

RELATÓRIO DE ENSAIO

227.456 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 04 de Outubro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 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: 04 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 227.456 / 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 227.456 / 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 227.456 / 2011

6. RESULTADOS

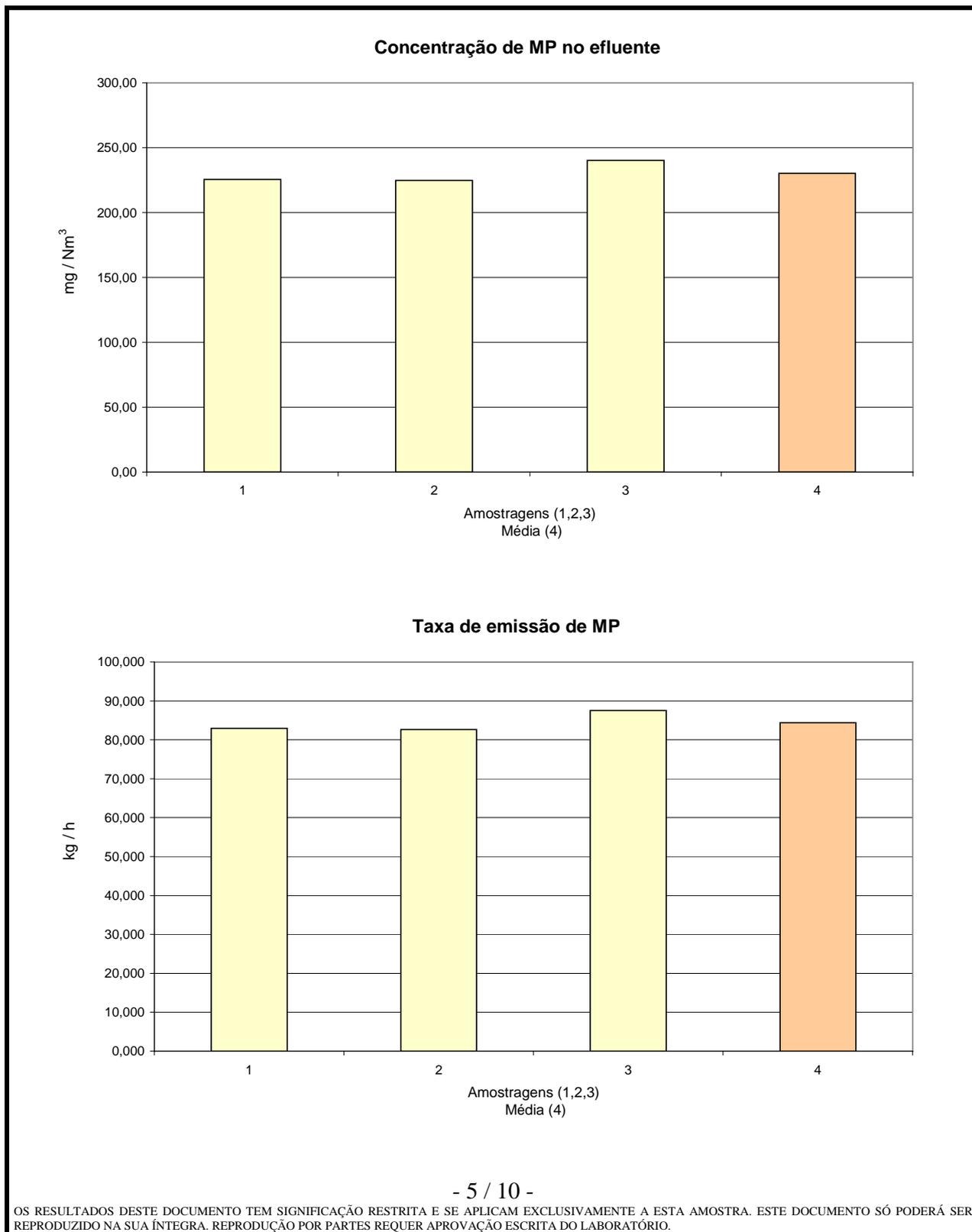
6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	04/10/11	04/10/11	04/10/11	-
Hora início da amostragem	h:min	14:05	16:20	18:40	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:12	17:25	19:47	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	109,8	109,0	108,4	109,1
Pressão na chaminé	"Hg	29,48	29,53	29,53	29,51
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,68	29,68	29,73	29,70
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,20	3,19	3,31	3,23
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	51,50	51,39	50,68	51,19
Proporção vol. vapor d'agua nos gases chaminé		0,058	0,058	0,061	0,059
Peso molecular base úmida		29,311	29,326	29,279	29,305
Velocidade na chaminé	ft / min	1700,74	1693,53	1681,79	1692,02
Velocidade na chaminé	m / s	8,64	8,60	8,54	8,60
Área da Boquilha	ft ²	0,00054	0,00054	0,00054	0,00054
Isocinetismo	%	99,07	99,28	98,90	99,08
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	555817,33	553461,65	549624,73	552967,91
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	367728,78	367579,44	364468,62	366592,28
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0249	1,0267	1,0141	1,0219
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	225,68	224,80	240,21	230,23
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	82,987	82,633	87,549	84,390
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	10,01	8,64	66,93	28,527
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	3,679	3,178	24,394	10,417
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2700,69	2530,68	2389,82	2540,40
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	993,122	930,225	871,015	931,454

