

RELATÓRIO DE ENSAIO

227.753 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 13 de Outubro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 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: 13 de Outubro 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 227.753 / 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 227.753 / 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 227.753 / 2011

6. RESULTADOS

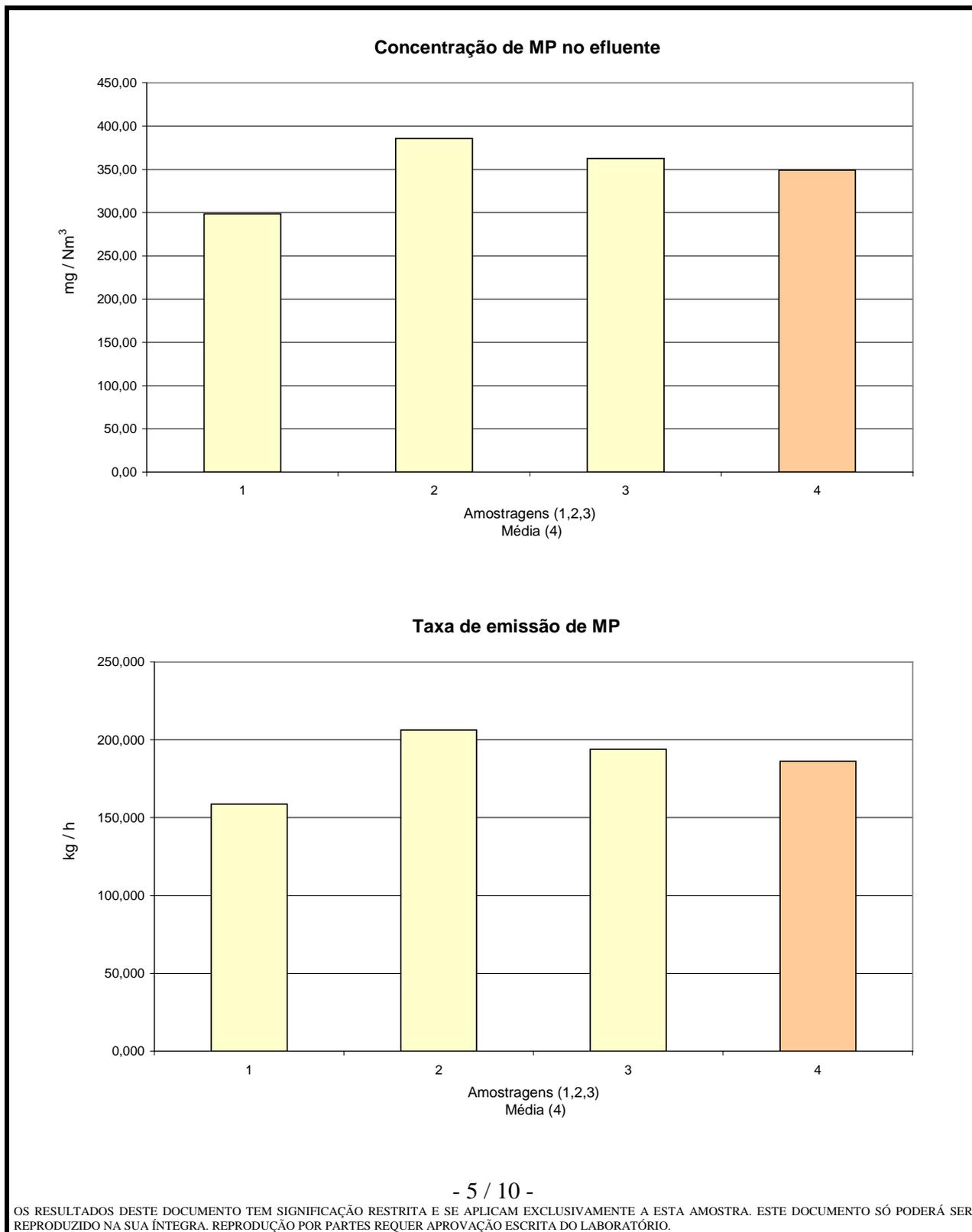
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	13/10/11	13/10/11	13/10/11	-
Hora início da amostragem	h:min	16:50	18:30	19:55	-
Hora de término da amostragem	h:min	17:58	19:37	20:59	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	126,9	127,8	127,0	127,2
Pressão na chaminé	"Hg	29,07	29,07	29,07	29,07
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,26	29,26	29,26	29,26
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,94	3,91	4,09	3,98
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	58,66	58,59	58,20	58,48
Proporção vol. vapor d'agua nos gases chaminé		0,063	0,063	0,066	0,064
Peso molecular base úmida		29,054	29,102	29,066	29,074
Velocidade na chaminé	ft / min	2616,08	2637,36	2642,07	2631,84
Velocidade na chaminé	m / s	13,29	13,40	13,42	13,37
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	96,27	95,35	94,86	95,49
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	854958,76	861911,09	863453,22	860107,69
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	531380,48	534752,51	534967,75	533700,24
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1019	1,0983	1,0931	1,0978
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	298,65	385,88	362,53	349,02
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	158,699	206,349	193,943	186,330
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	6,10	4,24	33,15	14,496
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	3,243	2,267	17,733	7,747
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2079,95	2155,57	1582,40	1939,30
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1105,244	1152,694	846,534	1034,824

