 5 / 10 -

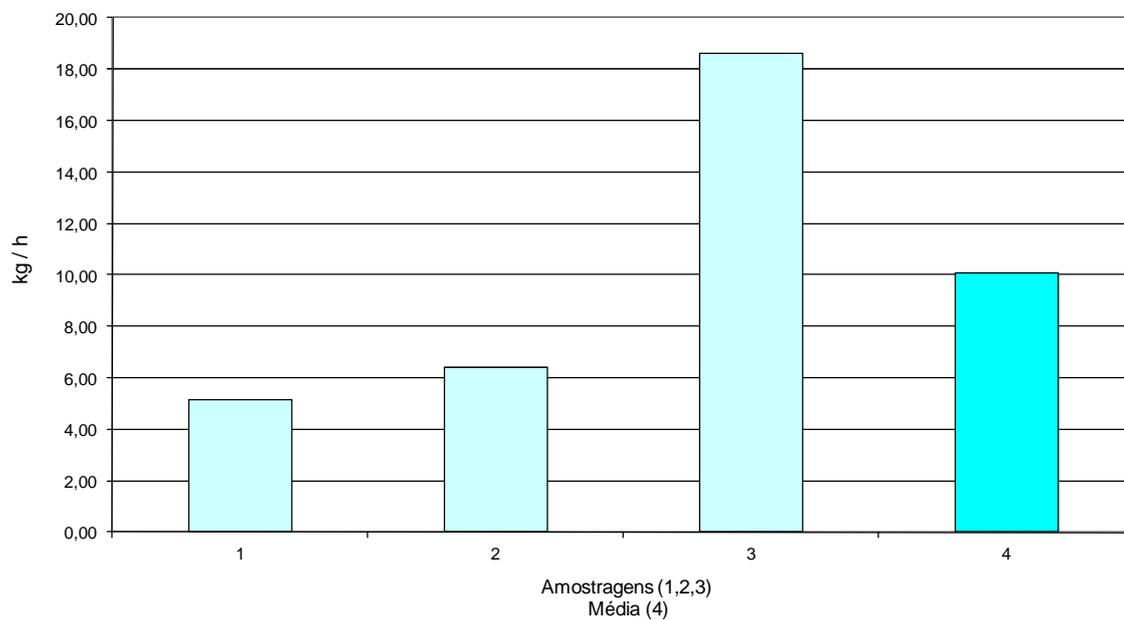
OS RESULTADOS DESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

## Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011

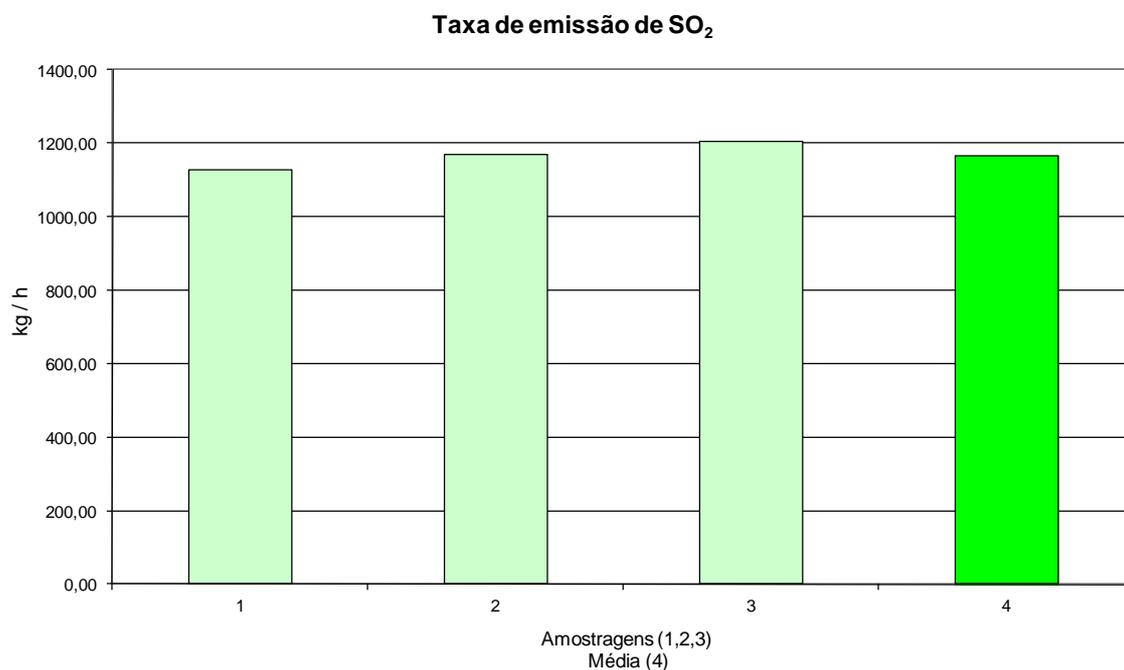
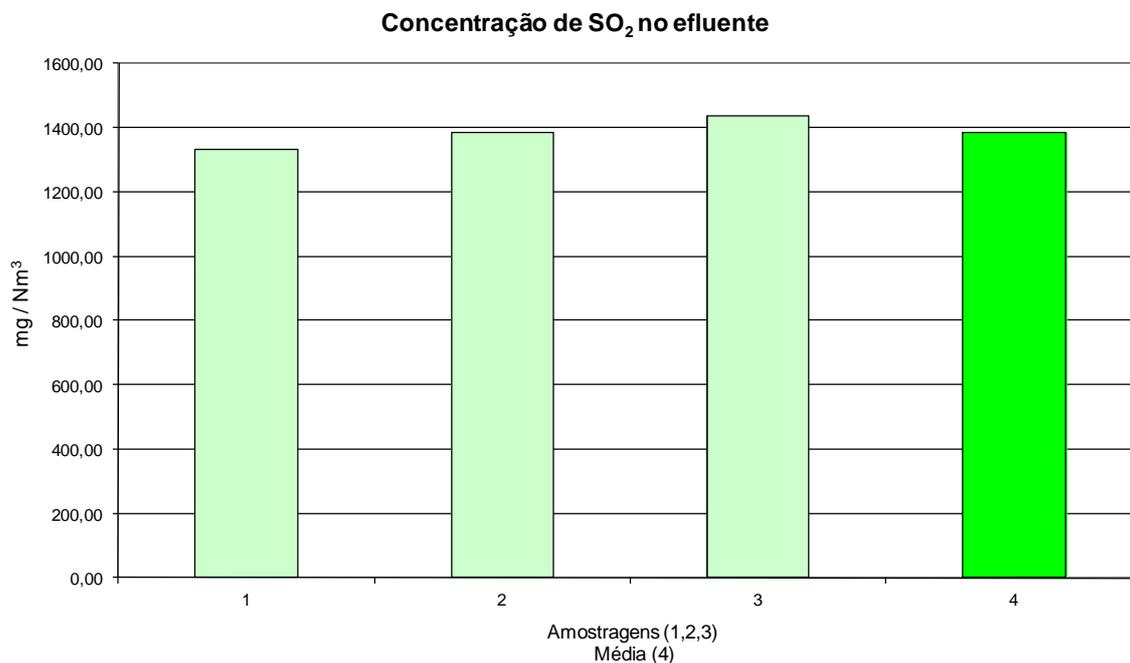
### Concentração de $H_2SO_4$ no efluente



