

RELATÓRIO DE ENSAIO

230.160 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 21 de dezembro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO_x, SO₂, NÉVOAS DE SO₃ E H₂SO₄



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

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 21 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 230.160 / 2011

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira I para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_x, SO₂, névoas de SO₃ e H₂SO₄.

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 SO₂ e névoas de SO₃ e H₂SO₄ em DCFE
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO_x em DCFE
CETESB – L9.229 – Out/92 # EPA – Method 7– Fev/2000

3. EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM:

- Coletor isocinético de Poluentes Atmosféricos – CIPA – Energética
- Analisador de Combustão e Monitor Ambiental de Emissões – Tempest 50

Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 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 230.160 / 2011

6. RESULTADOS

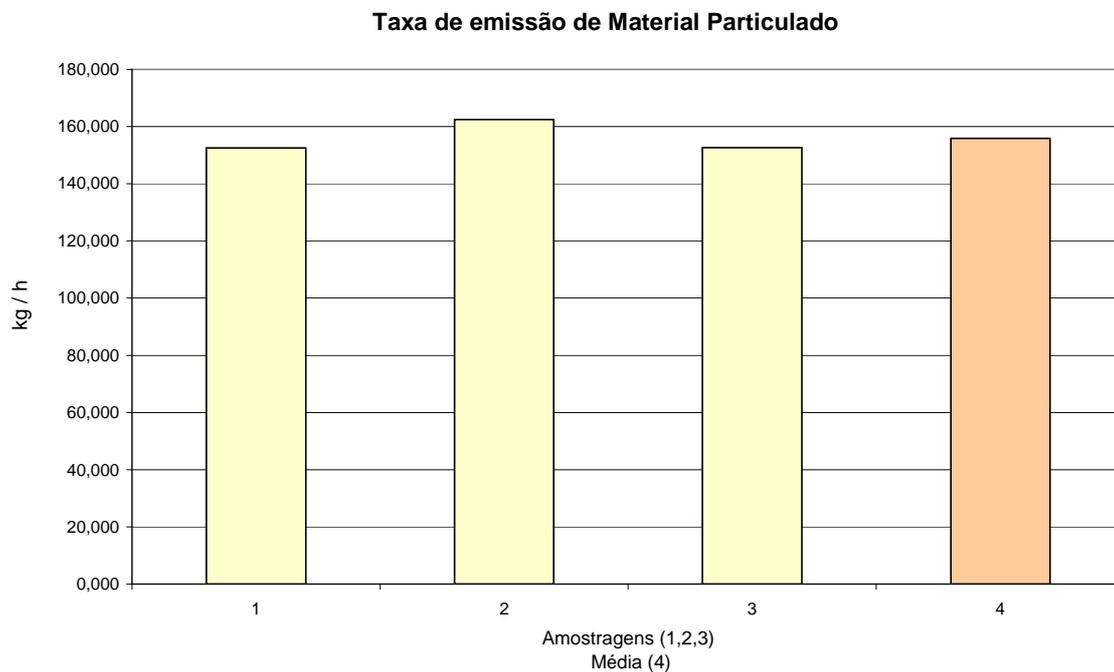
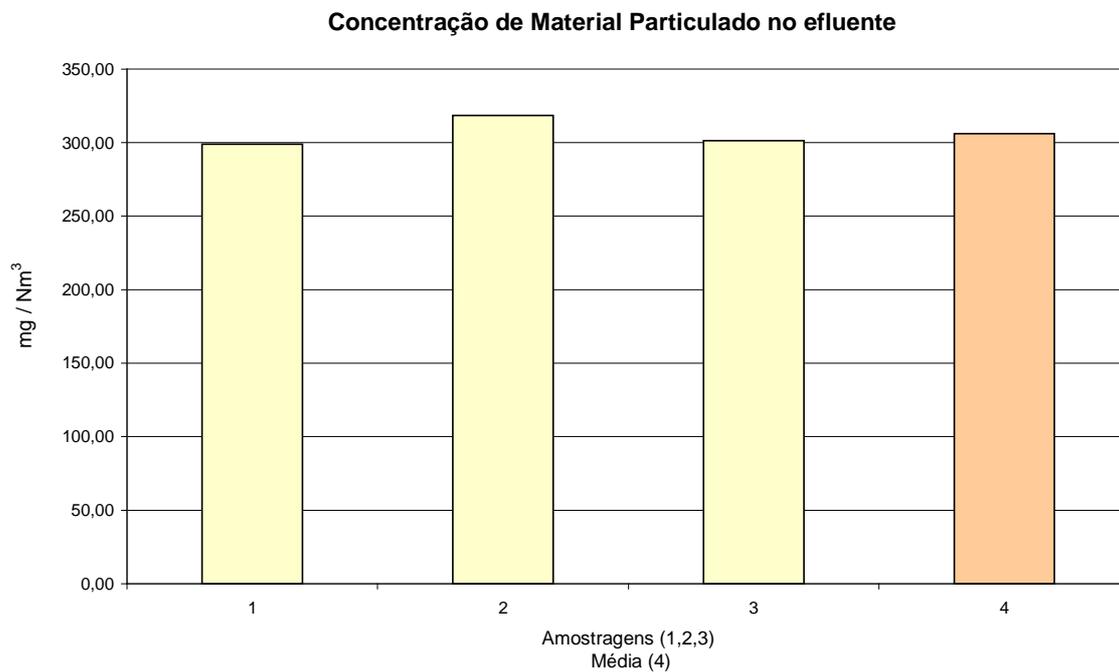
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	21/12/11	21/12/11	21/12/11	-
Hora início da amostragem	h:min	14:30	15:50	17:05	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:35	16:55	18:10	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	125,3	125,5	125,9	125,6
Pressão na chaminé	"Hg	29,80	29,80	29,80	29,80
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,97	29,97	29,97	29,97
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,47	3,51	3,66	3,54
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	56,89	56,81	56,57	56,76
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,057	0,058	0,061	0,059
Peso molecular base úmida		29,206	29,209	29,167	29,194
Velocidade na chaminé	ft / min	2427,34	2427,76	2421,06	2425,39
Velocidade na chaminé	m / s	12,33	12,33	12,30	12,32
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	100,05	99,97	100,09	100,04
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	793277,59	793414,91	791224,57	792639,02
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	510393,91	509863,09	506592,61	508949,87
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1000	1,0979	1,0922	1,0967
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	298,83	318,42	301,22	306,15
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	152,520	162,349	152,594	155,821
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	0,00	38,26	38,02	25,427
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	0,000	19,508	19,261	12,923
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	485,49	533,57	599,24	539,43
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	247,790	272,046	303,569	274,468

