

RELATÓRIO DE ENSAIO

226.552 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 08 de Setembro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO_x, SO₂, NÉVOAS DE SO₃ E H₂SO₄



**EMPRESA: CGTEE – COMPANHIA DE GERAÇÃO TÉRMICA
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 08 de Setembro de 2011.

- 1/ 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

1. OBJETIVO

Realizar Amostragens no efluente gasoso proveniente da queima de carvão da Caldeira I para determinar a Concentração e Taxa de Emissão de Material Particulado, NO_x, SO₂, névoas de SO₃ e H₂SO₄.

2. METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

As coletas de amostras e determinações foram executadas conforme normas da EPA (Environmental Protection Agency - USA), da CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental de São Paulo) e da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Os métodos observados foram os seguintes:

- Determinação de pontos de Amostragem em DCFE (Duto ou Chaminé de Fonte Estacionária)
CETESB – L9.221 – Jul/90 # EPA - Method 1 – Fev/2000 # NBR 10701 – Jul/89
- Determinação da velocidade e da vazão dos gases em DCFE
CETESB – L9.222 – Mai/92 # EPA – Method 2 – Fev/2000 # NBR 11966 – Jul/89
- Determinação da massa molecular seca do fluxo de gases em DCFE
CETESB – L9.223 – Jun/92 # EPA – Method 3 – Ago/03# NBR 10702 – Jul/89
- Determinação da umidade dos efluentes em DCFE
CETESB – L9.224 – Ago/30 # EPA – Method 4 – Fev/2000 # NBR 11967 – Jul/89
- Determinação de material particulado em DCFE
CETESB – L9.217 – Nov/89 # EPA – Method 17 – Fev/2000 # NBR 12827 – Set/93
- Determinação de SO₂ e névoas de SO₃ e H₂SO₄ em DCFE
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO_x em DCFE
CETESB – L9.229 – Out/92 # EPA – Method 7– Fev/2000

3. EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM:

- Coletor isocinético de Poluentes Atmosféricos – CIPA – Energética
- Analisador de Combustão e Monitor Ambiental de Emissões – Tempest 50

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

4. DADOS DA CHAMINÉ/DUTO:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| ➤ Formato da chaminé/duto: | Circular |
| ➤ Diâmetro da Chaminé: | 4,77 m |
| ➤ Distância após o ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 2 Diâmetros |
| ➤ Distância antes do ponto de amostragem até o acidente mais próximo | > 8 Diâmetros |
| ➤ Número de pontos da seção transversal: | 06 pontos |

5. CONDIÇÕES OPERACIONAIS E DE COLETA

- Durante o período das medições, a Unidade funcionou, segundo informações da Empresa, nas condições usuais de trabalho.
- As coletas e medições foram realizadas utilizando-se um equipamento completo para amostragens de gases e particulados.
- As análises químicas foram realizadas nos laboratórios da ISATEC – Rio Grande/RS.
- Os trabalhos de coleta e medição foram realizados pelos técnicos da ISATEC na presença de representantes da CGTEE.
- A preparação dos filtros e frascos lavadores, bem como a recuperação das amostras foram realizados nas dependências da CGTEE.
- Os resultados desta amostragem são válidos para o dia e condições operacionais praticados nesta ocasião.

