

RELATÓRIO DE ENSAIO

231.078 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 24 de janeiro de 2012.

Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 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: 24 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 231.078 / 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 231.078 / 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 231.078 / 2012

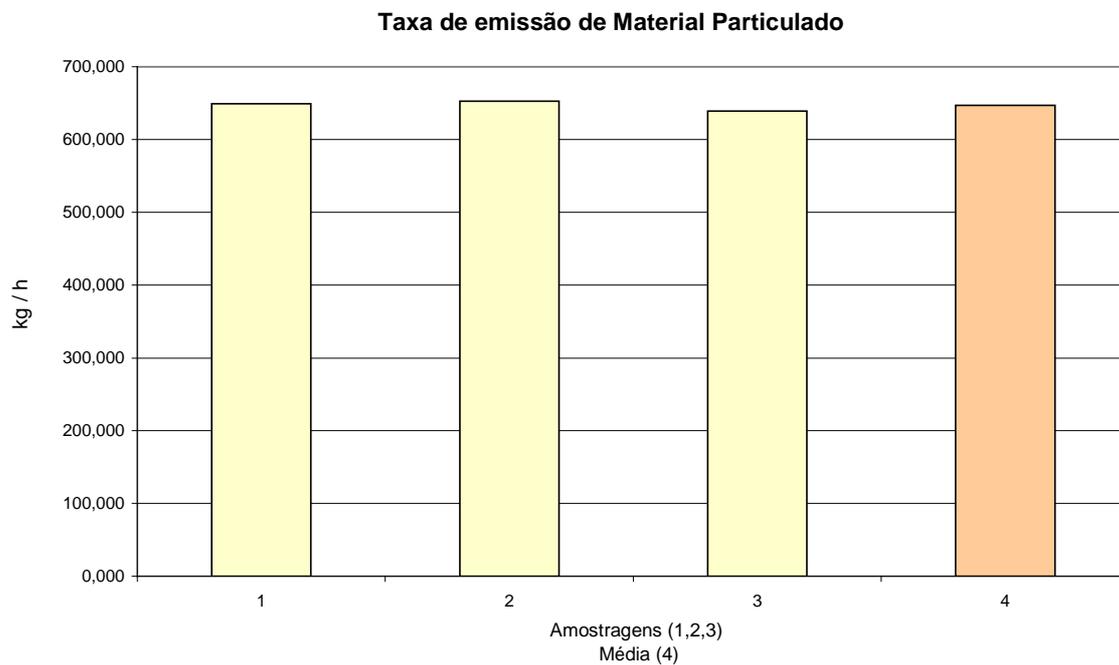
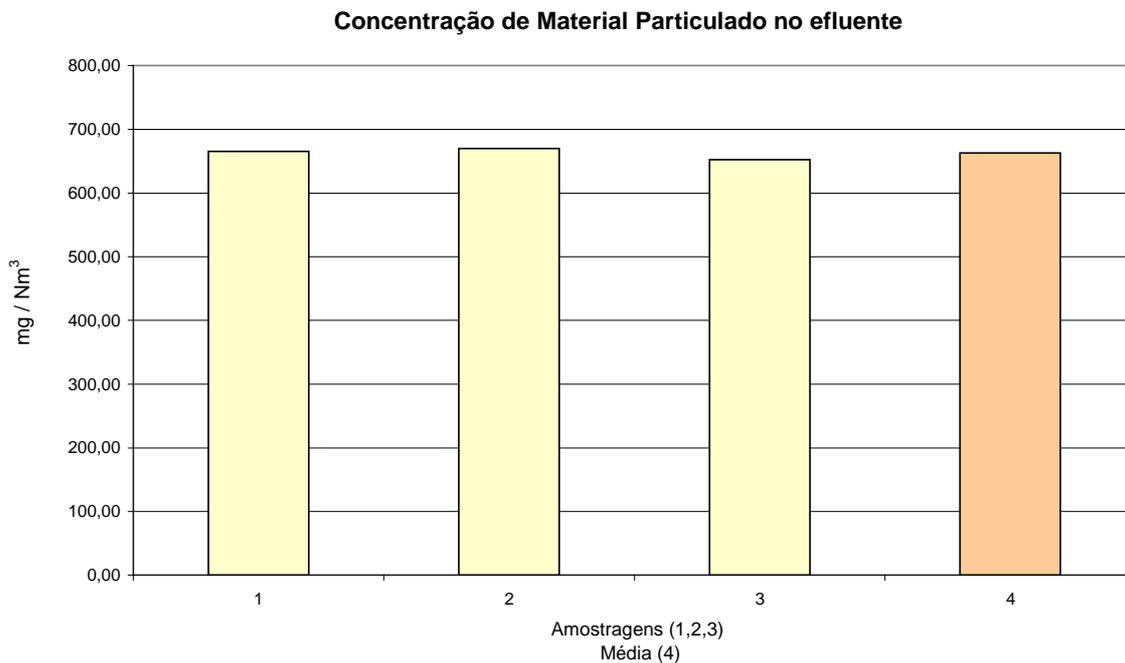
6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	24/01/12	24/01/12	24/01/12	-
Hora início da amostragem	h:min	14:30	16:40	18:50	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:35	17:45	19:55	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	163,3	163,4	164,0	163,6
Pressão na chaminé	"Hg	29,03	29,03	29,03	29,03
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,27	29,27	29,27	29,27
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,86	3,96	3,82	3,88
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	61,65	61,75	62,15	61,85
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,059	0,060	0,058	0,059
Peso molecular base úmida		29,252	29,228	29,269	29,250
Velocidade na chaminé	ft / min	5223,08	5226,61	5249,56	5233,08
Velocidade na chaminé	m / s	26,53	26,55	26,67	26,58
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021
Isocinetismo	%	98,91	99,14	99,10	99,05
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1706950,01	1708103,30	1715601,97	1710218,42
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	975668,63	974408,97	979821,77	976633,12
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0606	1,0616	1,0671	1,0631
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	665,20	669,81	652,42	662,47
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	649,011	652,670	639,252	646,978
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	13,74	13,29	13,66	13,562
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	13,408	12,946	13,383	13,246
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	568,22	524,64	570,46	554,44
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	554,396	511,214	558,946	541,519