- 4 / 10 -

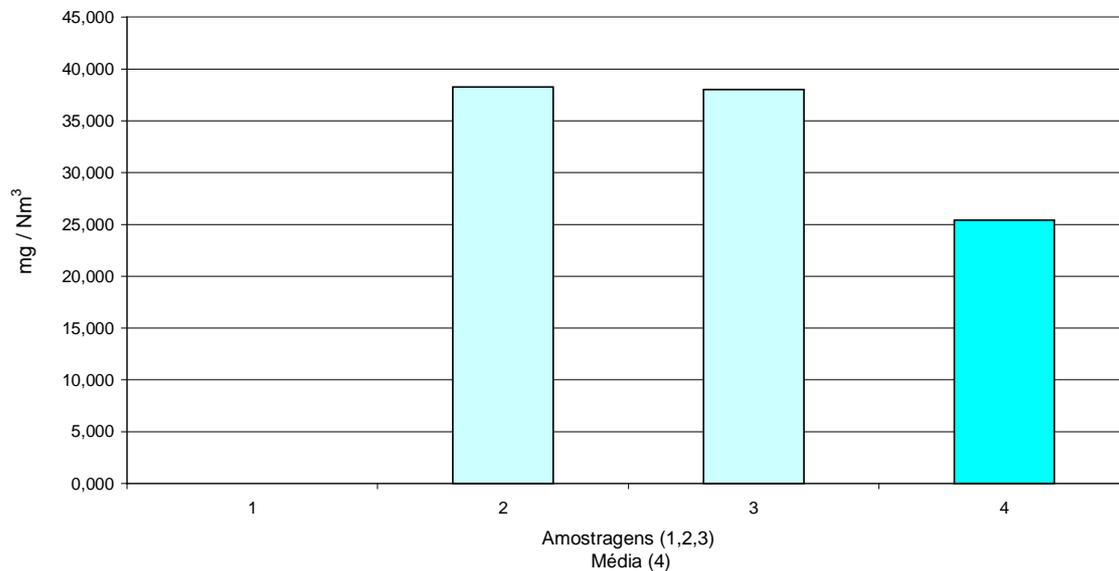
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

