

RELATÓRIO DE ENSAIO

230.742 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 11 de janeiro de 2012.

Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

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 IV.

DATA: 11 de janeiro de 2012.

- 1/ 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira IV para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_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 230.742 / 2012

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.

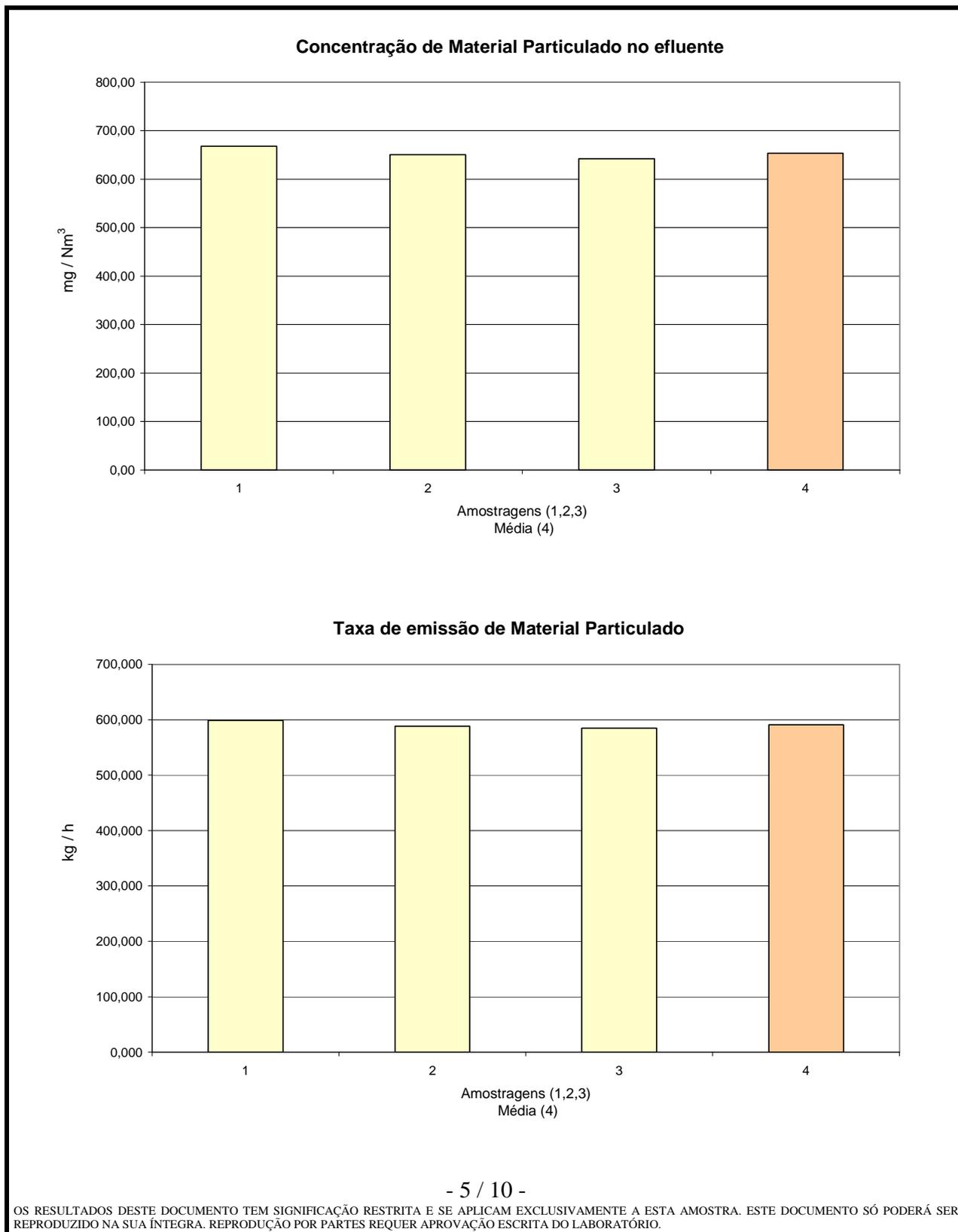
Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

