

RELATÓRIO DE ENSAIO

231.087 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 25 de janeiro de 2012.

Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 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: 25 de janeiro de 2012.

- 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 231.087 / 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 231.087 / 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 231.087 / 2012

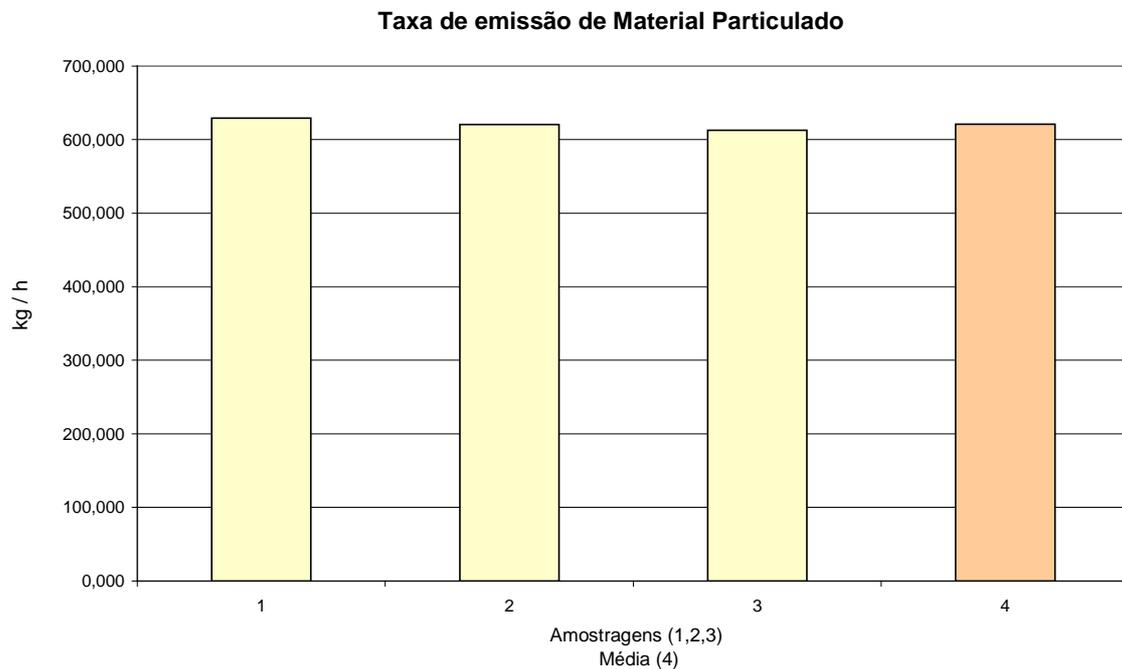
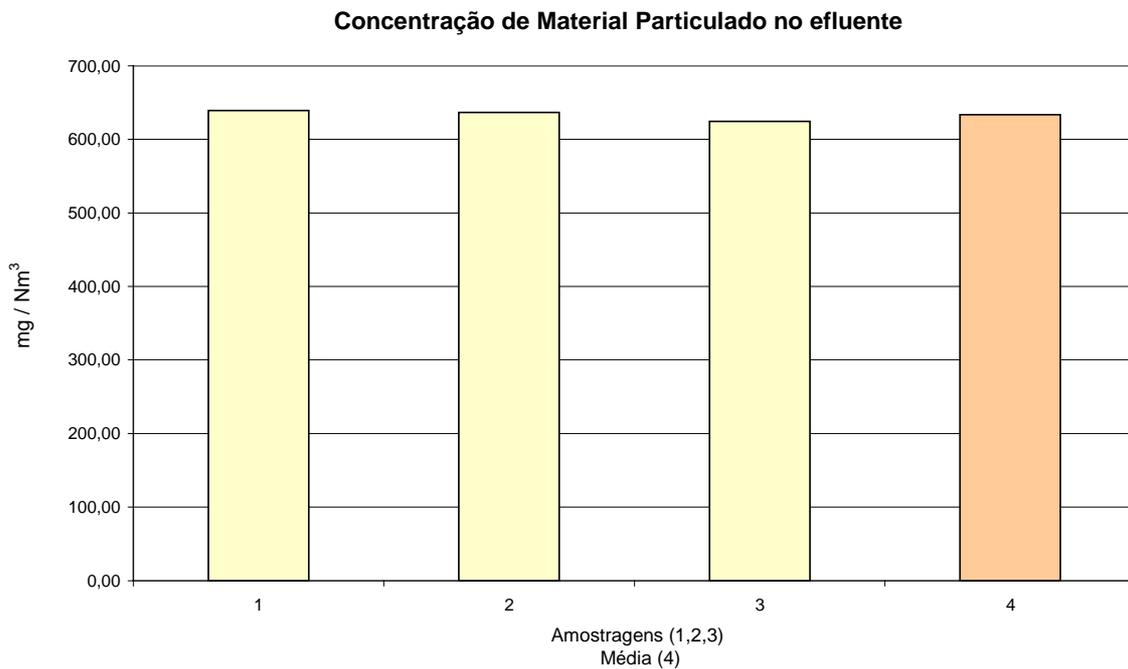
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	25/01/12	25/01/12	25/01/12	-
Hora início da amostragem	h:min	14:00	16:00	18:10	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:05	17:05	19:15	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	162,0	162,6	162,0	162,2
Pressão na chaminé	"Hg	29,10	29,09	29,09	29,09
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,33	29,33	29,33	29,33
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,77	3,78	3,77	3,78
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	62,28	62,41	62,03	62,24
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,057	0,057	0,057	0,057
Peso molecular base úmida		29,249	29,278	29,264	29,264
Velocidade na chaminé	ft / min	5233,24	5188,84	5220,42	5214,17
Velocidade na chaminé	m / s	26,58	26,36	26,52	26,49
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021
Isocinetismo	%	99,53	100,61	99,40	99,84
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1710269,81	1695760,22	1706080,79	1704036,94
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	984371,82	974598,95	981482,25	980151,01
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0767	1,0776	1,0721	1,0755
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	639,26	636,71	624,46	633,48
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	629,273	620,536	612,900	620,903
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	8,46	8,89	8,28	8,543
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	8,324	8,669	8,125	8,373
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	542,35	530,38	513,37	528,70
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	533,872	516,905	503,860	518,212