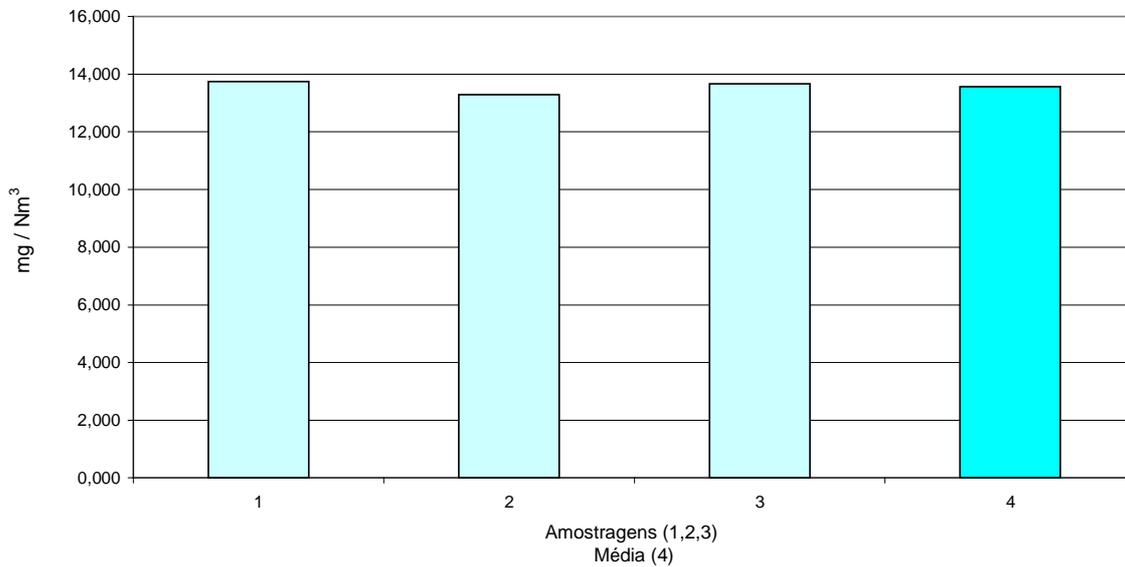
ND = Não Detectado. Valor inferior ao limite de detecção do método.

Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 2012

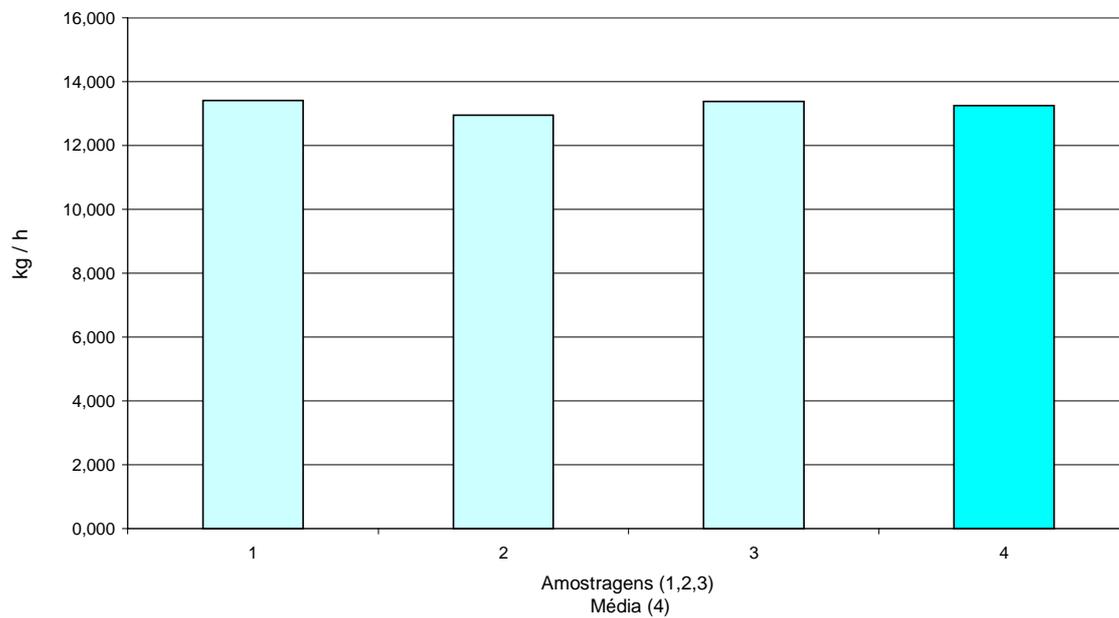


Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 2012

Concentração de H₂SO₄ no efluente