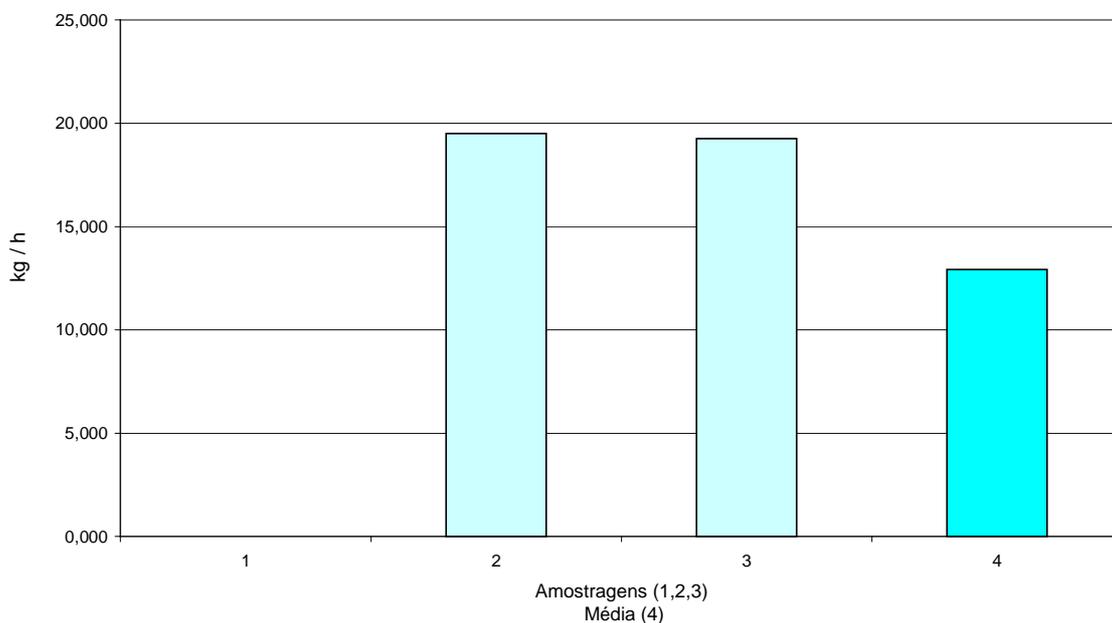


Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