ND = Não Detectado. Valor inferior ao limite de detecção do método.

Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 2012

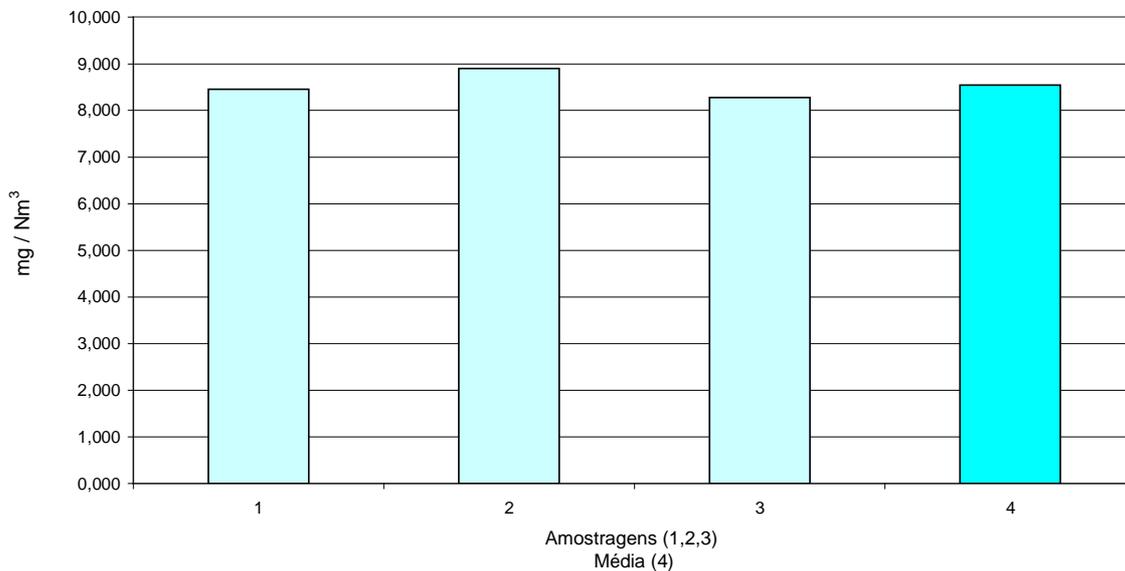


- 5 / 10 -

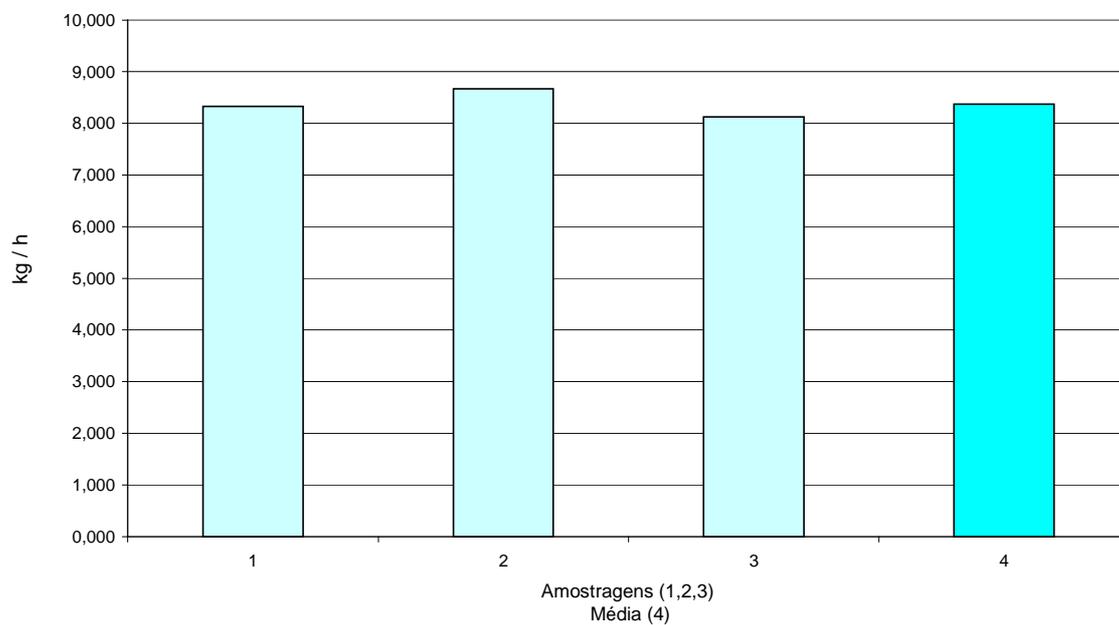
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 2012