- 4 / 10 -

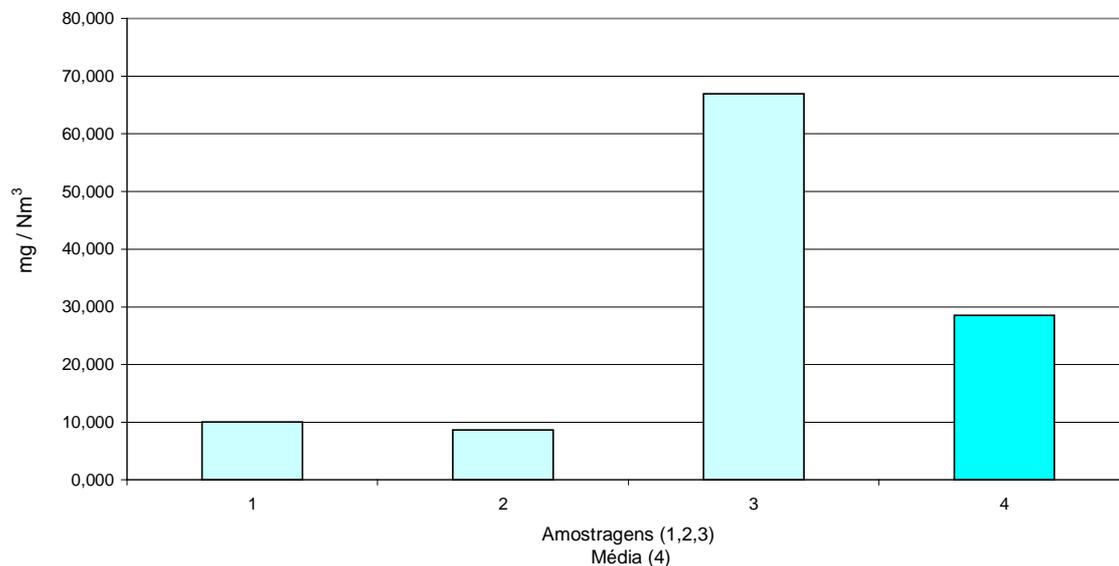
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 2011