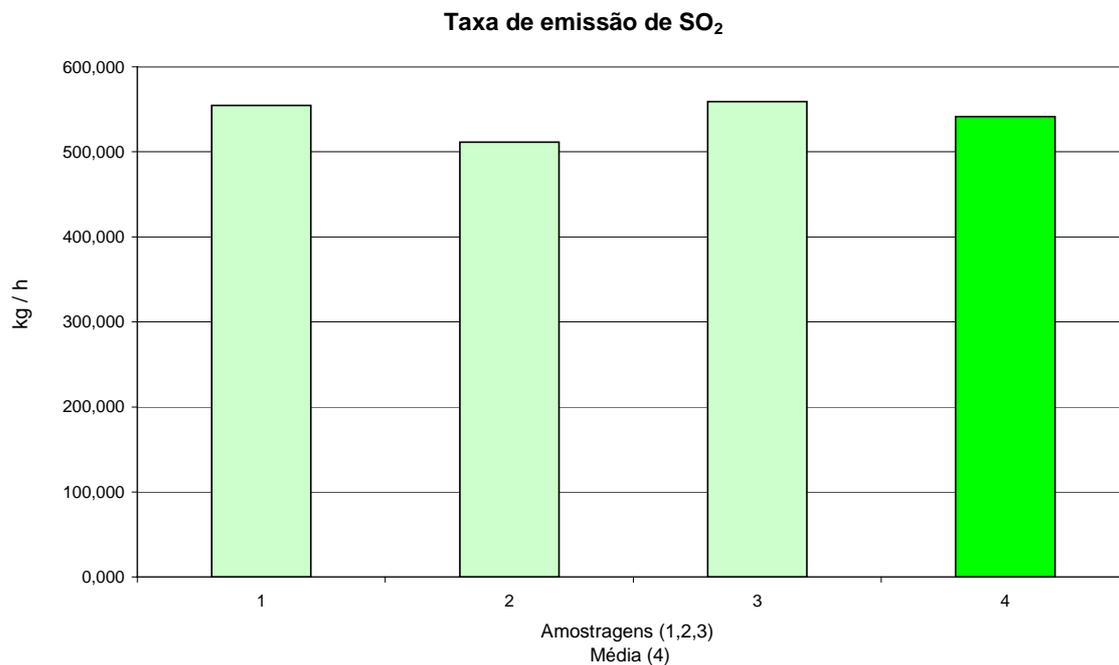
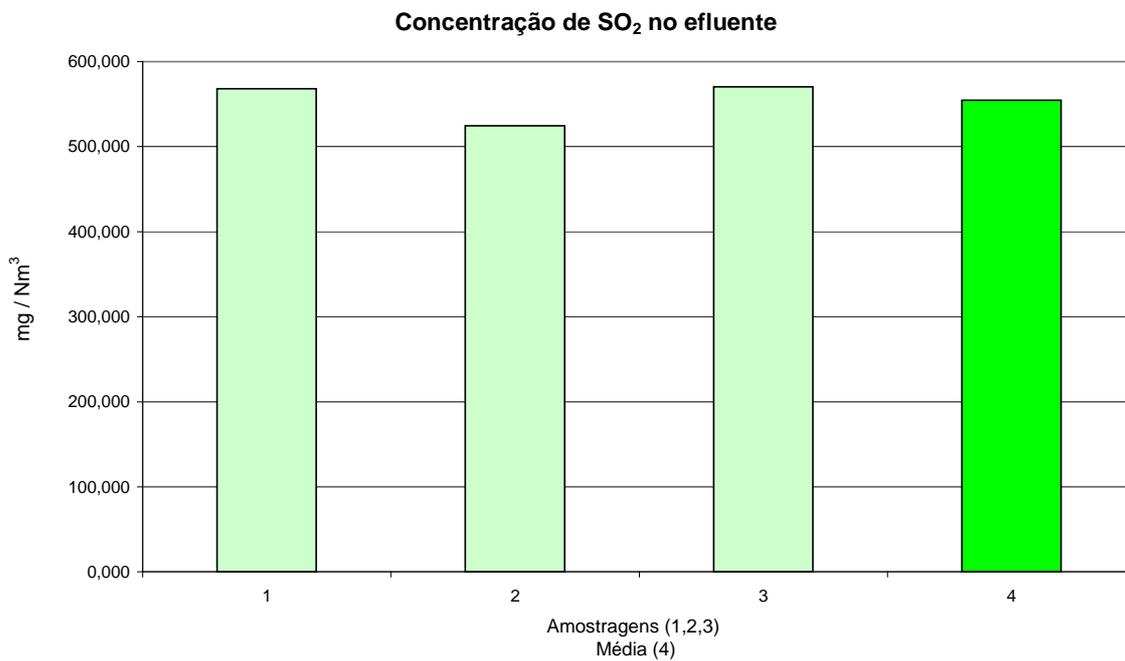
Taxa de emissão de H₂SO₄



- 6 / 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.