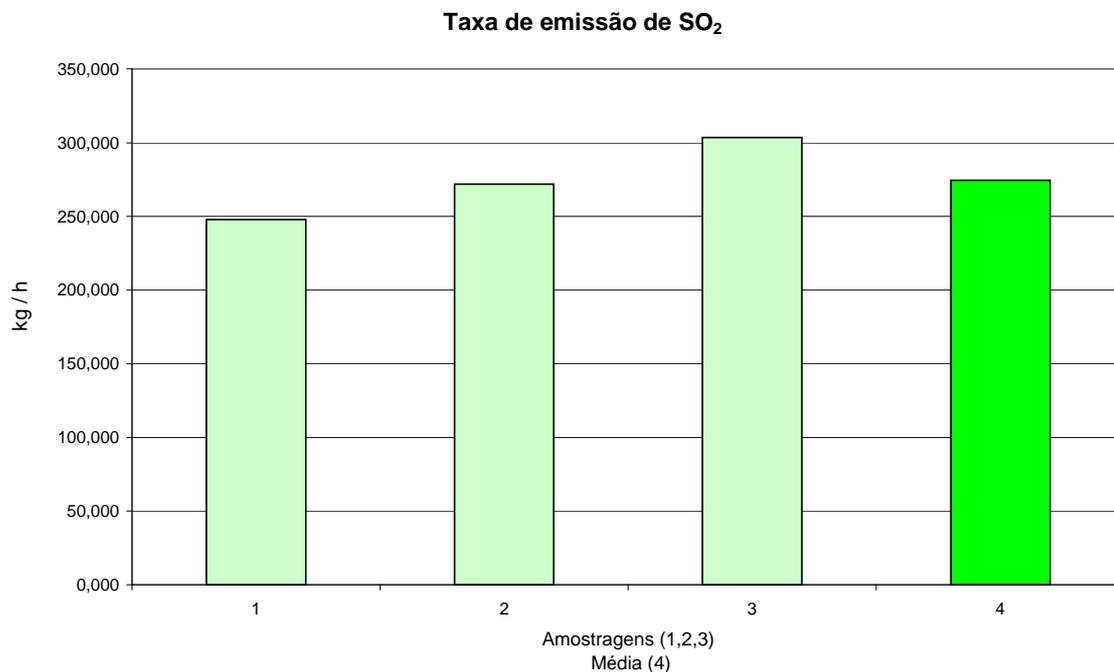
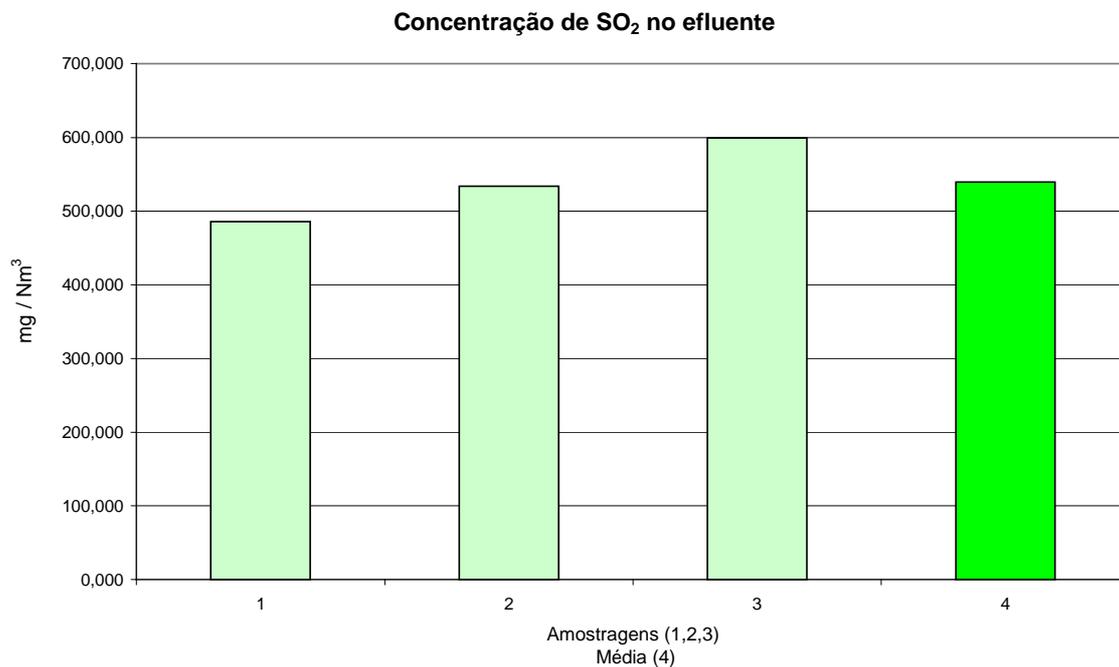
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