- 4 / 10 -

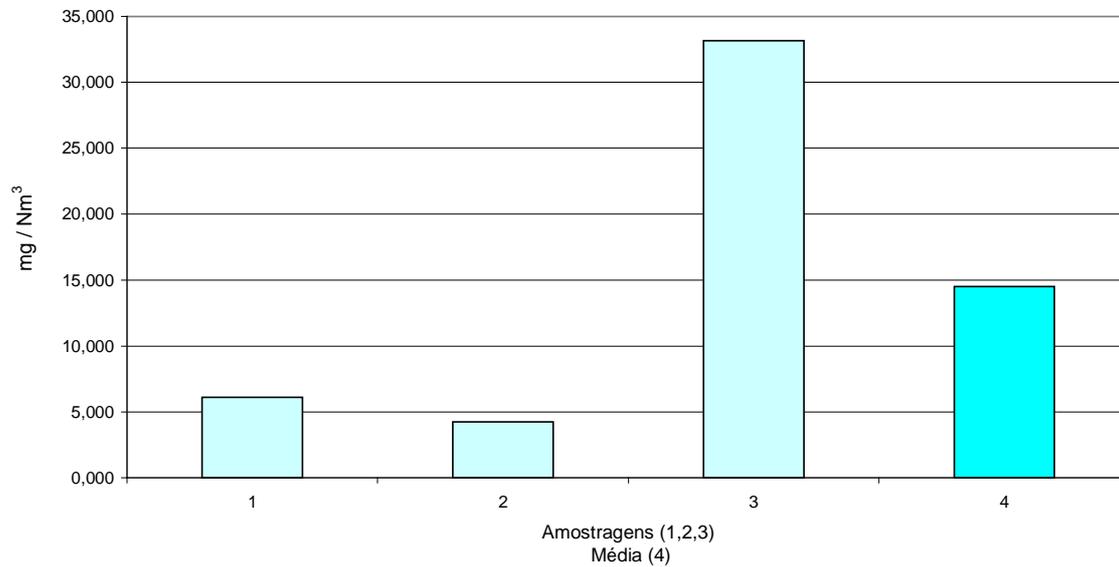
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 2011