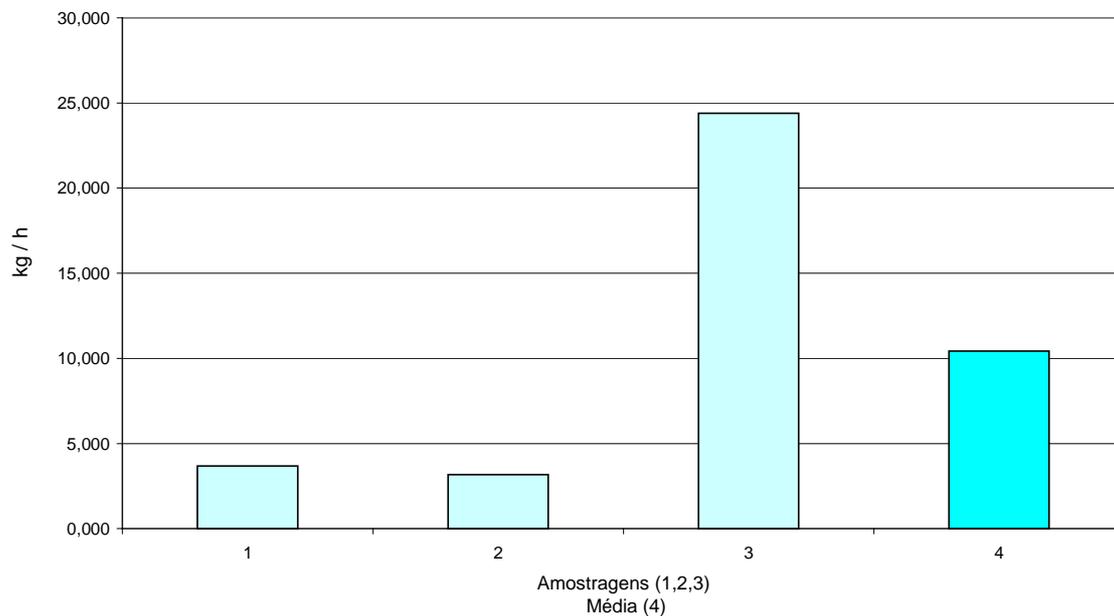


Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 2011

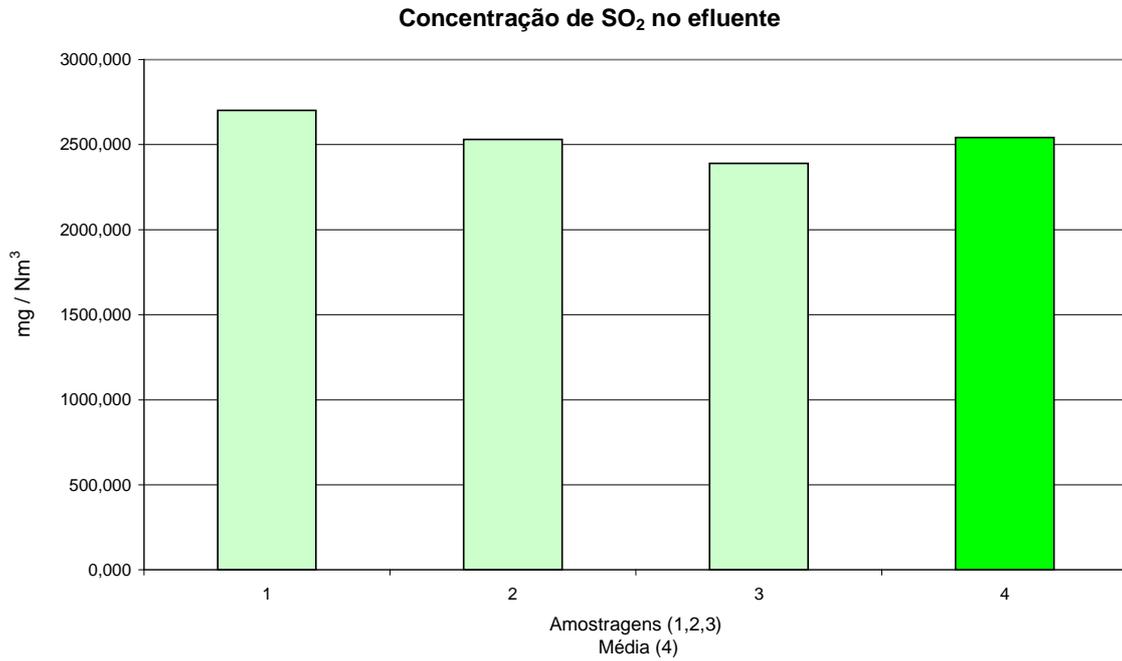
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 2011