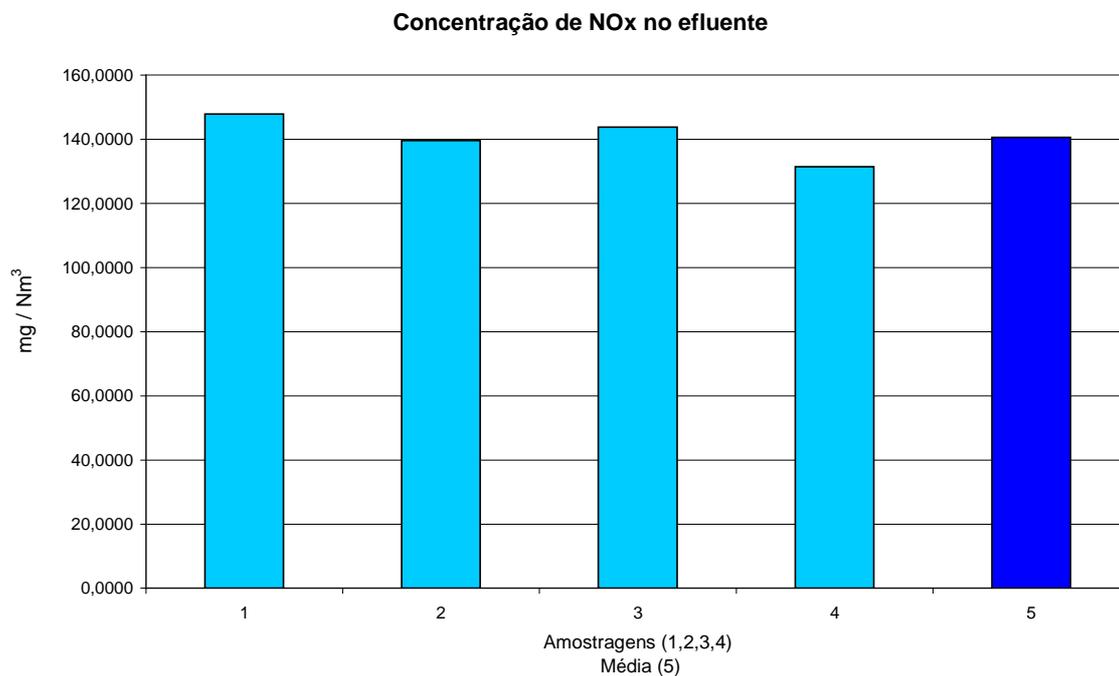
Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011