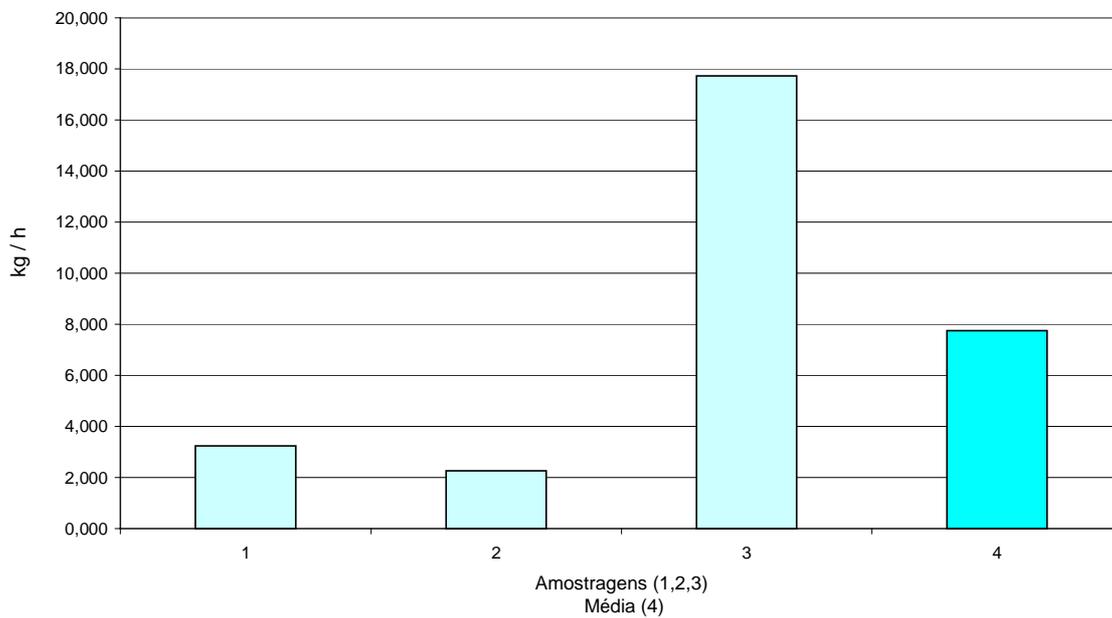


Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 2011

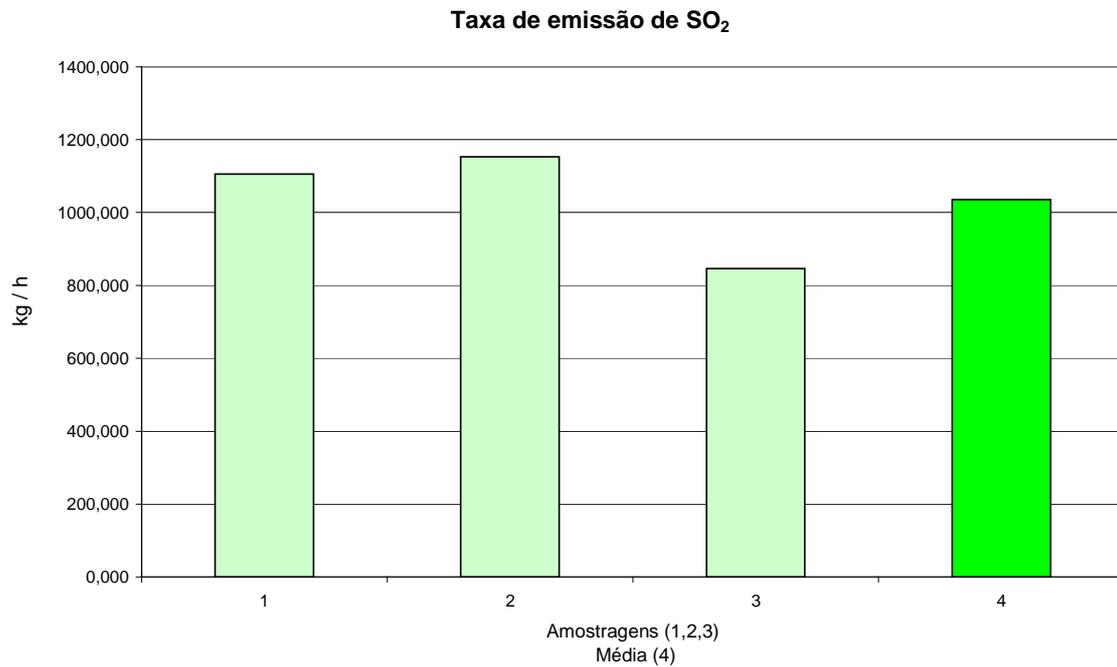