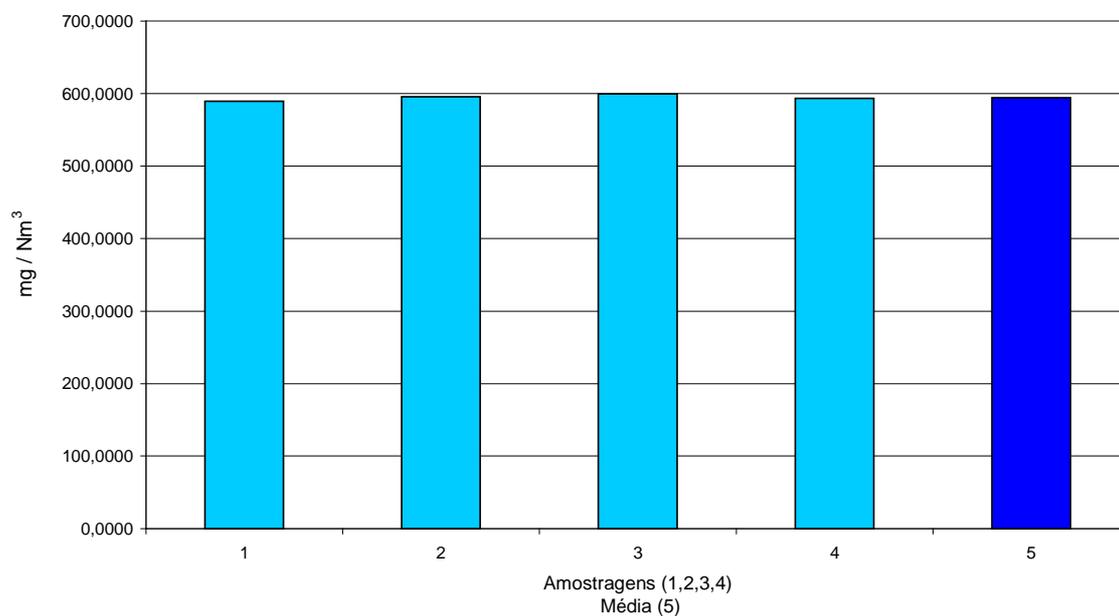


Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 2011

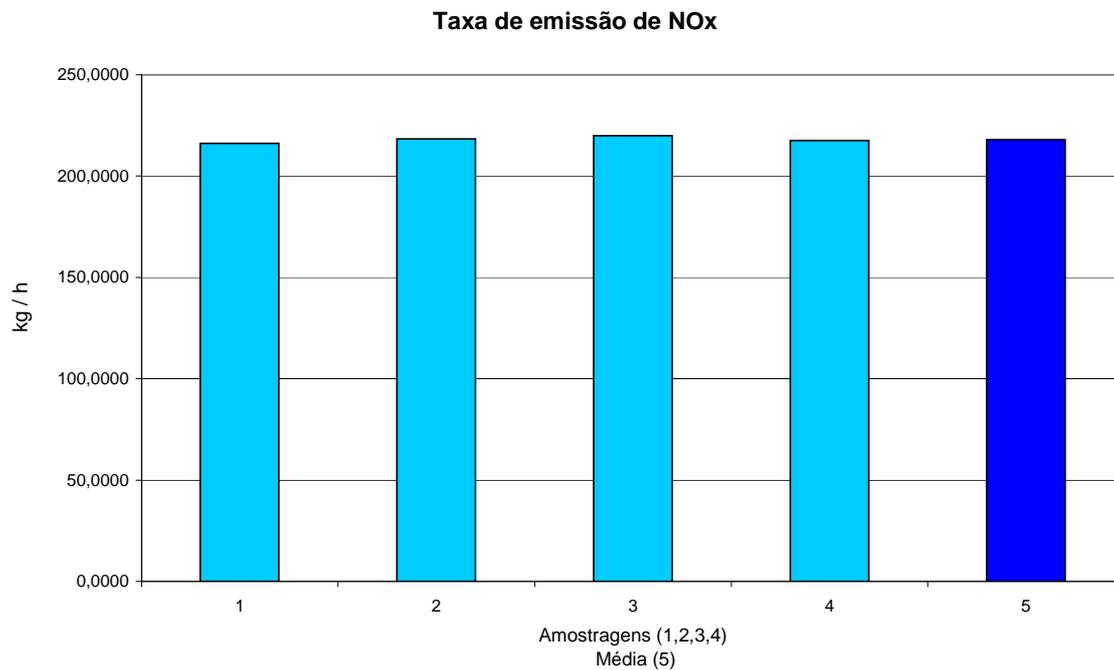
6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	366592,3				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	589,3800	595,5400	599,6400	593,4800	594,5100
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	216,0622	218,3204	219,8234	217,5652	217,9428

Concentração de NO_x no efluente



Relatório de Ensaio N.º 227.456 / 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 227.456 / 2011

Rio Grande, 18 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 227.456 / 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 1 - Chaminé			04/10/11		1		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,55 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Luiz Zolair			9,3		8 mm		1,01		0,852	
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases	
						Entrada	Saída			
	min	cm	pol H2O	pol H2O	pol H2O	°C	°C	°C	ft3	
1	5	21,0	0,18	-	1,67	16	14	110	496,910	
2	5	69,6	0,19	-0,96	1,77	19	16	110	-	
3	5	141,2	0,21	-	1,95	22	18	110	-	
4	5	335,8	0,20	-0,97	1,86	24	19	110	-	
5	5	407,4	0,19	-	1,77	26	20	110	-	
6	5	456,0	0,18	-0,96	1,67	28	21	110	516,420	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	0,17	-	1,58	27	21	110	516,420	
2	5	69,6	0,19	-0,96	1,77	29	22	110	-	
3	5	141,2	0,21	-	1,95	31	23	110	-	
4	5	335,8	0,20	-0,98	1,86	32	24	110	-	
5	5	407,4	0,19	-	1,77	33	25	109	-	
6	5	456,0	0,17	-0,96	1,58	34	25	109	536,170	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	0,190	-0,965	1,767	26,8	20,7	109,8	39,260	

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	12	12	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	8