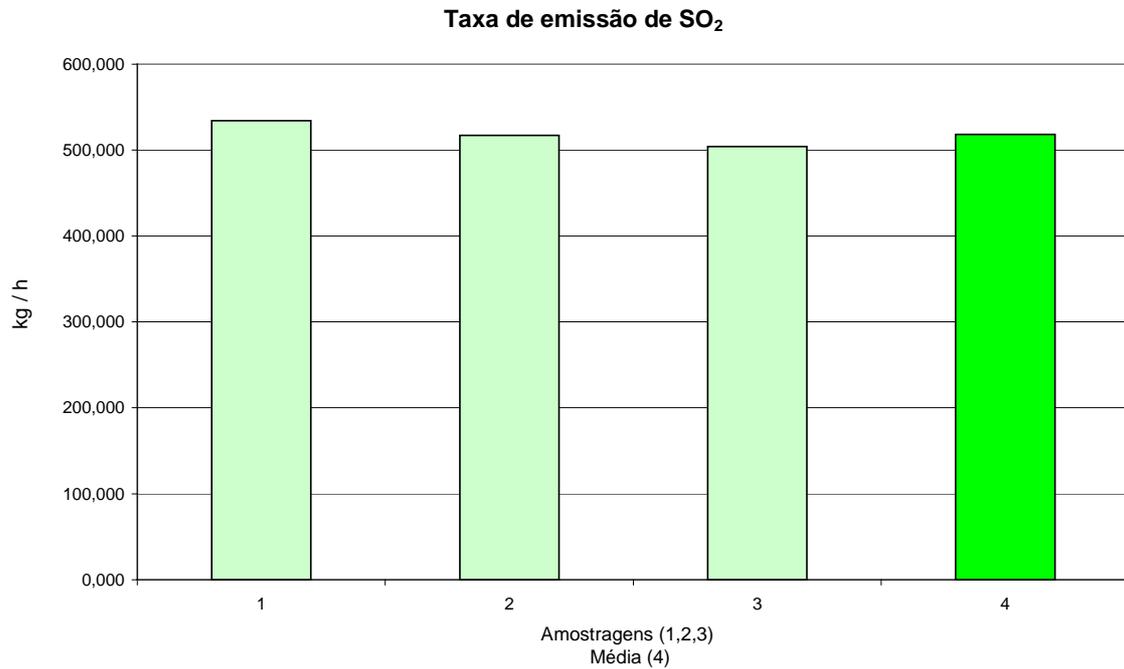
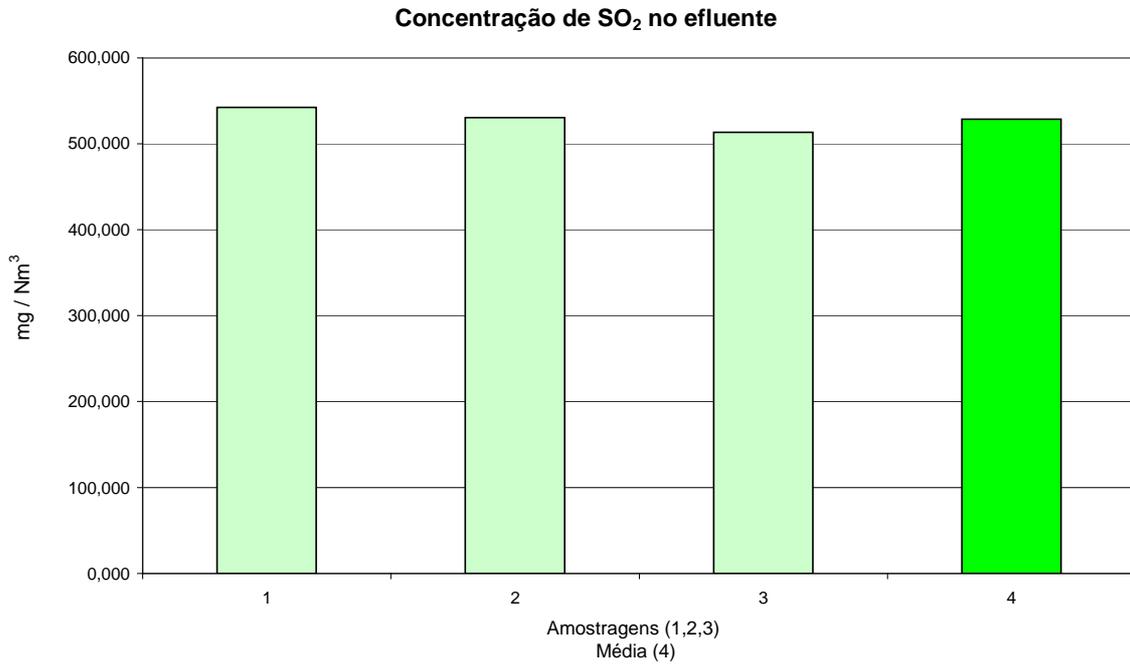
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