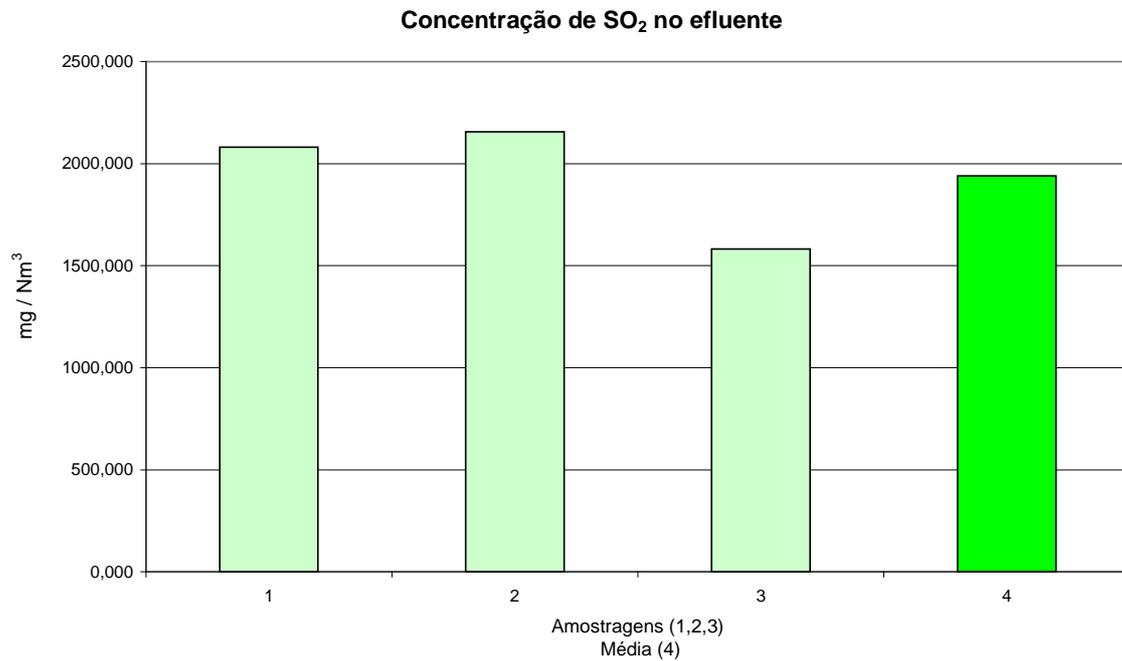
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 2011