### Taxa de emissão de $H_2SO_4$



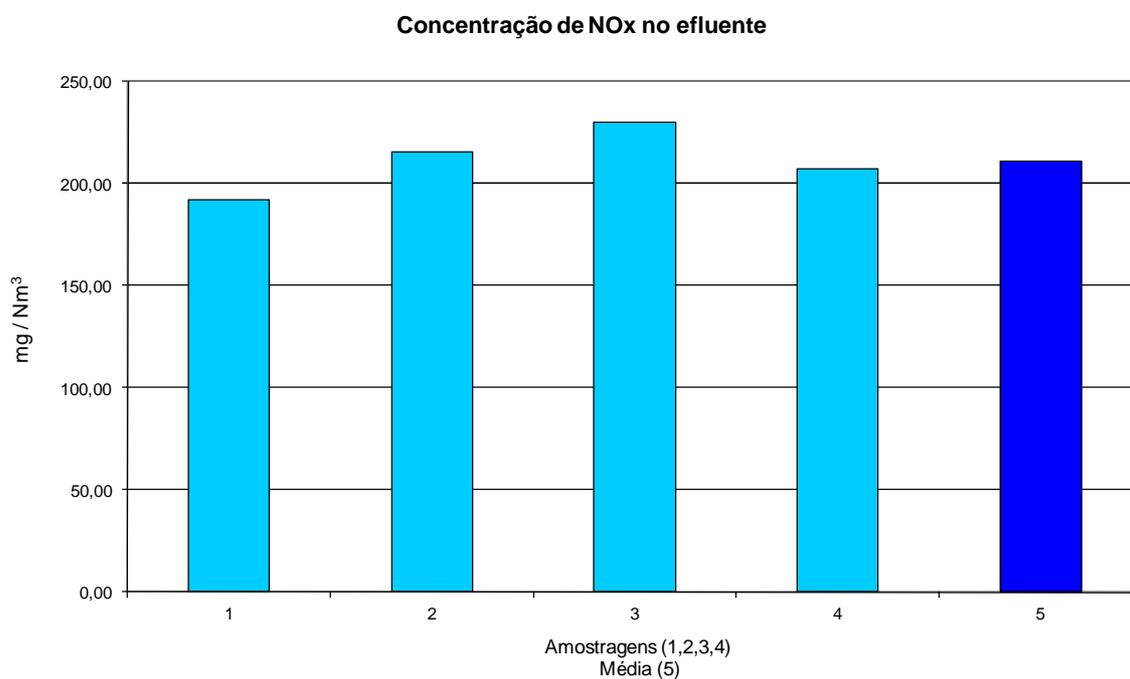
# Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011