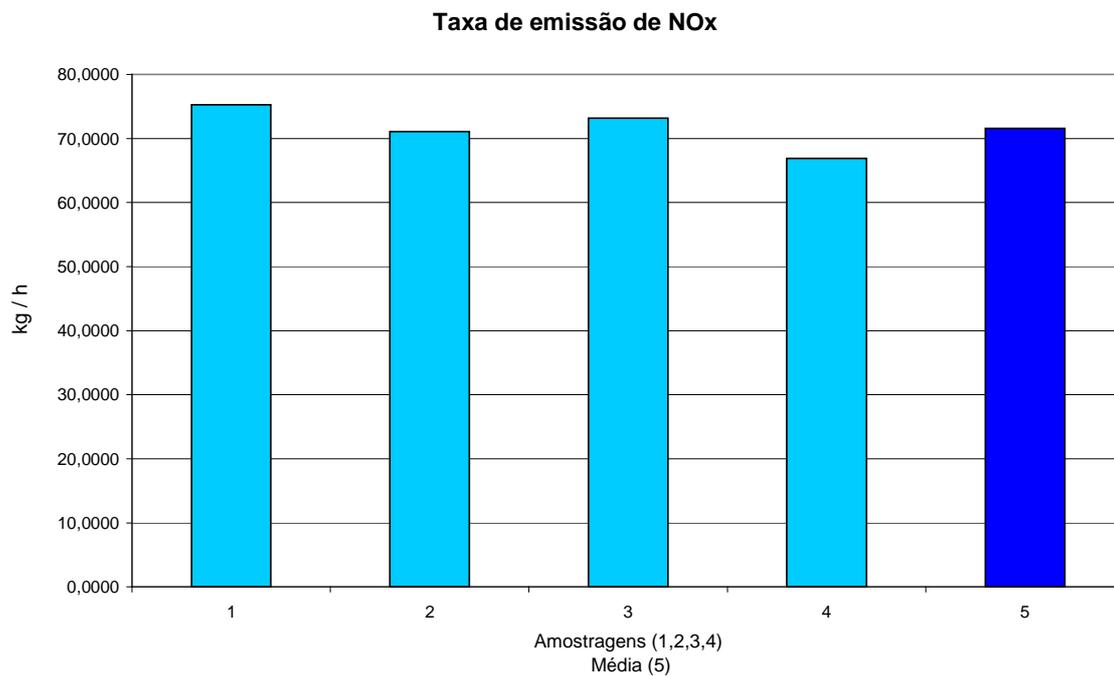
Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	508949,9				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	147,8600	139,6400	143,7500	131,4300	140,6700
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	75,2533	71,0698	73,1615	66,8913	71,5940



Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 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
- AFT –Anotação de função técnica do responsável.

Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

Rio Grande, 02 de janeiro de 2012.

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. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 230.160 / 2011

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I			DATA 21/12/11		NUMERO 1	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m			Pressão Barométrica 29,85 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos	
Amostrador Renan Moraes			K 4,45			Boquilha 7 mm		FCM Cp 1 0,862	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H ₂ O	Pressão Estática mm H ₂ O	ΔH mm H ₂ O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,00	-	35,60	29	28	126	181068,400
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	29	28	126	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	30	28	126	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,40	30	29	126	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	31	29	125	-
6	5	456,0	8,00	-18,00	35,60	31	29	125	181687,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	35,60	32	30	125	181687,600
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	32	30	125	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	32	30	125	-
4	5	335,8	12,00	-19,50	53,40	33	30	125	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	33	31	125	-
6	5	456,0	8,00	-18,00	35,60	33	31	125	182288,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,333	-18,583	41,533	31,3	29,4	125,3	1220,000

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	10	11		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	30	°C	Temperatura no Gasometro entrada	29	°C
			Temperatura no Gasometro saída	28	°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 ESTACIONÁRIA **ISATEC**

PLANILHA 2 - PLANILHA DE PREPARAÇÃO E RETOMADA DE AMOSTRAS COMPOSIÇÃO DE GASES E RESULTADOS DE LABORATÓRIO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11	NÚMERO 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 < 499,8 < 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%	709,26	736,52	27,26
2	200	H2O2 5%	680,53	695,30	14,77
3	200	H2O2 5%	688,52	694,74	6,22
4	-	Sílica	729,71	735,32	5,61
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2808,02	2861,88	53,86

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,9	11,9	11,9	11,9	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,8	8,8	8,9	8,8	44	3,9
N ₂	79,3	79,3	79,2	79,3	28	22,2
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0236	g	de	M.P.	Certificado nº	230.160 / 230.020
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.163 / 230.021
534,02	mg	de	SO2	Certificado nº	230.166 / 230.022