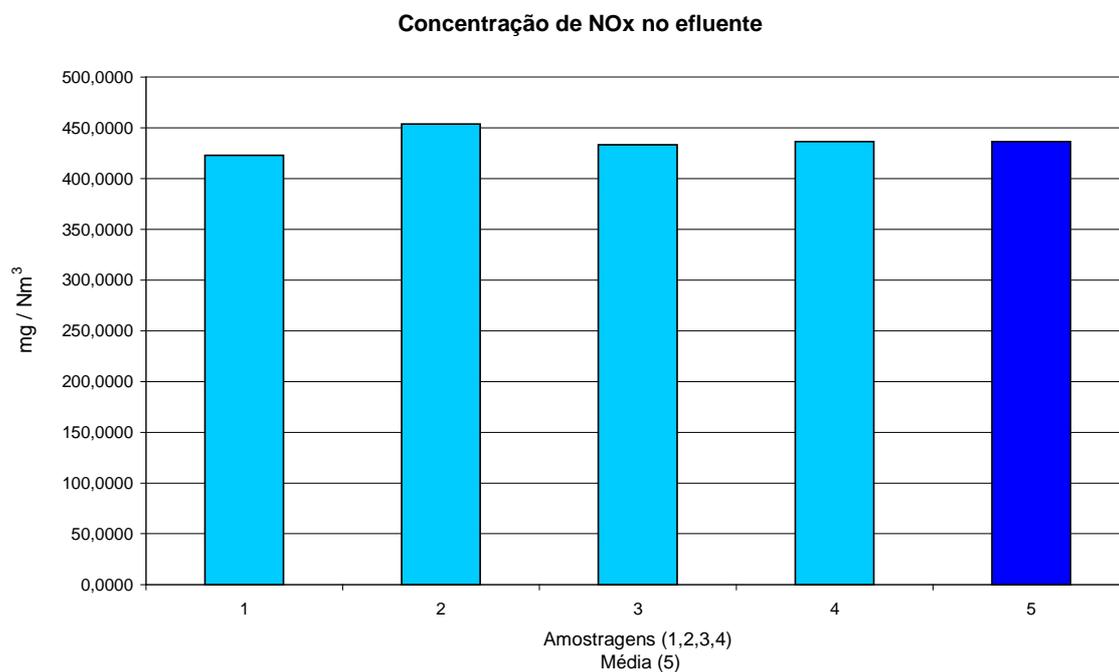
- 7 / 10 -

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

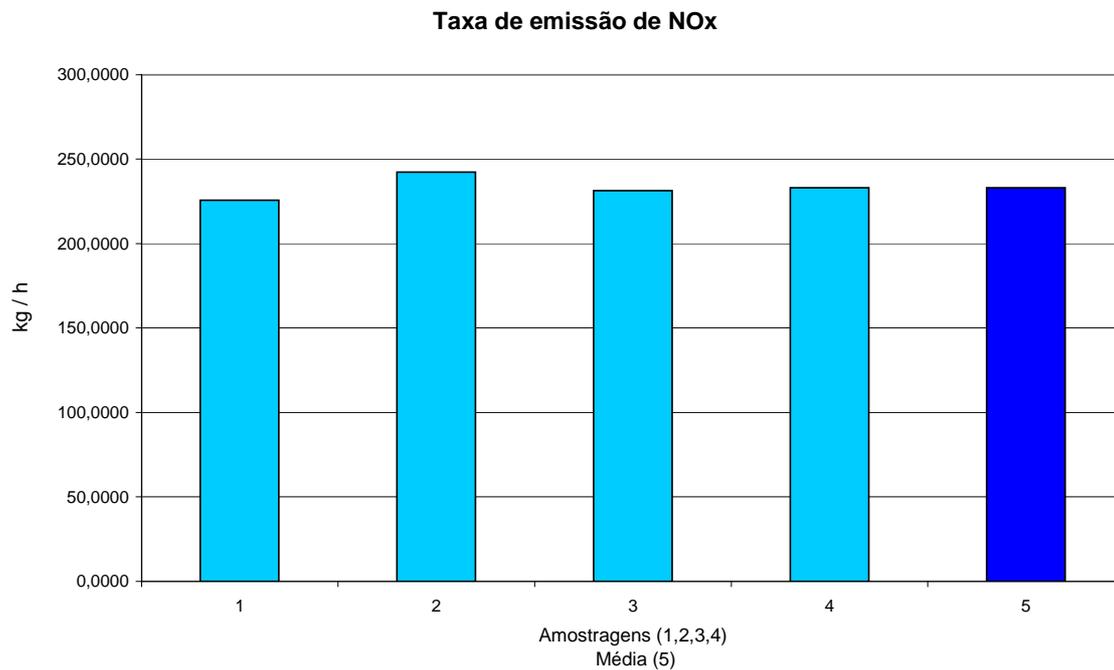
Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	533700,2				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	423,0357	453,8393	433,3036	436,5893	436,6920
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	225,7743	242,2141	231,2542	233,0078	233,0626



Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 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 227.753 / 2011

Rio Grande, 24 de Outubro 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. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 227.753 / 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			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I Chaminé			13/10/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,12 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Renan Morais			4,51		7 mm		1		0,862
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	9,50	-	42,85	16	15	124	37486,600
2	5	69,6	9,50	-17,00	42,85	18	16	126	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	19	16	128	-
4	5	335,8	11,50	-20,00	51,87	20	17	128	-
5	5	407,4	12,00	-	54,12	20	17	126	-
6	5	456,0	9,00	-18,50	40,59	21	18	127	38100,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	9,50	-	42,85	21	18	125	38100,200
2	5	69,6	9,50	-17,00	42,85	22	18	129	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	22	19	128	-
4	5	335,8	12,00	-19,50	54,12	22	19	129	-
5	5	407,4	12,00	-	54,12	23	19	127	-
6	5	456,0	9,00	-18,50	40,59	23	20	126	38692,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	10,458	-18,417	47,167	20,6	17,7	126,9	1205,800