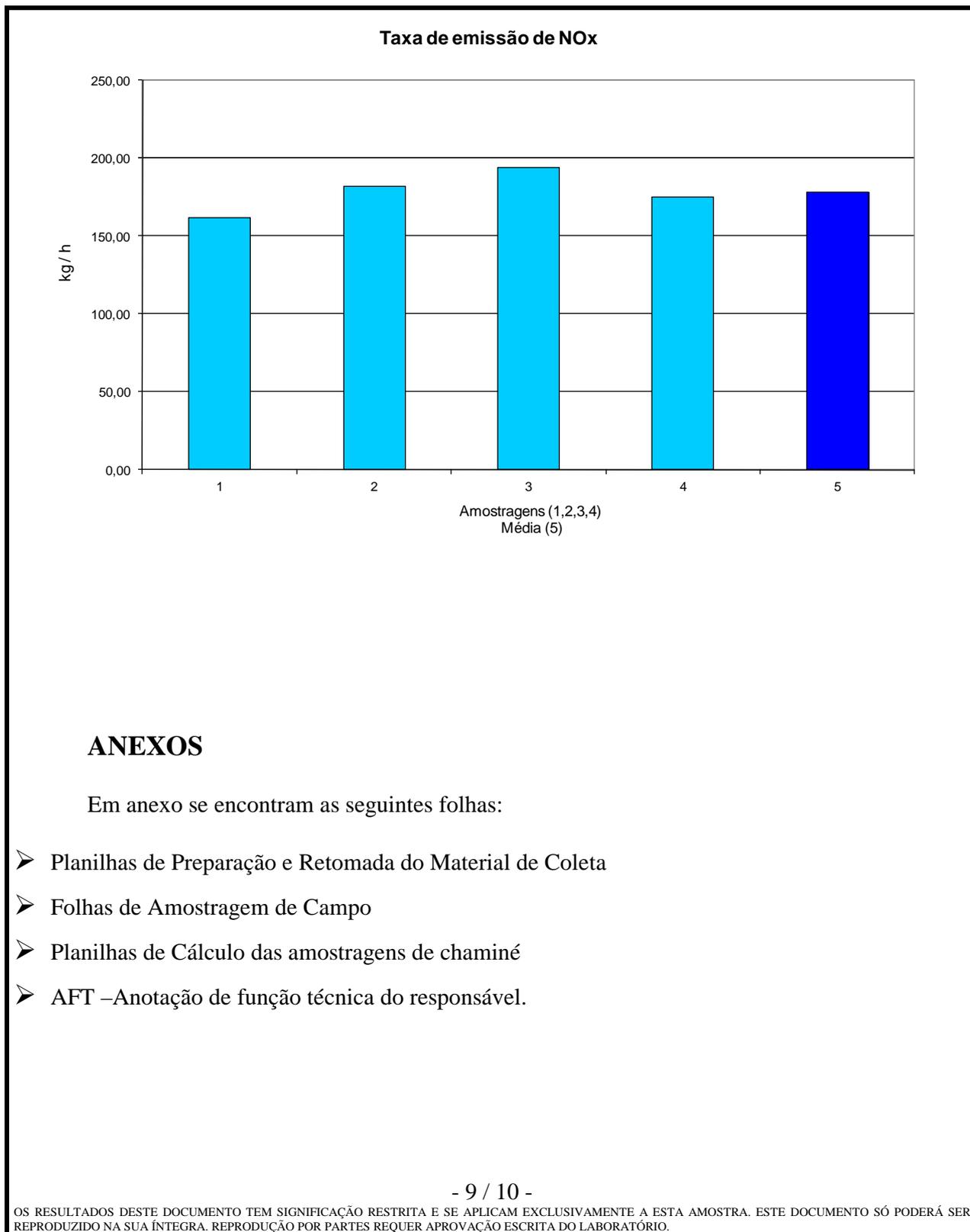
## Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011

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

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm <sup>3</sup> / h			842764,1		
Concentração de NO <sub>x</sub> no efluente	mg / Nm <sup>3</sup>	192,1429	215,6250	230,0000	207,4107	67,8336
Taxa de emissão de NO <sub>x</sub>	kg / h	161,9311	181,7210	193,8357	174,7983	34,9769



## Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011



## **Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011**

**Rio Grande, 22 de Dezembro de 2011.**

RODRIGO R. DAVESAC D.Sc  
CRQ nº 05301819  
Gerente

- 10 / 10 -

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.

**Relatório de Ensaio N.º 230.011 / 2011**

ANEXOS

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

**ISATEC**

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 19/12/11		NUMERO 1	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,82 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 1,53	Boquilha 5,5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 16:10	Fim 17:18
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	24,00	-	36,72	28	27	160	166321,400
2	5	69,6	26,00	-32,00	39,78	29	27	160	-
3	5	141,2	30,00	-	45,90	29	27	161	-
4	5	335,8	32,00	-32,00	48,96	29	28	161	-
5	5	407,4	34,00	-	52,02	30	28	161	-
6	5	456,0	26,00	-32,00	39,78	30	28	160	166946,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	22,00	-	33,66	30	28	160	166946,600
2	5	69,6	26,00	-28,00	39,78	31	29	162	-
3	5	141,2	30,00	-	45,90	31	29	162	-
4	5	335,8	34,00	-32,00	52,02	31	29	164	-
5	5	407,4	34,00	-	52,02	31	29	161	-
6	5	456,0	26,00	-30,00	39,78	32	29	161	167554,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	28,667	-31,000	43,860	30,1	28,2	161,1	1233,200

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	11	13

Identificação dos equipamentos

Barômetro	EA 074
Cronômetro	EA 145
Sonda Rígida	EA 026
Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 096
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	5,5