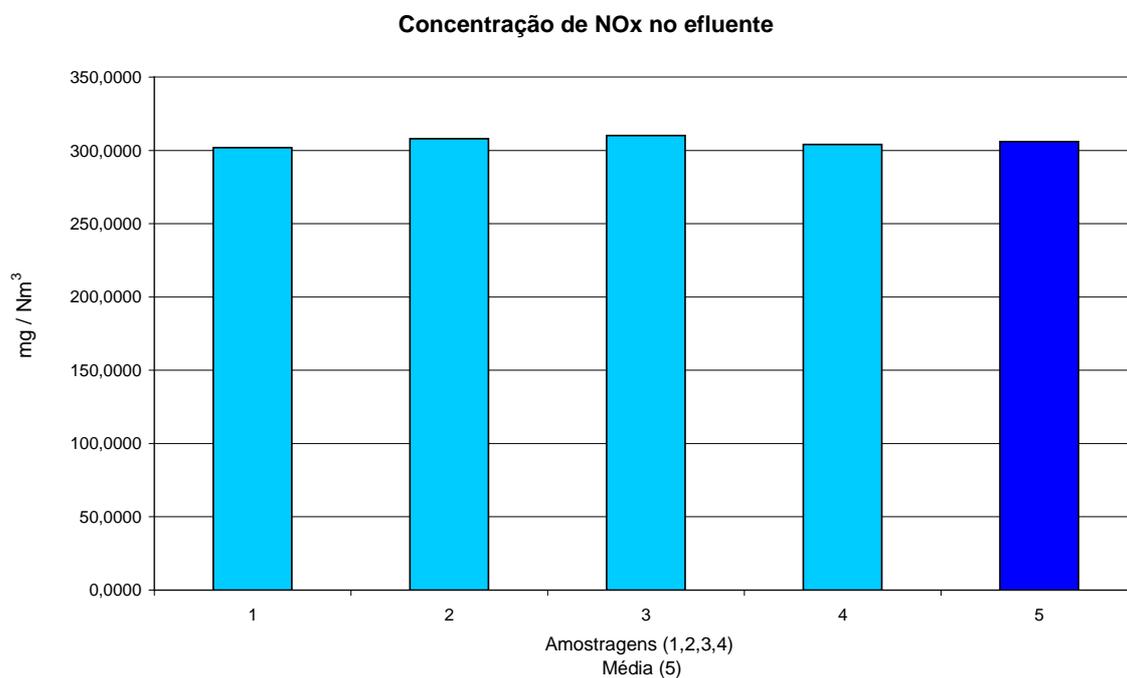
Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 2012



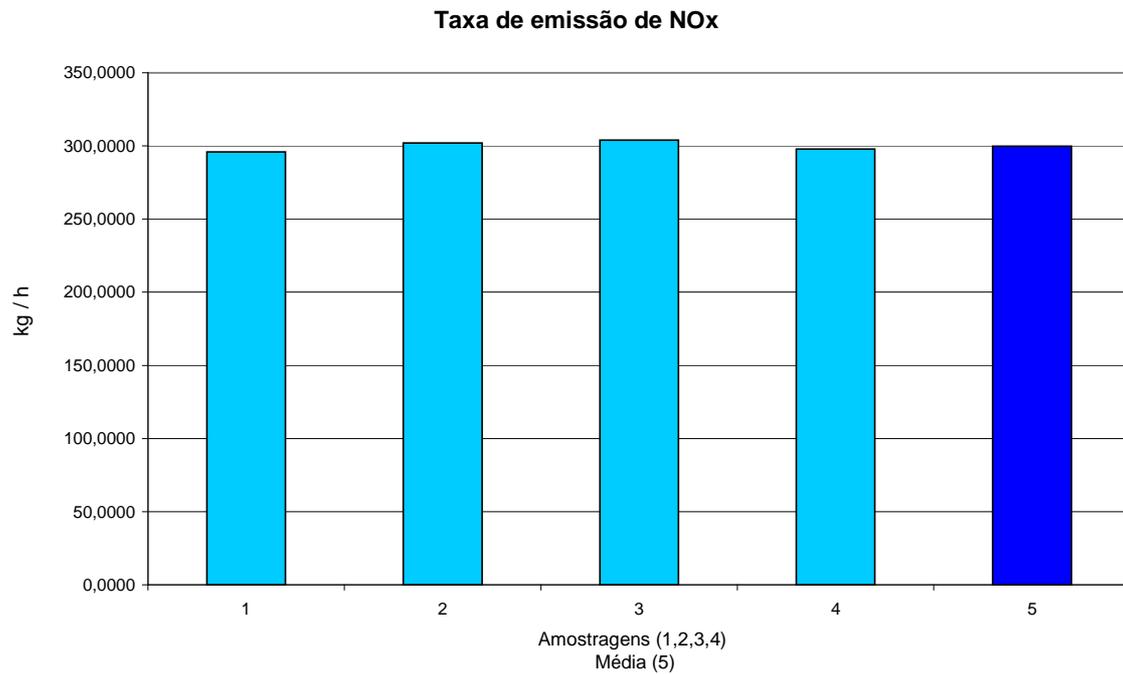
Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 2012

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	980151,0				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	301,8750	308,0360	310,0890	303,9290	305,9823
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	295,8831	301,9218	303,9340	297,8963	299,9088



Relatório de Ensaio N.º 231.087 / 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 231.087 / 2012

Rio Grande, 03 de fevereiro de 2011.