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	9	9	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
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	15	°C	Temperatura no Gasometro entrada	16	°C
			Temperatura no Gasometro saída	15	°C

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

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA
IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan01

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 Chaminé	DATA 13/10/11	NÚMERO 1
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

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

Borbulhadores

Responsável **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	687,49	716,71	29,22
2	200	H2O2 5%	692,33	709,84	17,51
3	200	H2O2 5%	701,67	708,27	6,60
4	-	Sílica	735,08	741,20	6,12
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2816,57	2876,02	59,45

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,6	11,5	11,6	11,6	32	3,7
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,3	8,4	8,3	8,3	44	3,7
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,80

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0051	g	de	MP	Certificado nº	227.753 / 227.782
6,73	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.756 / 227.780
2291,99	mg	de	SO2	Certificado nº	227.259 / 227.781

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moaris**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	57	60,4562	60,7802	0,3240
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3240

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	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I Chaminé	13/10/11	1

(g) MH ₂ O =	59,450	(R) Tc =	720,45	("Hg)Patm=	29,120	("H ₂ O)Pest=	-0,725	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	526,43	("H ₂ O)ΔH=	1,857	(ft ³) Vm =	42,582	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,796	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,641	(min) @ =	60		
(mg)MP =	329,100	(mg)H ₂ SO ₄ =	6,725	(mg)SO ₂ =	2291,990				

Pc =	Pressão na chaminé	29,067	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,257	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,940	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	58,657	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,063		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,054		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2616,082	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	13,290	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	854958,761	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	531380,482	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,102	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	298,65	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	158,699	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	6,10	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	3,243	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2079,95	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1105,244	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-Plan03

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

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I Chaminé			DATA 13/10/11		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,12 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Moraes			K 4,51	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 18:30	Fim 19:37	
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	9,50	-	42,85	18	16	126	38697,200
2	5	69,6	9,50	-17,00	42,85	20	17	128	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	22	17	129	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	54,12	23	18	130	-
5	5	407,4	12,00	-	54,12	23	18	127	-
6	5	456,0	9,50	-19,00	42,85	24	19	127	39311,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	9,50	-	42,85	24	19	126	39311,600
2	5	69,6	10,00	-18,00	45,10	25	20	126	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	25	20	128	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	54,12	26	21	131	-
5	5	407,4	12,50	-	56,38	26	21	129	-
6	5	456,0	9,00	-18,00	40,59	27	22	126	39907,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	10,625	-18,667	47,919	23,6	19,0	127,8	1210,600

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	12	12	12	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
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-Plan04

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRI **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 Chaminé	DATA 13/10/11	NÚMERO 2
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

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

Borbulhadores

Responsável **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	693,71	720,50	26,79
2	200	H2O2 5%	687,46	705,32	17,86
3	200	H2O2 5%	704,36	713,09	8,73
4	-	Sílica	741,82	747,38	5,56
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2827,35	2886,29	58,94

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,2	11,1	11,2	11,2	32	3,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,7	8,8	8,7	8,7	44	3,8
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,84

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0457	g	de	MP	Certificado nº	227.754 / 227.782
4,66	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.757 / 227.780
2367,41	mg	de	SO2	Certificado nº	227.260 / 227.781

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moaris**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	1	58,7043	59,0824	0,3781
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3781

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan05

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 6 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 2

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I Chaminé	13/10/11	2

(g) MH ₂ O =	58,940	(R) Tc =	721,95	("Hg)Patm=	29,120	("H ₂ O)Pest=	-0,735	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	530,33	("H ₂ O)ΔH=	1,887	(ft ³) Vm =	42,752	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,844	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,646	(min) @ =	60		
(mg)MP =	423,800	(mg)H ₂ SO ₄ =	4,655	(mg)SO ₂ =	2367,410				