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

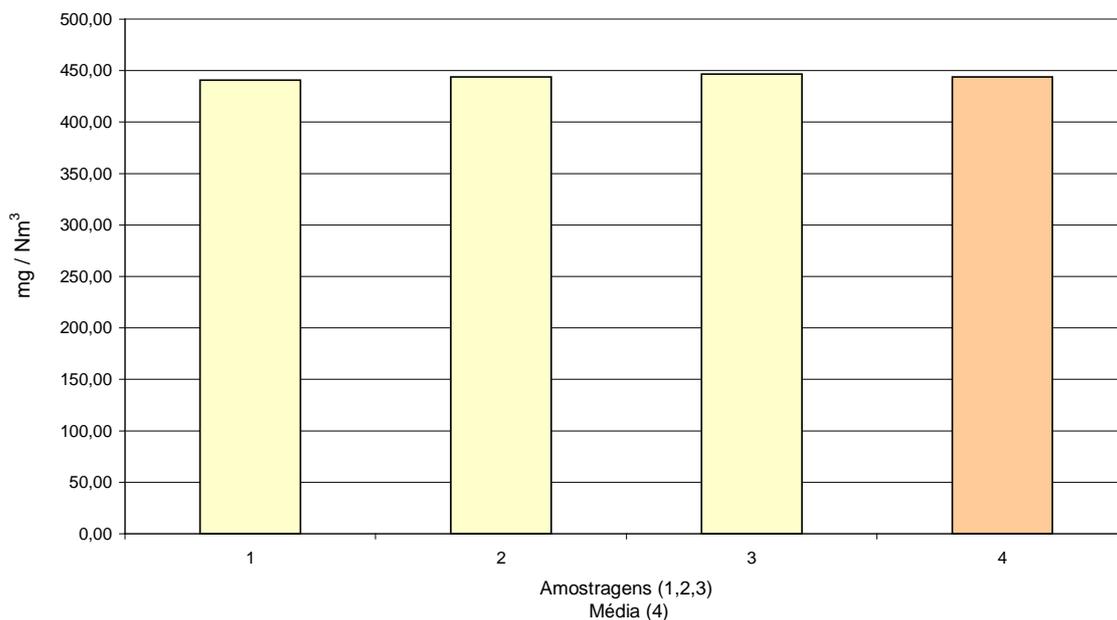
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	08/09/11	08/09/11	08/09/11	-
Hora início da amostragem	h:min	13:20	15:30	17:25	-
Hora de término da amostragem	h:min	14:25	16:35	18:30	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	106,8	107,0	107,7	107,1
Pressão na chaminé	"Hg	29,51	29,51	29,53	29,51
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,70	29,70	29,72	29,71
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	3,20	3,16	3,24	3,20
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	49,98	49,88	49,80	49,89
Proporção vol. vapor d'agua nos gases chaminé		0,060	0,060	0,061	0,060
Peso molecular base úmida		29,296	29,334	29,298	29,309
Velocidade na chaminé	ft / min	1870,13	1870,02	1868,45	1869,53
Velocidade na chaminé	m / s	9,50	9,50	9,49	9,50
Área da Boquilha	ft ²	0,00048	0,00048	0,00048	0,00048
Isocinetismo	%	99,67	99,41	99,48	99,52
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	611175,18	611138,10	610626,36	610979,88
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	407274,73	407227,87	405839,93	406780,84
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,0038	1,0010	0,9983	1,0010
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	440,53	443,76	446,44	443,58
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	179,418	180,711	181,184	180,438
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	44,79	49,25	48,23	47,422
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	18,241	20,055	19,573	19,290
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	2081,24	1928,47	2049,30	2019,67
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	847,637	785,328	831,689	821,551