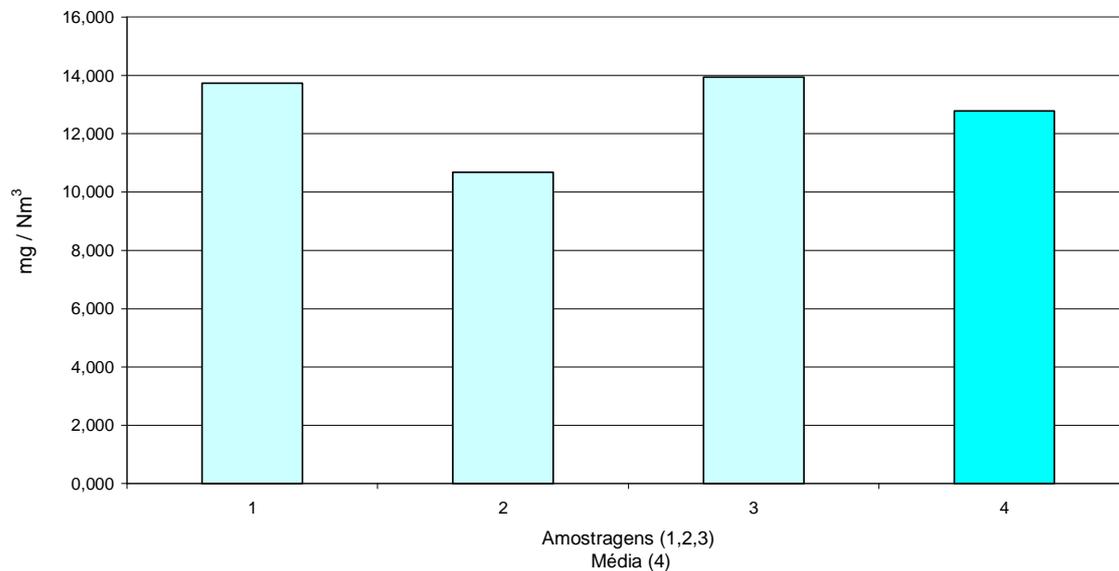
		AMOSTRAS				Média
		1	2	3		
Dia da Amostragem	d:m:a	11/01/12	11/01/12	11/01/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	08:20	10:30	14:15	-	
Hora de término da amostragem	h:min	09:25	11:35	15:20	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	175,0	174,4	174,7	174,7	
Pressão na chaminé	"Hg	29,09	29,09	29,09	29,09	
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,34	29,34	29,34	29,34	
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,26	4,43	4,11	4,27	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	58,27	58,96	59,38	58,87	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,068	0,070	0,065	0,068	
Peso molecular base úmida		29,079	29,045	29,118	29,081	
Velocidade na chaminé	ft / min	4967,63	5012,26	5025,98	5001,96	
Velocidade na chaminé	m / s	25,24	25,46	25,53	25,41	
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	
Isocinetismo	%	99,27	99,73	99,62	99,54	
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1623467,28	1638049,79	1642534,89	1634683,98	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	896697,36	904075,71	911146,46	903973,18	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	0,9783	0,9909	0,9975	0,9889	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	667,72	650,70	641,90	653,44	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	598,740	588,282	584,867	590,630	
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	13,73	10,68	13,95	12,788	
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	12,315	9,657	12,710	11,561	
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	1344,71	1264,80	1451,13	1353,55	
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1205,794	1143,473	1322,194	1223,820	

Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

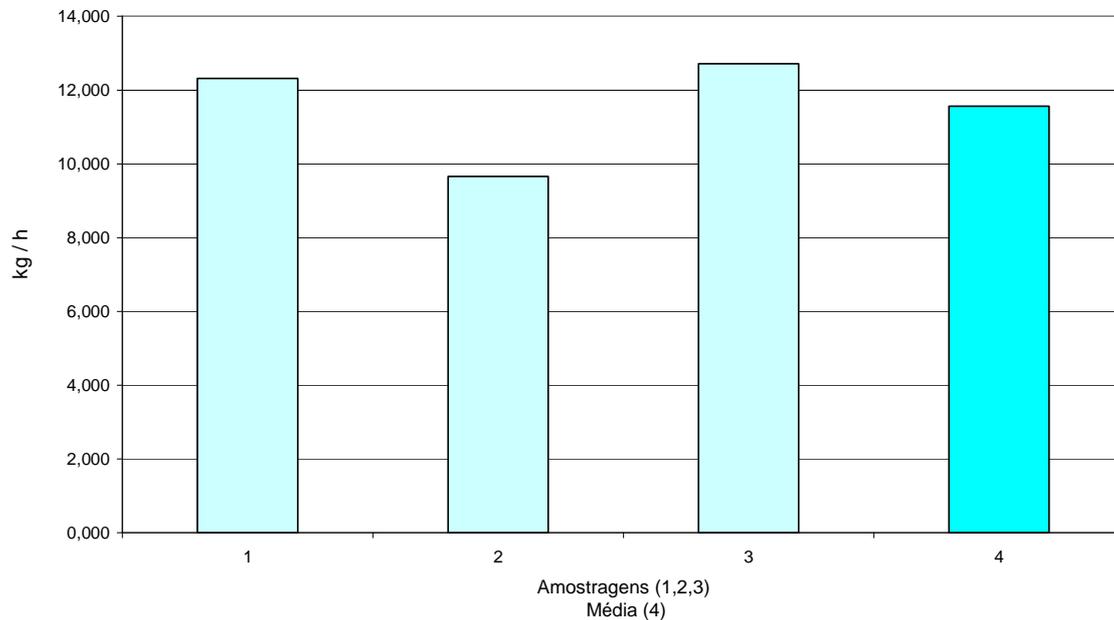


Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

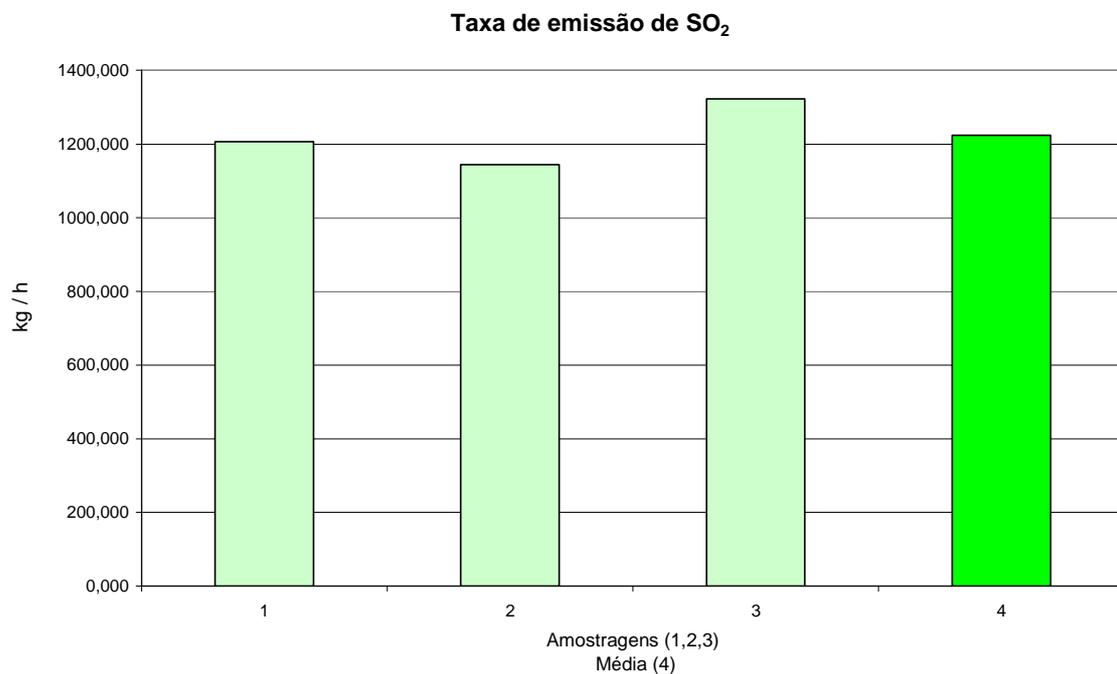
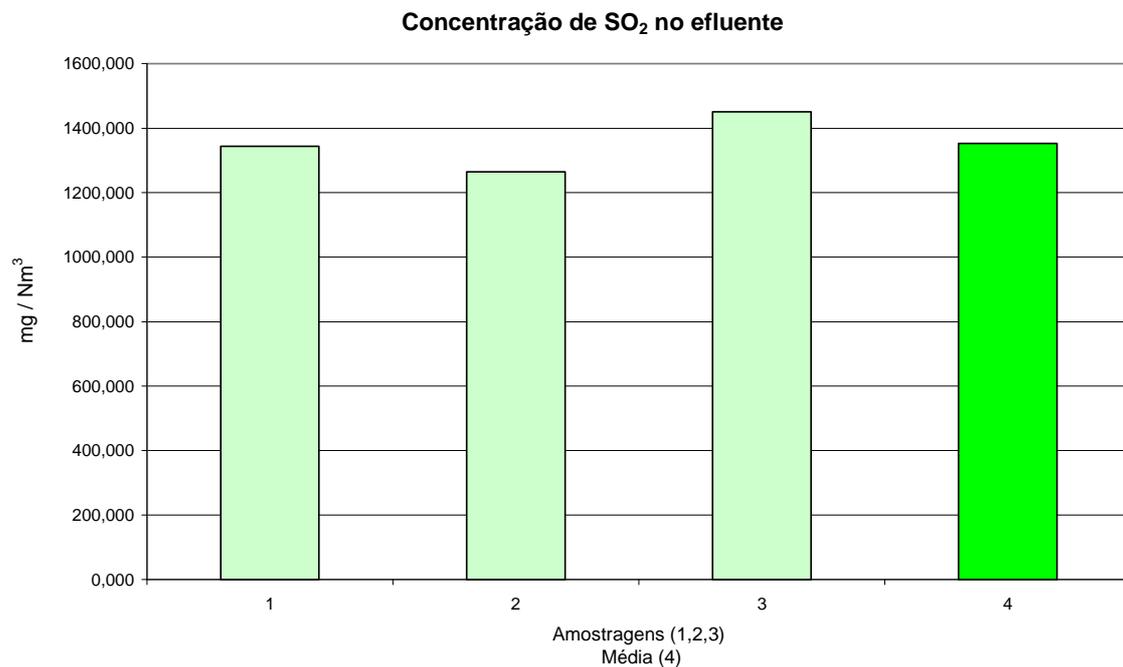
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