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	25	50,3456	50,6507	0,3051
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3051

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan02

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 3 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 1

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 53,860	(R) Tc = 717,60	("Hg)Patm= 29,850	("H ₂ O)Pest= -0,732	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 546,60	("H ₂ O)ΔH= 1,635	(ft ³) Vm = 43,084	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,889	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,605	(min) @ = 60	
(mg)M.P. = 328,700	(mg)H2SO4 = 0,000	(mg)SO2 = 534,020		

Pc = Pressão na chaminé	29,796	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,970	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,468	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	56,892	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,057		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,206		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2427,344	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,331	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	100,05	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Øc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	793277,589	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	510393,908	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,100	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.= Concentração de M.P. no efluente	298,83	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.	152,520	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H2SO4= Concentração de H2SO4 no efluente	0,00	mg / Nm ³	C H2SO4= H2SO4 / Vmcnbs
Te H2SO4= Taxa de Emissão de H2SO4	0,000	kg / h	Te H2SO4=(C H2SO4 * Vaecnbs) / 1000000
C SO2= Concentração de SO2 no efluente	485,49	mg / Nm ³	C SO2= SO2 / Vmcnbs
Te SO2= Taxa de Emissão de SO2	247,790	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-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 I			DATA 21/12/11		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,85 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Moraes			K 4,45	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 15:50	Fim 16:55	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H ₂ O	Pressão Estática mm H ₂ O	ΔH mm H ₂ O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,00	-	35,60	31	29	125	182291,200
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	32	30	126	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	32	30	126	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,40	33	31	126	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	33	31	125	-
6	5	456,0	8,00	-18,50	35,60	34	31	125	182907,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	35,60	34	32	125	182907,400
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	34	32	125	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	35	32	126	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,40	35	33	126	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	35	33	126	-
6	5	456,0	8,00	-18,00	35,60	36	33	125	183517,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,333	-18,750	41,533	33,7	31,4	125,5	1226,600

Monitoramentos

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11	NÚMERO 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%	695,39	723,65	28,26
2	200	H2O2 5%	707,92	722,63	14,71
3	200	H2O2 5%	691,75	699,68	7,93
4	-	Sílica	717,93	721,52	3,59
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2812,99	2867,48	54,49

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,8	11,8	11,8	11,8	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,9	9,0	8,9	8,9	44	3,9
N ₂	79,3	79,2	79,3	79,3	28	22,2
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,90

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0434	g	de	M.P.	Certificado nº	230.161 / 230.020
42,01	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.164 / 230.021
585,82	mg	de	SO2	Certificado nº	230.167 / 230.022

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	9	66,2105	66,5167	0,3062
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3062

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 CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11	NÚMERO 2
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 54,490	(R) Tc = 717,90	("Hg)Patm= 29,850	("H ₂ O)Pest= -0,738	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 550,58	("H ₂ O)ΔH= 1,635	(ft ³) Vm = 43,317	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,901	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,605	(min) @ = 60	
(mg)M.P. = 349,600	(mg)H ₂ SO ₄ = 42,008	(mg)SO ₂ = 585,820		

Pc = Pressão na chaminé	29,796	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,970	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,510	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	56,812	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,058		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,209		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2427,764	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,333	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,97	%	I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac = Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé	793414,906	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	509863,088	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,098	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.= Concentração de M.P. no efluente	318,42	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.	162,349	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	38,26	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ = Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	19,508	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	533,57	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	272,046	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

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

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I			DATA 21/12/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,85 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 4,45	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 17:05	Fim 18:10	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H ₂ O	Pressão Estática mm H ₂ O	ΔH mm H ₂ O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	8,00	-	35,60	33	31	126	183522,600
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	34	31	125	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	34	32	126	-
4	5	335,8	11,50	-19,50	51,18	35	32	126	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	35	33	126	-
6	5	456,0	8,00	-18,00	35,60	36	33	126	184138,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,00	-	35,60	36	33	125	184138,200
2	5	69,6	9,00	-18,00	40,05	36	34	126	-
3	5	141,2	10,00	-	44,50	37	34	127	-
4	5	335,8	11,50	-19,50	51,18	37	34	127	-
5	5	407,4	9,00	-	40,05	37	35	126	-
6	5	456,0	8,00	-18,00	35,60	38	35	125	184750,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,250	-18,500	41,163	35,7	33,1	125,9	1227,600