- 4 / 10 -

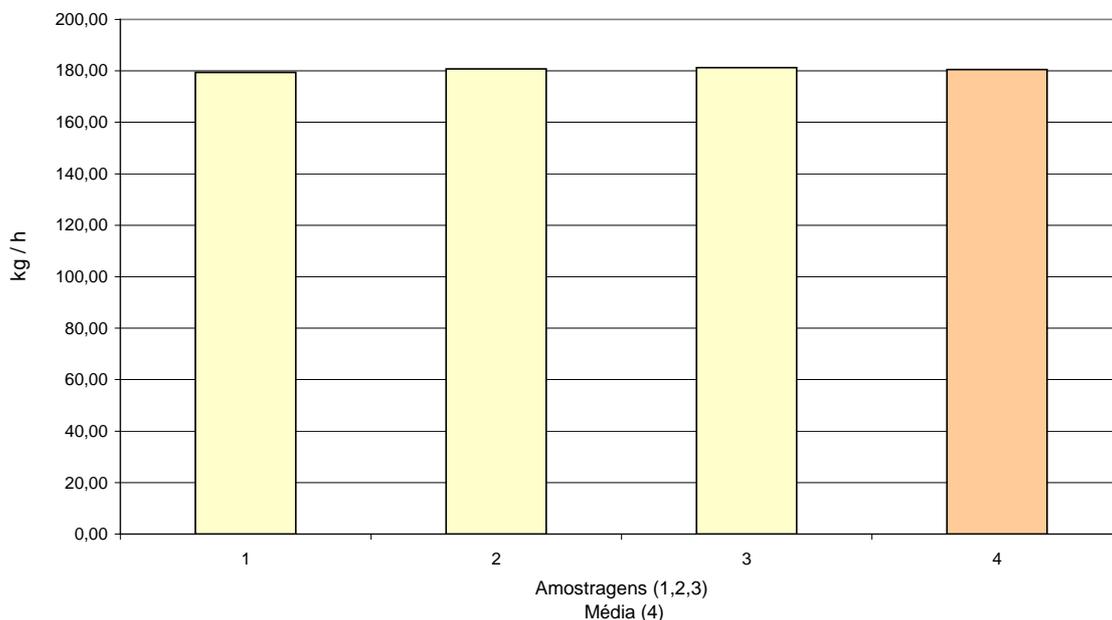
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