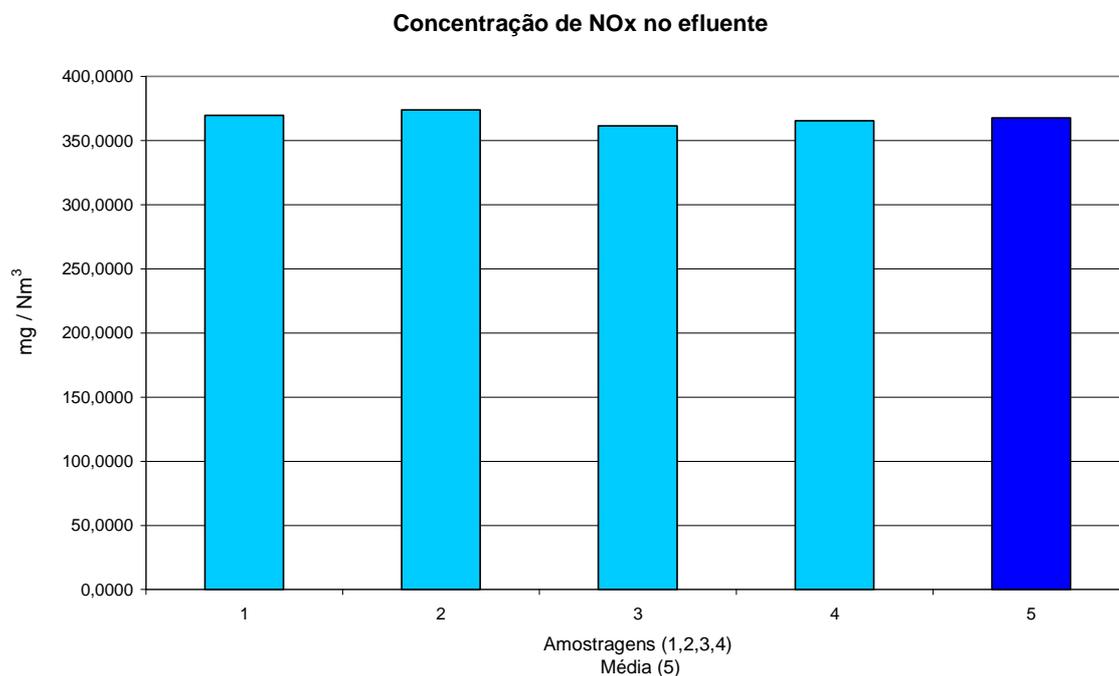
Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012