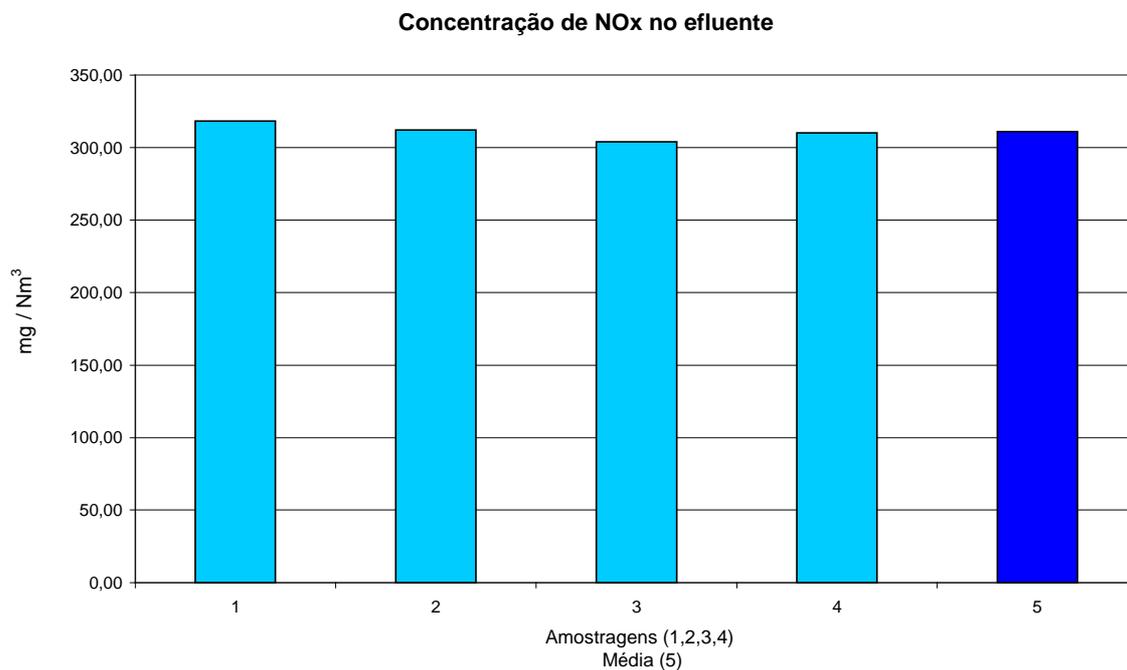
Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 2012



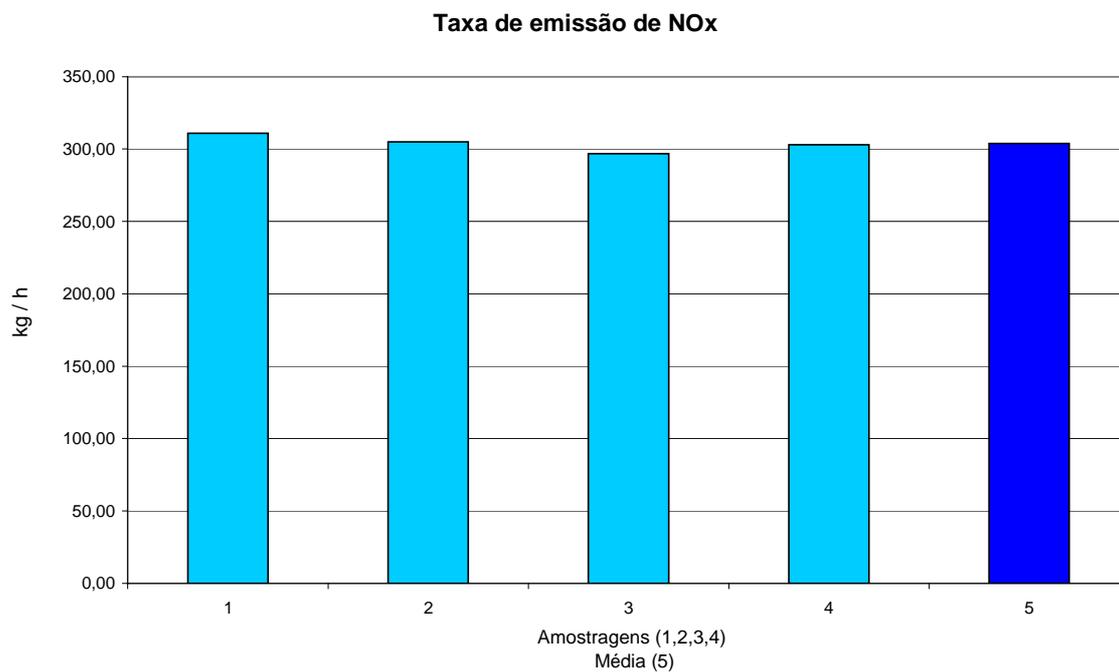
Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 2012

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	976633,1				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	318,3040	312,1430	303,9290	310,0890	311,1163
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	310,8662	304,8492	296,8271	302,8432	303,8464



Relatório de Ensaio N.º 231.078 / 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 231.078 / 2012

Rio Grande, 03 de fevereiro de 2011.