Concentração de Material Particulado no efluente

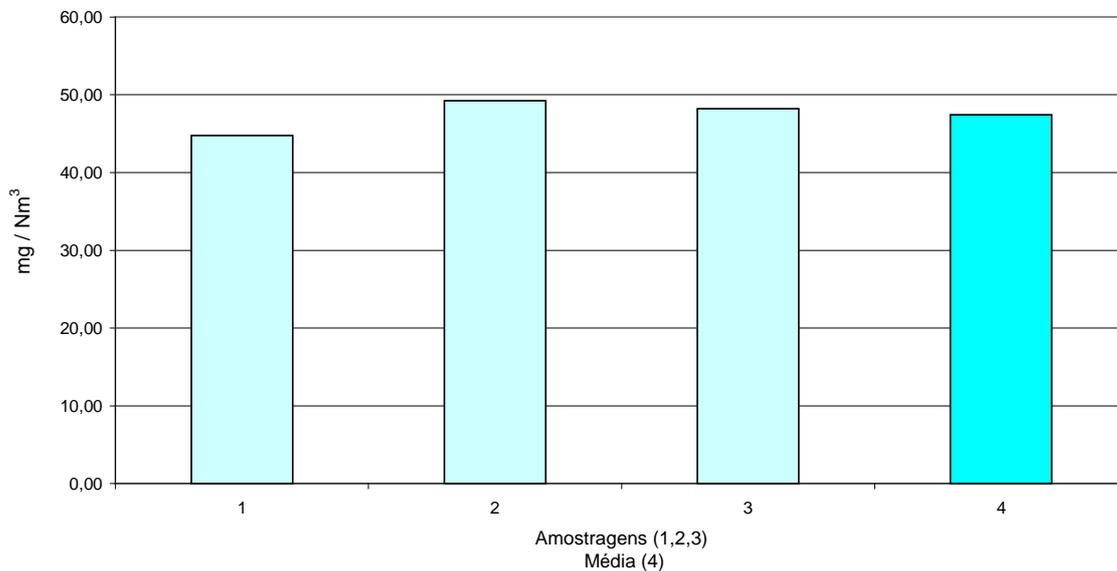


Taxa de emissão de Material Particulado

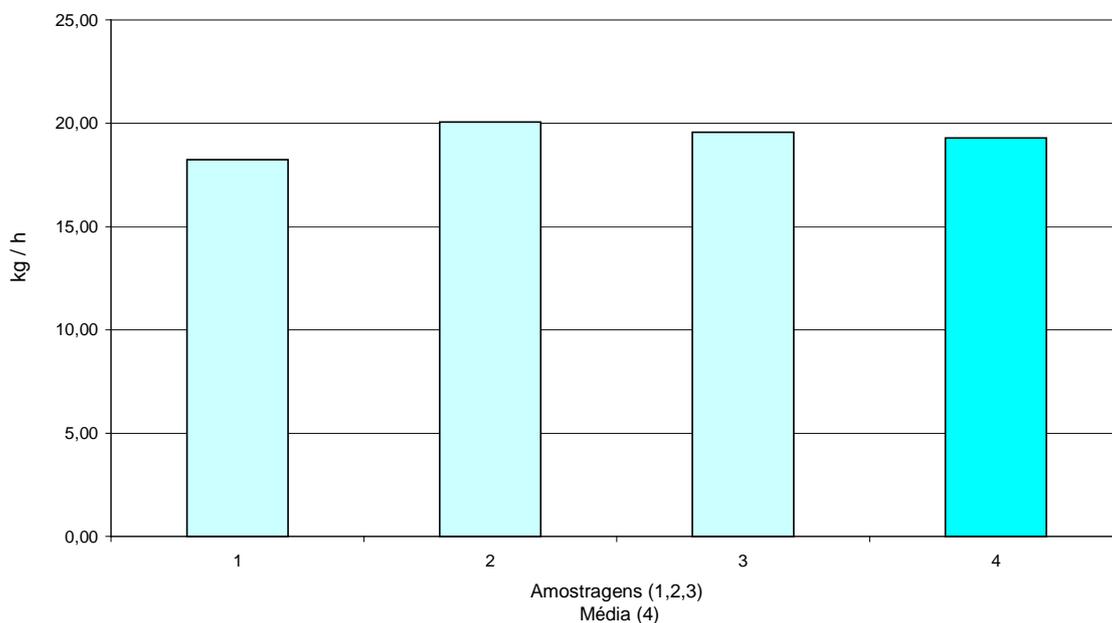


Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

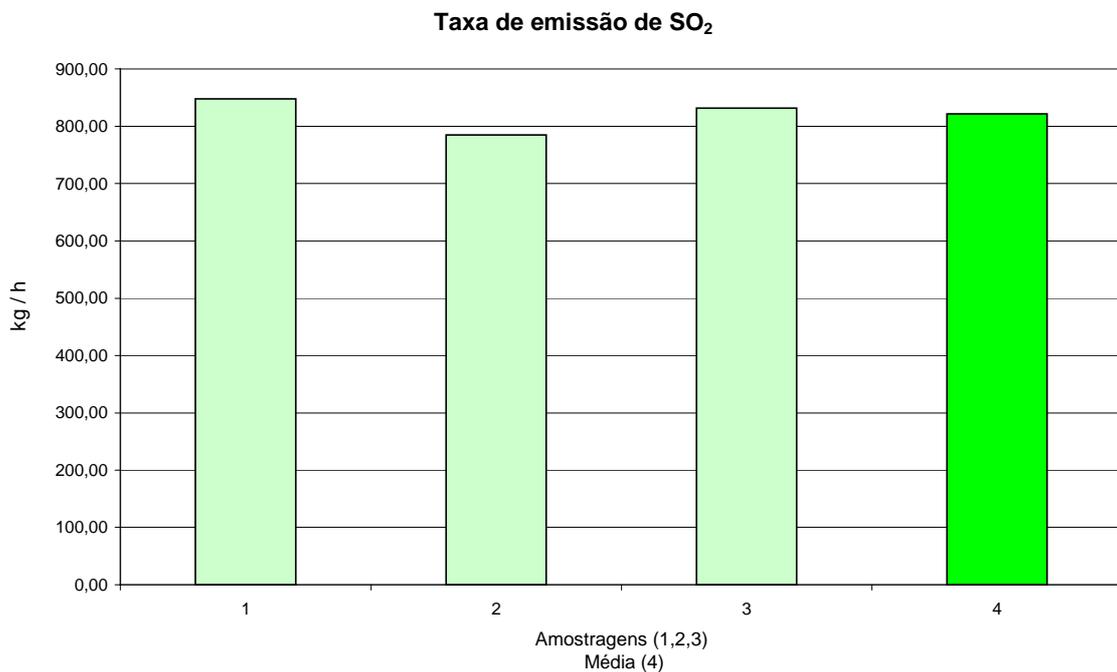
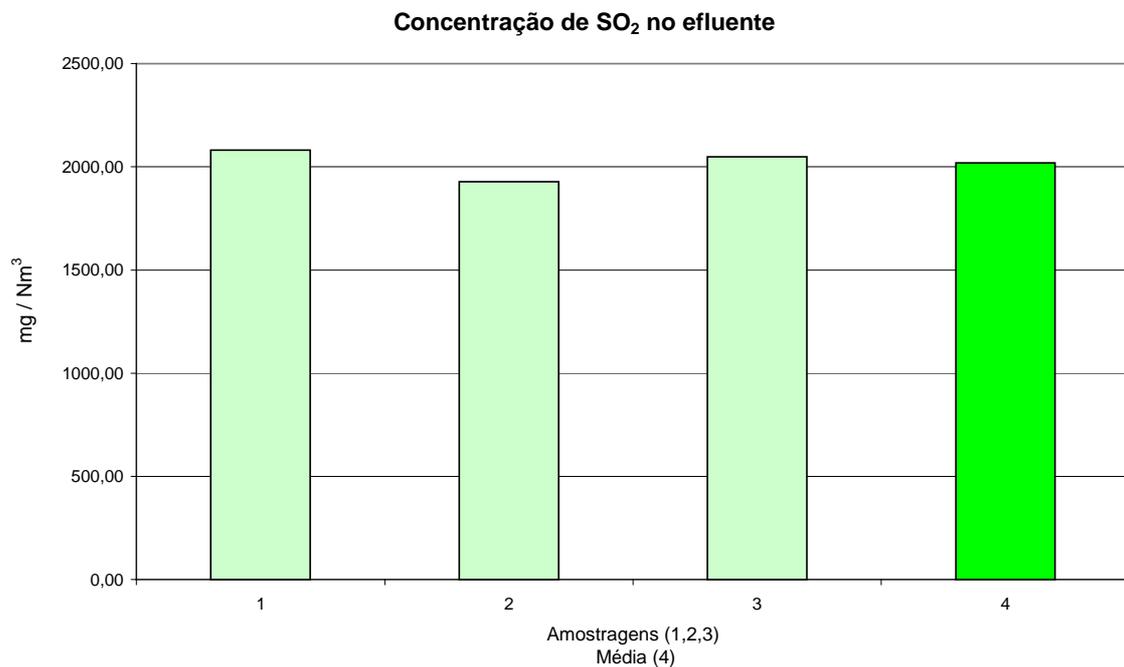
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