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 231.087 / 2012

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira IV			25/01/12		1		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77 m		29,21 pol Hg		60 minutos			
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp	
Luiz Zolair			1,1		5 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	38,00	-	41,80	26	25	162	143841,200	
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	27	25	162	-	
3	5	141,2	40,00	-	44,00	27	26	162	-	
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	28	26	162	-	
5	5	407,4	40,00	-	44,00	28	27	162	-	
6	5	456,0	38,00	-40,00	41,80	29	27	162	144442,800	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	36,00	-	39,60	28	27	162	144442,800	
2	5	69,6	38,00	-38,00	41,80	29	28	162	-	
3	5	141,2	40,00	-	44,00	30	28	162	-	
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	30	29	162	-	
5	5	407,4	38,00	-	41,80	31	29	162	-	
6	5	456,0	36,00	-38,00	39,60	31	30	162	145051,800	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	38,667	-39,667	42,533	28,7	27,3	162,0	1210,600	

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	9	10	10		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	27	°C	Temperatura no Gasometro entrada	25	°C
			Temperatura no Gasometro saída	25	°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 IV	DATA 25/01/12	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 <	499,96	<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%	600,93	604,96	4,03
2	200	H2O2 5%	749,38	780,27	30,89
3	200	H2O2 5%	747,98	755,17	7,19
4	-	Sílica	715,84	726,10	10,26
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2814,13	2866,50	52,37

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	10,0	10,0	10,0	10,0	32	3,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,6	9,6	9,5	9,6	44	4,2
N ₂	80,4	80,4	80,5	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,93

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1092	g	de	MP	Certificado nº	231.087 / 231.096
9,11	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.090 / 231.097
583,95	mg	de	SO2	Certificado nº	231.093 / 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	55	65,4047	65,9838	0,5791
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5791

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 25/01/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,370	(R) Tc = 783,60	("Hg)Patm= 29,210	("H ₂ O)Pest= -1,562	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 542,33	("H ₂ O)ΔH= 1,675	(ft ³) Vm = 42,752	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,931	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,234	(min) @ = 60	
(mg)MP = 688,300	(mg)H ₂ SO ₄ = 9,105	(mg)SO ₂ = 583,950		

Pc = Pressão na chaminé	29,095	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,333	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,771	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,277	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,057		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,249		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5233,241	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,585	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	99,53	%	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	984371,820	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,077	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	639,26	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	629,273	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	8,46	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	8,324	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	542,35	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	533,872	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

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

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 25/01/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,21 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 16:00	Fim 17:05
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	36,00	-	39,60	28	27	163	145064,600
2	5	69,6	38,00	-40,00	41,80	29	27	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	29	28	163	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	30	28	163	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	30	29	163	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	31	29	163	145670,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	30	29	163	145670,400
2	5	69,6	38,00	-40,00	41,80	31	30	162	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	32	30	162	-
4	5	335,8	40,00	-40,00	44,00	32	30	162	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	32	31	162	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	33	31	162	146283,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,000	-40,333	41,800	30,6	29,1	162,6	1219,200

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	11	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
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 ESTACIONÁRIAS **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 25/01/12	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%	602,65	607,28	4,63
2	200	H2O2 5%	749,37	779,27	29,90
3	200	H2O2 5%	746,92	754,73	7,81
4	-	Sílica	705,23	715,35	10,12
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2804,17	2856,63	52,46

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	9,8	9,8	9,9	9,8	32	3,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,8	9,8	9,8	9,8	44	4,3
N ₂	80,4	80,4	80,3	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,96

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0917	g	de	MP	Certificado nº	231.088 / 231.096
9,59	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.091 / 231.097
571,52	mg	de	SO2	Certificado nº	231.094 / 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	56	63,7156	64,31	0,5944
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5944

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 IV	25/01/12	2

(g) MH ₂ O =	52,460	(R) Tc =	784,65	("Hg)Patm=	29,210	("H ₂ O)Pest=	-1,588	(mm) Θb =	5,00
(R) Tm =	545,70	("H ₂ O)ΔH=	1,646	(ft ³) Vm =	43,055	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,961	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,223	(min) @ =	60		
(mg)MP =	686,100	(mg)H ₂ SO ₄ =	9,585	(mg)SO ₂ =	571,520				