FILIPE 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 231.078 / 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 CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 24/01/12		NUMERO 1	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m			Pressão Barométrica 29,15 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos	
Amostrador Luiz Zolair			Boquilha 5 mm			FCM 1	Cp 0,862	Início 14:30	Fim 15:35
PONTO	Tempo min	Distância do ponto cm	ΔP mm H ₂ O	Pressão Estática mm H ₂ O	ΔH mm H ₂ O	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé °C	Medidor Gases litros
						Entrada °C	Saída °C		
1	5	21,0	36,00	-	39,60	27	26	163	140192,800
2	5	69,6	40,00	-40,00	44,00	28	26	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	28	27	163	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	29	27	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	29	28	163	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	30	28	163	140786,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	29	28	163	140786,200
2	5	69,6	38,00	-40,00	41,80	30	29	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	31	29	163	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	31	29	164	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	32	30	164	-
6	5	456,0	36,00	-40,00	39,60	32	30	164	141391,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,333	-40,667	42,167	29,7	28,1	163,3	1198,600

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	11	11	12	13		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	29	°C	Temperatura no Gasometro entrada	29	°C
			Temperatura no Gasometro saída	29	°C

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

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRI **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 24/01/12	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 < 500,01 < 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%	603,29	608,22	4,93
2	200	H2O2 5%	750,34	781,21	30,87
3	200	H2O2 5%	747,16	754,40	7,24
4	-	Sílica	721,89	732,16	10,27
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2822,68	2875,99	53,31

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	9,9	9,8	9,8	32	3,1
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	9,8	9,7	9,8	9,8	44	4,3
N ₂	80,4	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,96

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1073	g	de	MP	Certificado nº	231.078 / 231.096
14,58	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.081 / 231.097
602,65	mg	de	SO2	Certificado nº	231.084 / 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	52	67,8921	68,4903	0,5982
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5982

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 24/01/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 53,310	(R) Tc = 785,85	("Hg)Patm= 29,150	("H ₂ O)Pest= -1,601	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 543,98	("H ₂ O)ΔH= 1,660	(ft ³) Vm = 42,328	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,956	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,228	(min) @ = 60	
(mg)MP = 705,500	(mg)H ₂ SO ₄ = 14,575	(mg)SO ₂ = 602,650		

Pc = Pressão na chaminé	29,032	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,272	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,858	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	61,654	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,059		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,252		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5223,083	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,533	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	98,91	%	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	975668,634	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,061	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	665,20	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	649,011	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	13,74	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	13,408	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	568,22	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	554,396	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 CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 24/01/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,15 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm		FCM 1	Cp 0,862	Início 16:40	Fim 17:45
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	163	141397,400
2	5	69,6	40,00	-42,00	44,00	30	28	163	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	30	29	163	-
4	5	335,8	40,00	-44,00	44,00	31	29	163	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	31	30	163	-
6	5	456,0	36,00	-42,00	39,60	32	30	163	141997,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	31	30	163	141997,600
2	5	69,6	38,00	-42,00	41,80	32	31	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	32	31	164	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	33	31	164	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	33	32	164	-
6	5	456,0	36,00	-42,00	39,60	34	32	164	142604,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,333	-42,333	42,167	31,5	30,1	163,4	1207,400

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	11	12	13	15	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 ESTACIONÁRI **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 24/01/12	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%	604,78	608,89	4,11
2	200	H2O2 5%	748,32	781,22	32,90
3	200	H2O2 5%	747,56	754,92	7,36
4	-	Sílica	717,39	727,67	10,28
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2818,05	2872,70	54,65

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	9,9	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	80,4	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,95

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,1002	g	de	MP	Certificado nº	231.079 / 231.096
14,11	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.082 / 231.097
556,98	mg	de	SO2	Certificado nº	231.085 / 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	53	66,5071	67,118	0,6109
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6109