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	16	°C	Temperatura no Gasometro entrada	14	°C
			Temperatura no Gasometro saída	14	°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 04/10/11	NÚMERO 1
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g <	499,98	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Everson Ribeiro**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol isopropilico 80%	600,49	603,73	3,24
2	200	H2O2 5%	749,86	785,88	36,02
3	200	H2O2 5%	747,64	749,23	1,59
4	-	Silica Gel	722,19	732,45	10,26
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2820,18	2871,29	51,11

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	9,6	9,4	9,6	9,5	32	3,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,2	10,1	10,3	10,2	44	4,5
N ₂	80,2	80,5	80,1	80,3	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,01

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0198	g	de	MP	Certificado nº	227.456 / 227.483
10,26	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.459 / 227.484
2768,00	mg	de	SO2	Certificado nº	227.462 / 227.485

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	51	64,1403	64,3518	0,2115
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2115

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 1 - Chaminé	04/10/11	1

(g) MH ₂ O =	51,110	(R) Tc =	689,70	("Hg)Patm=	29,550	("H ₂ O)Pest=	-0,965	(mm) Θb =	8,00
(R) Tm =	534,68	("H ₂ O)ΔH=	1,767	(ft ³) Vm =	39,260	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,01	Pms =	30,013	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,436	(min) @ =	60		
(mg)MP =	231,300	(mg)H ₂ SO ₄ =	10,255	(mg)SO ₂ =	2768,000				