Pc =	Pressão na chaminé	29,093	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,331	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,783	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	62,414	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,057		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,278		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	5188,844	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	26,359	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	974598,950	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,078	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	636,71	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	620,536	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	8,89	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	8,669	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	530,38	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	516,905	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 IV			DATA 25/01/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,21 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 18:10	Fim 19:15	
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	36,00	-	39,60	29	28	162	146295,400
2	5	69,6	40,00	-42,00	44,00	30	28	162	-
3	5	141,2	42,00	-	46,20	30	29	162	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	31	29	162	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	31	30	162	-
6	5	456,0	36,00	-42,00	39,60	32	30	162	143217,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	30	30	162	143217,400
2	5	69,6	38,00	-42,00	41,80	32	31	162	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	33	31	162	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	33	31	162	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	33	32	162	-
6	5	456,0	36,00	-42,00	39,60	34	32	162	147512,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,500	-42,000	42,350	31,5	30,1	162,0	1216,800

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	10	10	10	Sonda Rígida	EA 026	
						Coluna U	EA 140	
						Termopar Chaminé	EA 069	
						Aparelho	EA 071	
						Pitot	P 09	
						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 IV	DATA 25/01/12	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%	600,25	604,38	4,13
2	200	H2O2 5%	750,14	781,33	31,19
3	200	H2O2 5%	748,74	755,97	7,23
4	-	Sílica	709,48	719,31	9,83
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2808,61	2860,99	52,38

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	9,9	10,0	9,9	9,9	32	3,2
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,7	9,7	9,7	9,7	44	4,3
N ₂	80,4	80,3	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,95

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0833	g	de	MP	Certificado nº	231.089 / 231.096
8,88	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.092 / 231.097
550,39	mg	de	SO2	Certificado nº	231.095 / 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	57	63,3396	63,9258	0,5862
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5862

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 IV	DATA 25/01/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,380	(R) Tc = 783,60	("Hg)Patm= 29,210	("H ₂ O)Pest= -1,654	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 547,43	("H ₂ O)ΔH= 1,667	(ft ³) Vm = 42,971	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,949	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,231	(min) @ = 60	
(mg)MP = 669,500	(mg)H ₂ SO ₄ = 8,875	(mg)SO ₂ = 550,390		

Pc = Pressão na chaminé	29,088	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,333	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,773	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,026	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,057		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,264		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5220,423	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,520	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	99,40	%	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	981482,255	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,072	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	624,46	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	612,900	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	8,28	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	8,125	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	513,37	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	503,860	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

ISATEC

EMPRESA CGIEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 25/01/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 138	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 007

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 008	Identificação do Frasco	M 009	Identificação do Frasco	M 010	Identificação do Frasco	M 011
Volume do Frasco (Vf)	2241,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2256,9 mL	Volume do Frasco (Vf)	2235,0 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	25/01/2012	Data	25/01/2012	Data	25/01/2012	Data	25/01/2012
Hora	20:00	Hora	20:05	Hora	20:10	Hora	20:15
Pressão Atmosférica inicial	741,9 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	341,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	341,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	341,9 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	341,9 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	27 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	300 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	26/01/2012	Data	26/01/2012	Data	26/01/2012	Data	26/01/2012
Hora	13:30	Hora	13:35	Hora	13:40	Hora	13:45
Pressão Atmosférica Final	760,3 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	755,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750,3 mmHg
Temperatura final do Frasco	28 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	301 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	301 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	301 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	301 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	329,251 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	330,848 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	336,369 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	326,452 µg
Cert Ensaio N°	231103 / 231.107	Cert Ensaio N°	231104 / 231.107	Cert Ensaio N°	231105 / 231.107	Cert Ensaio N°	231106 / 231.107
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)	1090,69 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1074,06 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1084,75 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1074,11 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})	301,875 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	308,036 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	310,089 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	303,929 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 _{ae})	980151 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	980151 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	980151 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	980151 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	295,883 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	301,922 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	303,934 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	297,896 Kg/h

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

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

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

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