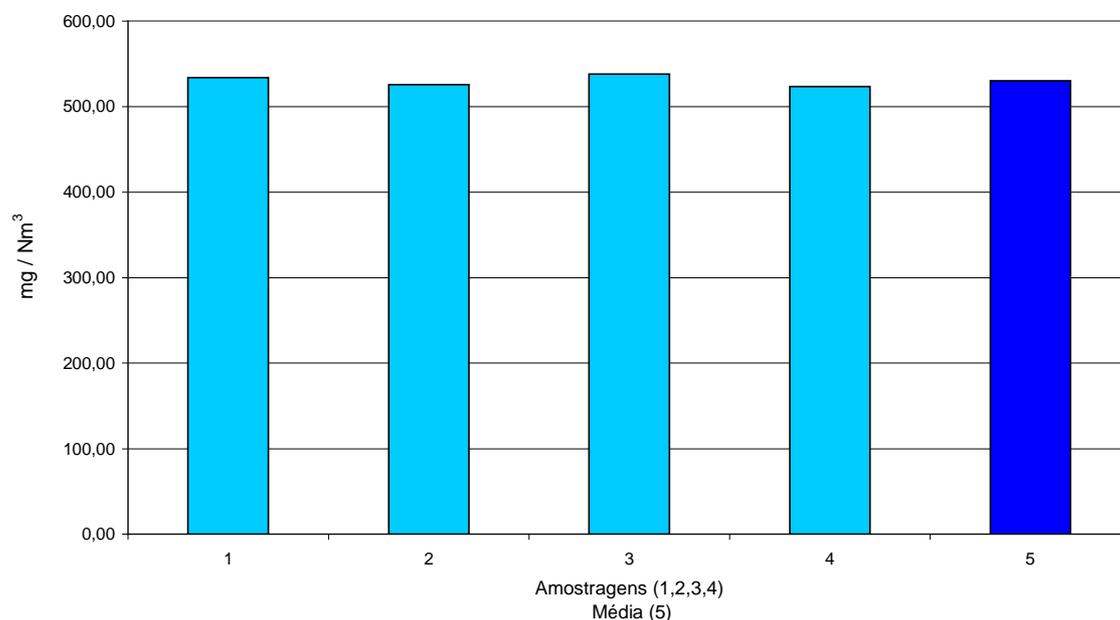


Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

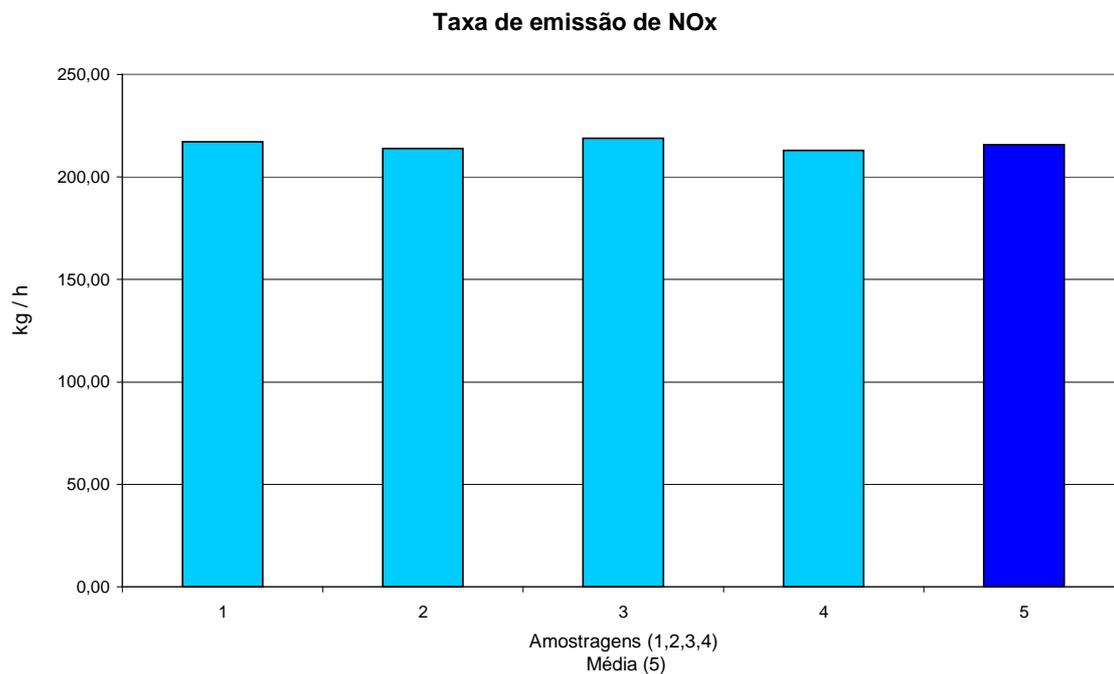
6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	406780,8				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	533,9290	525,7140	538,0360	523,6610	530,34
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	217,1921	213,8504	218,8627	213,0153	215,730

Concentração de NO_x no efluente



Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011



ANEXOS

Em anexo se encontram as seguintes folhas:

- Planilhas de Preparação e Retomada do Material de Coleta
- Folhas de Amostragem de Campo
- Planilhas de Cálculo das amostragens de chaminé
- AFT –Anotação de função técnica do responsável.