Pc =	Pressão na chaminé	29,479	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,680	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,197	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	51,498	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	29,311		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1700,741	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	8,640	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000541	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	555817,331	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	367728,778	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,025	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	225,68	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	82,987	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	10,01	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	3,679	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2700,69	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	993,122	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			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira 1 - Chaminé			04/10/11		2		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,55 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Luiz Zolair			9,3		8 mm		1,01		0,852	
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases	
						Entrada	Saída			
	min	cm	pol H2O	pol H2O	pol H2O	°C	°C	°C	ft3	
1	5	21,0	0,17	-	1,58	18	16	109	536,630	
2	5	69,6	0,19	-0,97	1,77	21	18	109	-	
3	5	141,2	0,21	-	1,95	24	19	109	-	
4	5	335,8	0,20	-0,99	1,86	26	20	109	-	
5	5	407,4	0,19	-	1,77	28	21	109	-	
6	5	456,0	0,17	-0,97	1,58	30	22	109	556,270	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	0,18	-	1,67	29	22	109	556,270	
2	5	69,6	0,19	0,97	1,77	31	23	109	-	
3	5	141,2	0,20	-	1,86	32	24	109	-	
4	5	335,8	0,20	-0,98	1,86	33	25	109	-	
5	5	407,4	0,19	-	1,77	34	25	109	-	
6	5	456,0	0,18	0,97	1,67	35	26	109	576,140	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	0,189	-0,328	1,759	28,4	21,8	109,0	39,510	

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	11	13	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	8

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 - Chaminé	DATA 04/10/11	NÚMERO 2
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 015	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	Alccol isopropilico 80%	581,17	584,49	3,32
2	200	H2O2 5%	722,13	757,22	35,09
3	200	H2O2 5%	730,85	732,90	2,05
4	-	Silica Gel	740,16	750,83	10,67
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2774,31	2825,44	51,13

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	9,5	9,4	9,4	9,4	32	3,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,3	10,3	10,2	10,3	44	4,5
N ₂	80,2	80,3	80,4	80,3	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,02

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0268	g	de	MP	Certificado nº	227.457 / 227.483
8,88	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.460 / 227.484
2598,19	mg	de	SO2	Certificado nº	227.463 / 227.485

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	53	67,9123	68,1163	0,2040
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2040

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 1 - Chaminé	04/10/11	2

(g) MH ₂ O =	51,130	(R) Tc =	688,20	("Hg)Patm=	29,550	("H ₂ O)Pest=	-0,328	(mm) Θb =	8,00
(R) Tm =	537,15	("H ₂ O)ΔH=	1,759	(ft ³) Vm =	39,510	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,01	Pms =	30,020	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,435	(min) @ =	60		
(mg)MP =	230,800	(mg)H ₂ SO ₄ =	8,875	(mg)SO ₂ =	2598,190				

Pc =	Pressão na chaminé	29,526	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,679	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,187	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	51,392	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	29,318		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1693,751	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	8,604	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000541	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	553532,751	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	367626,664	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,027	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	224,80	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	82,644	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	8,64	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	3,178	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2530,68	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	930,345	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			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira 1 - Chaminé			04/10/11		3	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77	m	29,60	pol Hg		60 minutos	
Amostrador			K		Boquilha		FCM	Cp	Início
Luiz Zolair			9,3		8 mm		1,01	0,852	Fim
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases
						Entrada	Saída		
	min	cm	pol H2O	pol H2O	pol H2O	°C	°C	°C	ft3
1	5	21,0	0,17	-	1,58	19	17	109	576,680
2	5	69,6	0,19	-0,96	1,77	22	19	109	-
3	5	141,2	0,21	-	1,95	25	21	109	-
4	5	335,8	0,20	-0,99	1,86	27	22	109	-
5	5	407,4	0,19	-	1,77	29	23	109	-
6	5	456,0	0,17	-0,96	1,58	31	24	108	596,180
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,17	-	1,58	30	24	108	596,180
2	5	69,6	0,18	-0,96	1,67	32	25	108	-
3	5	141,2	0,21	-	1,95	34	26	108	-
4	5	335,8	0,20	-0,98	1,86	35	27	108	-
5	5	407,4	0,18	-	1,67	36	27	108	-
6	5	456,0	0,17	-0,96	1,58	37	28	108	615,850
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,187	-0,968	1,736	29,8	23,6	108,4	39,170