Monitoramentos

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11	NÚMERO 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%	711,02	741,73	30,71
2	200	H2O2 5%	701,46	717,89	16,43
3	200	H2O2 5%	683,28	689,31	6,03
4	-	Sílica	720,50	724,01	3,51
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2816,26	2872,94	56,68

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,8	11,9	11,9	11,9	32	3,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,9	8,8	8,8	8,8	44	3,9
N ₂	79,3	79,3	79,3	79,3	28	22,2
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0307	g	de	M.P.	Certificado nº	230.162 / 230.020
41,53	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.165 / 230.021
654,51	mg	de	SO2	Certificado nº	230.168 / 230.022

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	52	53,8711	54,1694	0,2983
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2983

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan08

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
 PLANILHA 9 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 3

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I	21/12/11	3

(g) MH ₂ O =	56,680	(R) Tc =	718,65	("Hg)Patm=	29,850	("H ₂ O)Pest=	-0,728	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	553,88	("H ₂ O)ΔH=	1,621	(ft ³) Vm =	43,352	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,888	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,602	(min) @ =	60		
(mg)M.P. =	329,000	(mg)H ₂ SO ₄ =	41,528	(mg)SO ₂ =	654,510				

Pc =	Pressão na chaminé	29,796	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,969	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,655	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	56,575	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,061		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,167		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2421,062	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	12,299	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110		I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100
Ac =	Área da Chaminé	17,8701	m ²	Ac = Θc ² * 0,7854
Vaacc =	Vazão do efluente nas condições da chaminé	791224,575	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	506592,613	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,092	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.=	Concentração de M.P. no efluente	301,22	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.=	Taxa de Emissão de M.P.	152,594	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	38,02	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ =	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	19,261	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	599,24	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	303,569	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

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 21/12/11
-------------------------	----------------------------	-------------------------

Responsável

Renan Moraes

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 133	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 006

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 008	Identificação do Frasco	M 009	Identificação do Frasco	M 010	Identificação do Frasco	M 011
Volume do Frasco (Vf)	2241,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2256,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2235,0 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	21/12/2011	Data	21/12/2011	Data	21/12/2011	Data	21/12/2011
Hora	18:30	Hora	18:35	Hora	18:40	Hora	18:45
Pressão Atmosférica inicial	758,19 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	358,19 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	358,19 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	358,19 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	358,19 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	22/12/2011	Data	22/12/2011	Data	22/12/2011	Data	22/12/2011
Hora	11:00	Hora	11:05	Hora	11:10	Hora	11:15
Pressão Atmosférica Final	758,24 mmHg						
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	20 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	748,24 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	748,24 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	738,24 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	748,24 mmHg
Temperatura final do Frasco	21 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	294 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	156,7 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	147,521 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	149,455 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	138,854 µg
Cert Ensaio N°	230.322 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.323 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.324 / 230.027	Cert Ensaio N°	230.325 / 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)	1059,79 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1056,44 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1039,69 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1056,49 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 _{NOx})	147,860 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	139,640 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	143,750 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	131,430 mg/Nm ³
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 (Vaecnbs)	508950 Nm ³ /h						
Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	75,253 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	71,070 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	73,162 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (Te _{NOx})	66,891 Kg/h

$$Van = (273 * (Vf - Va) / 760) * ((Pf / Tf) - (Pi / Ti))$$

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

$$Te_{NOx} = C_{NOx} * Vaecnbs * 10^{-6}$$

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