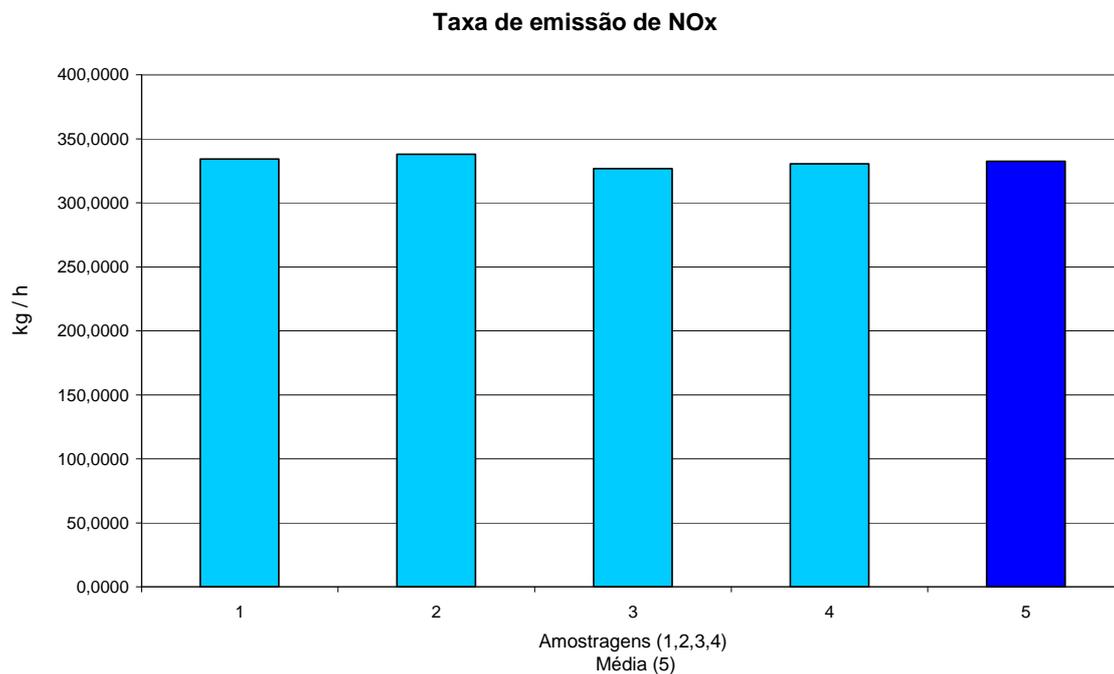
Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	903973,2				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	369,6430	373,7500	361,4290	365,5360	367,5895
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	334,1474	337,8600	326,7221	330,4347	332,2910



Relatório de Ensaio N.º 230.742 / 2012



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 230.742 / 2012

Rio Grande, 19 de janeiro de 2012.

FILIPPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: LP7746

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Coordenador Saybolt/Isatec
Rio Grande

- 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 230.742 / 2012

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira 4 - Chaminé			11/01/12		1		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
M.P	Sox		4,77 m		29,22 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Luiz Zolair			1,2		5 mm		1		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	1,20	-	1,44	26	23	175	743,110	
2	5	69,6	1,30	-1,70	1,56	29	24	175	-	
3	5	141,2	1,50	-	1,80	31	25	175	-	
4	5	335,8	1,60	-1,80	1,92	33	26	175	-	
5	5	407,4	1,30	-	1,56	35	27	175	-	
6	5	456,0	1,20	-1,70	1,44	37	28	175	762,670	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	1,20	-	1,44	36	29	175	762,670	
2	5	69,6	1,40	-1,70	1,68	38	30	175	-	
3	5	141,2	1,50	-	1,80	39	31	175	-	
4	5	335,8	1,50	-1,70	1,80	40	32	175	-	
5	5	407,4	1,40	-	1,68	41	33	175	-	
6	5	456,0	1,20	-1,70	1,44	42	34	175	782,470	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	1,358	-1,717	1,630	35,6	28,5	175,0	39,360	

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	Barômetro	EA 074		
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	Cronômetro	EA 135		
Temperatura borbulhadores(°C)	11	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	28	°C	Temperatura no Gasometro entrada	23	°C
			Temperatura no Gasometro saída	23	°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 4 - Chaminé	DATA 11/01/12	NÚMERO 1
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g		
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g <	499,94	<500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Renato Soares**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol isopropilico 80%	600,83	606,37	5,54
2	200	H2O2 5%	748,26	779,05	30,79
3	200	H2O2 5%	740,12	750,06	9,94
4	-	Silica Gel	715,69	726,83	11,14
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2804,90	2862,31	57,41