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	11	10	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	8

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 ESTACIONÁ **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1 - Chaminé	DATA 04/10/11	NÚMERO 3
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação da Balança	EA 015	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	Alccol isopropilico 80%	601,46	604,85	3,39
2	200	H2O2 5%	749,81	787,67	37,86
3	200	H2O2 5%	747,19	749,16	1,97
4	-	Silica Gel	721,97	732,00	10,03
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2820,43	2873,68	53,25

Composição do Gases

Responsável **Everson Ribeiro**

Identificação do analisador de gases	EA 143
--------------------------------------	--------

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	9,6	9,6	9,5	9,6	32	3,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,2	10,2	10,3	10,2	44	4,5
N ₂	80,2	80,2	80,2	80,2	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,02

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0282	g	de	MP	Certificado nº	227.458 / 227.483
67,88	mg	de	H2SO4	Certificado nº	227.461 / 227.484
2423,56	mg	de	SO2	Certificado nº	227.464 / 227.485

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	54	65,9148	66,1302	0,2154
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,2154

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

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



EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira 1 - Chaminé	04/10/11	3

(g) MH ₂ O =	53,250	(R) Tc =	687,15	("Hg)Patm=	29,600	("H ₂ O)Pest=	-0,968	(mm) Θb =	8,00
(R) Tm =	540,00	("H ₂ O)ΔH=	1,736	(ft ³) Vm =	39,170	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,01	Pms =	30,020	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,432	(min) @ =	60		
(mg)MP =	243,600	(mg)H ₂ SO ₄ =	67,875	(mg)SO ₂ =	2423,560				

Pc =	Pressão na chaminé	29,529	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,728	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,313	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	50,681	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	29,282		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1681,685	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	8,543	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000541	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	549589,497	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	364445,256	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,014	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	240,21	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	87,543	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	66,93	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	24,392	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2389,82	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	870,959	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 1 - Chaminé	DATA 04/10/11
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------

Responsável

LUIZ ZOLAIR

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	81194/04	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 002	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 004	Identificação do Frasco	EA 54
Volume do Frasco (Vf)	2213,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2242,8 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	04/10/2011	Data	04/10/2011	Data	04/10/2011	Data	04/10/2011
Hora	14:40	Hora	14:45	Hora	14:50	Hora	14:55
Pressão Atmosférica inicial	750,57 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	350,57 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	350,57 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	350,57 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	350,57 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	14 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	287 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	287 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	287 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	287 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	05/10/2011	Data	05/10/2011	Data	05/10/2011	Data	05/10/2011
Hora	07:40	Hora	07:45	Hora	07:50	Hora	07:55
Pressão Atmosférica Final	750,4 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,4 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	745,4 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})	600,169 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	612,066 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	614,299 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	612,323 µg
Cert Ensaio N°	227.809	Cert Ensaio N°	227.810	Cert Ensaio N°	227.811	Cert Ensaio N°	227.812
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)	1067,56 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1077,46 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1074 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1081,65 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})	562,188 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	568,064 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	571,975 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	566,099 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})	366600 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	366600 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	366600 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	366600 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	206,098 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	208,252 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	209,686 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	207,532 Kg/h

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

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

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

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 Bobocelli

Maristela Mendes Dalmás

MARISTELA MENDES DALMÁS
CHEFE DO DEPARTAMENTO