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	30	°C	Temperatura no Gasometro entrada	28	°C
			Temperatura no Gasometro saída	27	°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 IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NUMERO</b> 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

**Verificação da Balança**

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g < 500,02 < 500,1 g

**Borbulhadores**

Responsável **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	674,30	707,45	33,15
2	200	H2O2 5%	688,29	703,71	15,42
3	200	H2O2 5%	705,13	715,24	10,11
4	-	Sílica	747,06	751,82	4,76
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2814,78	2878,22	63,44

**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>	9,3	9,3	9,3	9,3	32	3,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	11,4	11,3	11,4	11,4	44	5,0
N <sub>2</sub>	79,3	79,4	79,3	79,3	28	22,2
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						30,19

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0251	g	de	MP	Certificado nº	230.011 / 230.020
6,82	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.014 / 230.021
1487,20	mg	de	SO2	Certificado nº	230.017 / 230.022

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	13	52,1532	52,8444	0,6912
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,6912

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 IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NÚMERO</b> 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 63,440	(R) Tc = 781,95	("Hg)Patm= 29,820	("H <sub>2</sub> O)Pest= -1,220	(mm) Θb = 5,50
(R) Tm = 544,43	("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,727	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 43,550	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,191	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 1,060	(min) @ = 60	
(mg)MP = 716,300	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 6,818	(mg)SO <sub>2</sub> = 1487,200		

Pc = Pressão na chaminé	29,730	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,947	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,461	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	63,006	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,066		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,385		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	4432,446	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	22,517	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000256	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 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 = Θc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	1448562,801	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	845564,318	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	642,17	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	542,994	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	6,11	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>	5,168	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	1333,28	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>	1127,377	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 ESTACIONÁ

**ISATEC**

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 19/12/11		NUMERO 2		
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m			Pressão Barométrica 29,82 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Moraes			Boquilha 5,5 mm			FCM 1	Cp 0,862	Início 17:50	Fim 18:56	
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	24,00	-	36,72	30	29	159	167558,600	
2	5	69,6	26,00	-30,00	39,78	31	29	160	-	
3	5	141,2	30,00	-	45,90	31	29	160	-	
4	5	335,8	32,00	-32,00	48,96	32	30	160	-	
5	5	407,4	34,00	-	52,02	32	30	160	-	
6	5	456,0	26,00	-30,00	39,78	32	30	161	168182,600	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	24,00	-	36,72	33	30	161	168182,600	
2	5	69,6	26,00	-30,00	39,78	33	31	161	-	
3	5	141,2	30,00	-	45,90	33	31	163	-	
4	5	335,8	30,00	-32,00	45,90	34	31	163	-	
5	5	407,4	34,00	-	52,02	34	31	163	-	
6	5	456,0	26,00	-32,00	39,78	34	31	163	168796,400	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA		60	-	28,500	-31,000	43,605	32,4	30,2	161,2	1237,800

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	11	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 096
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	5,5

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem \*

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan04

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES 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 IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NUMERO</b> 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

**Verificação da Balança**

Responsável **Everson 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 **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	712,54	746,29	33,75
2	200	H2O2 5%	693,22	710,71	17,49
3	200	H2O2 5%	681,01	688,15	7,14
4	-	Sílica	735,48	739,57	4,09
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2822,25	2884,72	62,47

**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>	9,5	9,5	9,5	9,5	32	3,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	11,2	11,2	11,3	11,2	44	4,9
N <sub>2</sub>	79,3	79,3	79,2	79,3	28	22,2
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						30,18

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0300	g	de	MP	Certificado nº	230.012 / 230.020
8,44	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.015 / 230.021
1541,09	mg	de	SO2	Certificado nº	230.018 / 230.022

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	14	60,0861	60,7732	0,6871
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,6871

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**

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NÚMERO</b> 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 62,470	(R) Tc = 782,10	("Hg)Patm= 29,820	("H <sub>2</sub> O)Pest= -1,220	(mm) Θb = 5,50
(R) Tm = 548,33	("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,717	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 43,712	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,177	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 1,057	(min) @ = 60	
(mg)MP = 717,100	(mg)H2SO4 = 8,438	(mg)SO2 = 1541,090		