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	10,4	10,3	10,5	10,4	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,2	9,3	9,1	9,2	44	4,0
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0318	g	de	M.P.	Certificado nº	230.742 / 230.764
13,44	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.745 / 230.765
1315,47	mg	de	SO2	Certificado nº	230.748 / 230.766

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	4	60,9484	61,5698	0,6214
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6214

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 4 - Chaminé	11/01/12	1

(g) MH ₂ O =	57,410	(R) Tc =	807,00	("Hg)Patm=	29,220	("H ₂ O)Pest=	-1,717	(mm) Θb =	5,00
(R) Tm =	549,68	("H ₂ O)ΔH=	1,630	(ft ³) Vm =	39,360	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,888	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,164	(min) @ =	60		
(mg)M.P. =	653,200	(mg)H ₂ SO ₄ =	13,435	(mg)SO ₂ =	1315,470				

Pc =	Pressão na chaminé	29,094	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,340	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	4,258	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	58,275	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,068		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,079		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	4967,635	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	25,236	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000211	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	896697,356	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,978	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.=	Concentração de M.P. no efluente	667,72	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.=	Taxa de Emissão de M.P.	598,740	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	13,73	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	12,315	kg / h	Te H ₂ SO ₄ = (C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1344,71	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1205,794	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 ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira 4 - Chaminé			11/01/12		2	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
M.P.	Sox		4,77 m		29,22 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Luiz Zolair			1,2		5 mm		1		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	1,20	-	1,44	28	25	175	783,390
2	5	69,6	1,40	-1,70	1,68	31	26	175	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	33	27	175	-
4	5	335,8	1,60	-1,80	1,92	35	28	175	-
5	5	407,4	1,40	-	1,68	37	29	175	-
6	5	456,0	1,20	-1,70	1,44	38	30	174	803,310
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	1,20	-	1,44	37	31	174	803,310
2	5	69,6	1,40	-1,70	1,68	39	32	174	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	40	33	174	-
4	5	335,8	1,60	-1,80	1,92	41	34	174	-
5	5	407,4	1,40	-	1,68	42	35	174	-
6	5	456,0	1,20	-1,70	1,44	43	36	174	823,480
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	1,383	-1,733	1,660	37,0	30,5	174,4	40,090

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 074	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135	
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	12	14		Sonda Rígida	EA 026	
						Coluna U	EA 010	
						Termopar Chaminé	EA 069	
						Aparelho	EA 001	
						Pitot	P 11	
						Boquilha	5	

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan04

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 4 - Chaminé	DATA 11/01/12	NÚMERO 2
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

Identificação da Balança	EA 015	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	Alccol isopropilico 80%	583,22	588,95	5,73
2	200	H2O2 5%	720,97	753,96	32,99
3	200	H2O2 5%	731,26	740,57	9,31
4	-	Silica Gel	721,08	732,92	11,84
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2756,53	2816,40	59,87

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	10,5	10,6	10,4	10,5	32	3,4
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,1	9,0	9,2	9,1	44	4,0
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,88

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0286	g	de	M.P.	Certificado nº	230.743 / 230.764
10,59	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.746 / 230.765
1253,33	mg	de	SO2	Certificado nº	230.749 / 230766

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	5	61,3823	61,9985	0,6162
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6162

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 4 - Chaminé	DATA 11/01/12	NÚMERO 2
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 59,870	(R) Tc = 805,95	("Hg)Patm= 29,220	("H ₂ O)Pest= -1,733	(mm) Øb = 5,00
(R) Tm = 552,75	("H ₂ O)ΔH= 1,660	(ft ³) Vm = 40,090	Cp = 0,852	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,876	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,174	(min) @ = 60	
(mg)M.P. = 644,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 10,585	(mg)SO ₂ = 1253,330		

Pc = Pressão na chaminé	29,093	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,342	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,435	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	58,955	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,070		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,045		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5012,256	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	25,462	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,73	%	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	904075,712	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,991	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.= Concentração de M.P. no efluente	650,70	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.	588,282	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	10,68	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	9,657	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1264,80	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1143,473	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