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 IV	DATA 24/01/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 54,650	(R) Tc = 786,15	("Hg)Patm= 29,150	("H ₂ O)Pest= -1,667	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 547,43	("H ₂ O)ΔH= 1,660	(ft ³) Vm = 42,639	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,948	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,228	(min) @ = 60	
(mg)MP = 711,100	(mg)H ₂ SO ₄ = 14,105	(mg)SO ₂ = 556,980		

Pc = Pressão na chaminé	29,027	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,272	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,957	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	61,749	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,060		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,228		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5226,612	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,551	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	99,14	%	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	974408,968	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,062	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	669,81	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	652,670	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	13,29	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	12,946	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	524,64	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	511,214	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

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

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 24/01/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,15 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,1	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 18:50	Fim 19:55	
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	38,00	-	41,80	29	29	164	142613,000
2	5	69,6	40,00	-42,00	44,00	30	29	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	30	30	164	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	31	30	164	-
5	5	407,4	40,00	-	44,00	31	31	164	-
6	5	456,0	38,00	-42,00	41,80	32	31	164	143217,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	36,00	-	39,60	32	31	164	143217,400
2	5	69,6	38,00	-42,00	41,80	32	32	164	-
3	5	141,2	40,00	-	44,00	33	32	164	-
4	5	335,8	40,00	-42,00	44,00	33	33	164	-
5	5	407,4	38,00	-	41,80	34	33	164	-
6	5	456,0	36,00	-42,00	39,60	34	34	164	143829,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	38,667	-42,000	42,533	31,8	31,3	164,0	1216,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	12	12	13	14		Sonda Rígida	EA 026	

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan07

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	5

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 24/01/12	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%	602,95	607,05	4,10
2	200	H2O2 5%	749,39	781,03	31,64
3	200	H2O2 5%	747,12	754,13	7,01
4	-	Sílica	719,48	729,42	9,94
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2818,94	2871,63	52,69

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	9,9	9,8	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	80,3	80,4	80,4	28	22,5
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,96

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0929	g	de	MP	Certificado nº	231.070, 231.096
14,58	mg	de	H2SO4	Certificado nº	231.083, 231.097
608,74	mg	de	SO2	Certificado nº	231.086, 231.098

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	54	65,7283	66,3316	0,6033
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,6033

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 24/01/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,690	(R) Tc = 787,20	("Hg)Patm= 29,150	("H ₂ O)Pest= -1,654	(mm) Øb = 5,00
(R) Tm = 548,70	("H ₂ O)ΔH= 1,675	(ft ³) Vm = 42,956	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,961	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,234	(min) @ = 60	
(mg)MP = 696,200	(mg)H ₂ SO ₄ = 14,575	(mg)SO ₂ = 608,740		

Pc = Pressão na chaminé	29,028	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,273	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,820	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	62,148	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	29,269		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	5249,557	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	26,668	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	99,10	%	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	979821,766	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,067	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	652,42	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	639,252	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	13,66	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	13,383	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	570,46	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	558,946	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 24/01/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

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	24/01/2012	Data	24/01/2012	Data	24/01/2012	Data	24/01/2012
Hora	20:20	Hora	20:25	Hora	20:30	Hora	20:35
Pressão Atmosférica inicial	740,4 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	340,4 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	29 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	302 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	302 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	302 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	302 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	25/01/2012	Data	25/01/2012	Data	25/01/2012	Data	25/01/2012
Hora	13:00	Hora	13:05	Hora	13:10	Hora	13:15
Pressão Atmosférica Final	741,9 mmHg						
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	731,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	736,9 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	736,9 mmHg
Temperatura final do Frasco	27 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	300 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	300 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	300 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	300 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	332,691 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	325,222 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	323,877 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	327,199 µg
Cert Ensaio N°	231099 / 231.107	Cert Ensaio N°	231100 / 231.107	Cert Ensaio N°	231101 / 231.107	Cert Ensaio N°	231102 / 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)	1045,2 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1041,9 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1065,63 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1055,18 mL
Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx		Cálculo da Concentração de NOx	
Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	318,304 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	312,143 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	303,929 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	310,089 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})	976633 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	976633 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	976633 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	976633 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	310,866 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	304,849 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	296,827 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	302,843 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