Pc = Pressão na chaminé	29,730	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,946	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,394	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,801	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,065		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,381		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	4423,094	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	22,469	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000256	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,01	%	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	1445506,467	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	844282,653	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,112	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	645,10	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	544,646	Kg / h	Te MP=( C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H2SO4= Concentração de H2SO4 no efluente	7,59	mg / Nm <sup>3</sup>	C H2SO4= H2SO4 / Vmcnbs
Te H2SO4= Taxa de Emissão de H2SO4	6,408	kg / h	Te H2SO4=( C H2SO4 * Vaecnbs) / 1000000
C SO2= Concentração de SO2 no efluente	1386,36	mg / Nm <sup>3</sup>	C SO2= SO2 / Vmcnbs
Te SO2= Taxa de Emissão de SO2	1170,477	kg / h	Te SO2=( C SO2 * Vaecnbs) / 1000000

**OBSERVAÇÕES:**

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

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

**ISATEC**

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 19/12/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,82 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Moraes			K 1,53	Boquilha 5,5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 19:15	Fim 20:20	
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	22,00	-	33,66	32	31	162	168800,200
2	5	69,6	26,00	-32,00	39,78	33	31	162	-
3	5	141,2	30,00	-	45,90	33	31	162	-
4	5	335,8	32,00	-32,00	48,96	34	32	163	-
5	5	407,4	34,00	-	52,02	34	32	162	-
6	5	456,0	26,00	-30,00	39,78	35	32	162	169423,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	24,00	-	36,72	35	32	161	169423,600
2	5	69,6	26,00	-30,00	39,78	35	33	161	-
3	5	141,2	30,00	-	45,90	36	33	163	-
4	5	335,8	30,00	-32,00	45,90	36	33	163	-
5	5	407,4	34,00	-	52,02	36	33	163	-
6	5	456,0	26,00	-32,00	39,78	37	34	162	170040,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	28,333	-31,333	43,350	34,7	32,3	162,2	1240,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos	
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	11	11	12		Sonda Rígida	EA 026
						Coluna U	EA 140
						Termopar Chaminé	EA 096
						Aparelho	EA 071
						Pitot	P 09
						Boquilha	5,5

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

<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NUMERO</b> 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

**Verificação da Balança**

Responsável **Everson 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 **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	696,36	731,40	35,04
2	200	H2O2 5%	699,41	719,11	19,70
3	200	H2O2 5%	715,63	721,69	6,06
4	-	Sílica	730,38	734,57	4,19
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			2841,78	2906,77	64,99

**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>	9,4	9,4	9,4	9,4	32	3,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO <sub>2</sub>	11,3	11,3	11,3	11,3	44	5,0
N <sub>2</sub>	79,3	79,3	79,3	79,3	28	22,2
<b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b>						30,18

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

0,0299	g	de	MP	Certificado nº	230.013 / 230.020
24,57	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.016 / 230.021
1589,56	mg	de	SO2	Certificado nº	230.019 / 230.022

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	23	48,2955	48,995	0,6995
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
<b>Total</b>				0,6995

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**



<b>EMPRESA</b> CGTEE	<b>LOCAL</b> Caldeira IV	<b>DATA</b> 19/12/11	<b>NÚMERO</b> 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH <sub>2</sub> O = 64,990	(R) Tc = 783,90	("Hg)Patm= 29,820	("H <sub>2</sub> O)Pest= -1,234	(mm) Θb = 5,50
(R) Tm = 552,23	("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,707	(ft <sup>3</sup> ) Vm = 43,804	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,184	("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 1,054	(min) @ = 60	
(mg)MP = 729,400	(mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 24,568	(mg)SO <sub>2</sub> = 1589,560		