ISATEC

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira 4 - Chaminé			DATA 11/01/12		NUMERO 3	
Amostragem de M.P. Sox			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,22 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,2	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,852	Início 14:15	Fim 15:20	
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP pol H2O	Pressão Estática pol H2O	ΔH pol H2O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases ft3
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	1,30	-	1,56	31	28	174	824,410
2	5	69,6	1,30	-1,70	1,56	34	29	174	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	36	30	174	-
4	5	335,8	1,60	-1,80	1,92	38	31	174	-
5	5	407,4	1,30	-	1,56	40	32	175	-
6	5	456,0	1,30	-1,70	1,56	42	33	175	722,340
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	1,30	-	1,56	41	33	175	722,340
2	5	69,6	1,40	-1,70	1,68	43	34	175	-
3	5	141,2	1,50	-	1,80	44	35	175	-
4	5	335,8	1,50	-1,70	1,80	45	36	175	-
5	5	407,4	1,40	-	1,68	47	37	175	-
6	5	456,0	1,30	-1,70	1,56	47	38	175	865,170
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	1,392	-1,717	1,670	40,7	33,0	174,7	40,760

Monitoramentos

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

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	5

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan07

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 4 - Chaminé	DATA 11/01/12	NÚMERO 3
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Renato Soares**

Identificação da Balança	EA 015	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	Alccol isopropilico 80%	602,15	607,54	5,39
2	200	H2O2 5%	748,98	778,13	29,15
3	200	H2O2 5%	747,57	757,00	9,43
4	-	Silica Gel	705,31	716,82	11,51
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2804,01	2859,49	55,48

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	10,4	10,3	10,5	10,4	32	3,3
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,2	9,3	9,1	9,2	44	4,0
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0169	g	de	M.P.	Certificado nº	230.744 / 230.764
13,92	mg	de	H2SO4	Certificado nº	230.747 / 230.765
1447,51	mg	de	SO2	Certificado nº	230.750 / 230.766

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	6	60,7732	61,3966	0,6234
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6234

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 4 - Chaminé	DATA 11/01/12	NÚMERO 3
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 55,480	(R) Tc = 806,40	("Hg)Patm= 29,220	("H ₂ O)Pest= -1,717	(mm) Øb = 5,00
(R) Tm = 558,30	("H ₂ O)ΔH= 1,670	(ft ³) Vm = 40,760	Cp = 0,852	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,888	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,179	(min) @ = 60	
(mg)M.P. = 640,300	(mg)H ₂ SO ₄ = 13,915	(mg)SO ₂ = 1447,510		

Pc = Pressão na chaminé	29,094	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,343	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,112	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	59,377	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,065		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,118		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5025,980	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	25,532	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,62	%	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	#####	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	911146,461	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,998	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C M.P.= Concentração de M.P. no efluente	641,90	mg / Nm ³	C M.P.= M.P. / Vmcnbs
Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.	584,867	Kg / h	Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	13,95	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	12,710	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1451,13	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1322,194	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 4 - Chaminé	DATA 11/01/12
-------------------------	--------------------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 074	Termômetro	226222	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 053
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)	2250,9 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	11/01/2012	Data	11/01/2012	Data	11/01/2012	Data	11/01/2012
Hora	15:50	Hora	15:55	Hora	16:00	Hora	16:05
Pressão Atmosférica inicial	742,2 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	342,2 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	342,2 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	342,2 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	342,2 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	28 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	301 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	301 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	301 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	301 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	12/01/2012	Data	12/01/2012	Data	12/01/2012	Data	12/01/2012
Hora	08:30	Hora	08:35	Hora	08:40	Hora	08:45
Pressão Atmosférica Final	740,1 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	735,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	730,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	735,1 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	730,1 mmHg
Temperatura final do Frasco	25 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	298 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	298 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	298 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	298 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	386,524 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	389,467 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	380,214 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	383,787 µg
Cert Ensaio N°	230.751 / 230.771	Cert Ensaio N°	230.752 / 230.771	Cert Ensaio N°	230.753 / 230.771	Cert Ensaio N°	230.754 / 230.771
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)	1045,67 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1042,05 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1051,98 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1049,93 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})	369,643 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	373,750 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	361,429 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	365,536 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})	903973 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	903973 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	903973 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	903973 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	334,147 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	337,860 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	326,722 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	330,435 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