Pc =	Pressão na chaminé	29,066	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,259	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,914	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	58,585	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,063		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,102		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2637,355	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	13,398	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	861911,086	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	534752,505	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 MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	385,88	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	206,349	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	4,24	mg / Nm ³	C H ₂ SO ₄ = H ₂ SO ₄ / Vmcnbs
Te H ₂ SO ₄ =	Taxa de Emissão de H ₂ SO ₄	2,267	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2155,57	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1152,694	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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I Chaminé			DATA 13/10/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,12 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 4,51	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 19:55	Fim 20:59	
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	9,50	-	42,85	21	18	125	39913,000
2	5	69,6	9,50	-18,00	42,85	23	19	126	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	24	20	128	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	54,12	25	20	127	-
5	5	407,4	12,00	-	54,12	26	21	128	40523,200
6	5	456,0	9,50	-18,00	42,85	27	21	126	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	9,50	-	42,85	27	22	126	40523,200
2	5	69,6	9,50	-17,50	42,85	28	22	127	-
3	5	141,2	11,00	-	49,61	28	22	130	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	54,12	28	23	128	-
5	5	407,4	12,50	-	56,38	29	23	128	-
6	5	456,0	10,00	-18,50	45,10	29	23	125	41127,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	10,667	-18,667	48,107	26,3	21,2	127,0	1214,800

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	11	11	12	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
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 ESTACIONÁRI **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 13/10/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

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

Borbulhadores

Responsável **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	712,74	742,61	29,87
2	200	H2O2 5%	700,85	718,54	17,69
3	200	H2O2 5%	697,30	705,89	8,59
4	-	Sílica	720,96	726,53	5,57
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2831,85	2893,57	61,72

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	11,2	11,1	11,2	11,2	32	3,6
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	8,7	8,8	8,7	8,7	44	3,8
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,84

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0584	g	de	MP	Certificado nº	227.755 / 227.782
36,24	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.758 / 227.780
1729,79	mg	de	SO2	Certificado nº	227.261 / 227.781

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moaris**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	60	67,849	68,1869	0,3379
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3379

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

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA 13/10/11	NÚMERO 3
-------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 61,720	(R) Tc = 720,60	("Hg)Patm= 29,120	("H ₂ O)Pest= -0,735	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 534,68	("H ₂ O)ΔH= 1,894	(ft ³) Vm = 42,900	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,844	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,647	(min) @ = 60	
(mg)MP = 396,300	(mg)H ₂ SO ₄ = 36,235	(mg)SO ₂ = 1729,790		

Pc = Pressão na chaminé	29,066	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,259	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,091	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	58,202	ft ³	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	29,066		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2642,074	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	13,422	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	94,86	%	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	863453,221	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	534967,746	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,093	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	362,53	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	193,943	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	33,15	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	17,733	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1582,40	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	846,534	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 CGIEE	LOCAL Caldeira I Chaminé	DATA
-------------------------	------------------------------------	-------------

Responsável Renan Morais

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 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	13/10/2011	Data	13/10/2011	Data	13/10/2011	Data	13/10/2011
Hora	17:00	Hora	17:05	Hora	17:10	Hora	17:15
Pressão Atmosférica inicial	736,65 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	336,65 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	336,65 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	336,65 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	336,65 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	15 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	288 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	14/10/2011	Data	14/10/2011	Data	14/10/2011	Data	14/10/2011
Hora	08:00	Hora	08:05	Hora	08:10	Hora	08:10
Pressão Atmosférica Final	736,5 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,5 mmHg
Temperatura final do Frasco	16 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	289 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	456,251 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	490,606 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	466,901 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	475,526 µg
Cert Ensaio N°	228.014	Cert Ensaio N°	228.015	Cert Ensaio N°	228.016	Cert Ensaio N°	228.017
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)	1078,52 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1081,01 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1077,54 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1089,18 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})	423,036 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	453,839 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	433,304 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	436,589 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 (V _{aecnbs})	533700 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	533700 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	533700 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	533700 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	225,774 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	242,214 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	231,254 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	233,008 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