Pc = Pressão na chaminé	29,729	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,945	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,582	ft <sup>3</sup>	Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,633	ft <sup>3</sup>	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,068		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,353		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	4415,884	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	22,433	m / s	Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000256	ft <sup>2</sup>	Ab = (Θb / 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 = Θc <sup>2</sup> * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	1443150,193	m <sup>3</sup> / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	838445,228	Nm <sup>3</sup> / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,106	Nm <sup>3</sup>	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	659,46	mg / Nm <sup>3</sup>	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	552,923	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	22,21	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>	18,623	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	1437,15	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>	1204,969	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 IV	<b>DATA</b> 19/12/11
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Renan Moraes

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 006

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	19/12/2011	Data	19/12/2011	Data	19/12/2011	Data	19/12/2011
Hora	15:45	Hora	15:50	Hora	15:55	Hora	16:00
Pressão Atmosférica inicial	757,4 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	357,4 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	24 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	20/12/2011	Data	20/12/2011	Data	20/12/2011	Data	20/12/2011
Hora	09:10	Hora	09:15	Hora	09:20	Hora	09:25
Pressão Atmosférica Final	758,44 mmHg						
Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	738,44 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	738,44 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	738,44 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	748,44 mmHg
Temperatura final do Frasco	22 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	197,737 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	222,416 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	236,481 µg	Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )	221,182 µg
Cert Ensaio N°	230.023 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.024 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.025 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.026 / 230.027
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)	1029,11 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1031,49 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1028,18 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1066,4 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> )	192,143 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	215,625 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	230,000 mg/Nm <sup>3</sup>	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> )	207,411 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>aecnbs</sub> )	842764 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )	842764 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )	842764 Nm <sup>3</sup> /h	Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )	842764 Nm <sup>3</sup> /h
Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	161,931 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	181,721 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	193,836 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )	174,798 Kg/h

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

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

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

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 5ª REGIÃO**

RIO GRANDE DO SUL  
Av. Itaqui, 45 - Fone/Fax:(51) 3330-5659  
CEP 90.460-140 - Porto Alegre - Rio Grande do Sul  
e-mail: crqv@crqv.org.br  
www.crqv.org.br

**CERTIFICADO DE  
ANOTAÇÃO DE FUNÇÃO TÉCNICA  
- AFT -**

**Nº 72994**

Certifico, conforme despacho do Senhor Presidente do Conselho Regional de Química da 5ª Região, que foi procedida a Anotação de Função Técnica do profissional **RODRIGO ROCHA DAVESAC**, inscrito no C.P.F. sob o número 610.510.470-72, registrado como **ENGENHEIRO QUÍMICO** sob o número **05301819**, neste Conselho, relativamente as análises químicas e físico-químicas realizadas no laboratório, pela assessoria técnica, emissão de laudos e pareceres, pesquisa e desenvolvimento de projetos e equipamentos, na empresa ISATEC - PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES QUÍMICAS LTDA., localizada à Avenida FRANCISCO MARTINS BASTOS, 202, RIO GRANDE/RS, em conformidade com o art. 1º da Lei nº 6.839, de 30 de outubro de 1980; arts. 334, alínea "b", 335, alínea "b", 337 e 341, do Decreto-Lei nº 5.452 (Consolidação das Leis do Trabalho - CLT), de 01 de maio de 1943; art. 27, da Lei nº 2.800, de 18 de junho de 1956; art. 1º, incisos II e IV e 2º, inciso IV, alínea "a", do Decreto nº 85.877, de 07 de abril de 1981 e Resoluções Normativas de nºs 51, de 12 de dezembro de 1980, 105, de 17 de setembro de 1987 e 122, de 09 de novembro de 1990, do Conselho Federal de Química

Certificado de Anotação de Função Técnica válido de **25/06/2011** até **23/06/2012**.

Taxa de AFT no valor de R\$ 144,67, recolhida conforme o recibo nº 201.697.

Porto Alegre, 14 de junho de 2011.

Visto: Julian Bobbarello

**MARISTELA MENDES DALMÁS**  
CHEFE DO DEPARTAMENTO