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

Rio Grande, 06 de Outubro de 2011.

RODRIGO R. DAVESAC D.Sc
CRQ nº 05301819
Gerente

- 10 / 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 226.552 / 2011

ANEXOS

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

ISATEC

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO		
CGTEE			Caldeira 1			08/09/11		1		
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem			
MP	SOx		4,77	m	29,58	pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM	Cp	Início	13:20
Luiz Zolair			7,25		7,5 mm		1,01	0,852	Fim	14:25
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases	
						Entrada	Saída			
	min	cm	pol H2O	pol H2O	pol H2O	°C	°C	°C	ft3	
1	5	21,0	0,21	-	1,52	14	11	106	242,110	
2	5	69,6	0,23	-0,98	1,67	17	12	106	-	
3	5	141,2	0,25	-	1,81	20	13	106	-	
4	5	335,8	0,25	-0,99	1,81	22	14	107	-	
5	5	407,4	0,23	-	1,67	24	15	107	-	
6	5	456,0	0,21	-0,98	1,52	26	16	107	260,930	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	5	21,0	0,22	-	1,60	25	16	107	260,930	
2	5	69,6	0,23	-0,98	1,67	26	17	107	-	
3	5	141,2	0,25	-	1,81	27	18	107	-	
4	5	335,8	0,25	-1,00	1,81	28	19	107	-	
5	5	407,4	0,23	-	1,67	29	20	107	-	
6	5	456,0	0,22	-0,98	1,60	30	21	107	280,050	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MÉDIA	60	-	0,232	-0,985	1,680	24,0	16,0	106,8	37,940	

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	Barômetro	EA 074		
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	Cronômetro	EA 135		
Temperatura borbulhadores(°C)	10	11	12	Sonda Rígida	EA 026		
				Coluna U	EA 010		
				Termopar Chaminé	EA 069		
				Aparelho	EA 001		
				Pitot	P 11		
				Boquilha	7,5		

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	13	°C	Temperatura no Gasometro entrada	11	°C
			Temperatura no Gasometro saída	11	°C

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan01

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira 1	DATA 08/09/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Luiz Zolair**

Identificação da Balança	EA 015	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	EA 073	Valor indicado na balança	499,9g < 499,97 < 500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Luiz Zolair**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol isopropilico 80%	605,42	608,57	3,15
2	200	H2O2 5%	751,01	788,76	37,75
3	200	H2O2 5%	746,86	748,17	1,31
4	-	Silica Gel	706,73	716,16	9,43
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2810,02	2861,66	51,64

Composição do Gases

Responsável **Luiz Zolair**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	9,0	9,1	9,0	9,0	32	2,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,4	10,4	10,3	10,4	44	4,6
N ₂	80,6	80,5	80,7	80,6	28	22,6
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,02

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0396	g	de	MP	Certificado nº	226.552
44,96	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.555; 226.575
2089,11	mg	de	SO2	Certificado nº	226.558; 226.576

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	7	79,2596	79,6622	0,4026
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4026

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 1	DATA 08/09/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 51,640	(R) Tc = 684,15	("Hg)Patm= 29,580	("H ₂ O)Pest= -0,985	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 528,00	("H ₂ O)ΔH= 1,680	(ft ³) Vm = 37,940	Cp = 0,852	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,01	Pms = 30,020	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,481	(min) @ = 60	
(mg)MP = 442,200	(mg)H ₂ SO ₄ = 44,958	(mg)SO ₂ = 2089,110		

Pc = Pressão na chaminé	29,508	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,703	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,201	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	49,982	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	29,296		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1870,130	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc)/(Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	9,500	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,67	%	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	611175,178	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	407274,730	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,004	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	440,53	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	179,418	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	44,79	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	18,241	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2081,24	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	847,637	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 ESTACIONÁ



PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira 1			DATA 08/09/11		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,58 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 7,25	Boquilha 7,5 mm	FCM 1,01	Cp 0,852	Início 15:30	Fim 16:35	
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	0,22	-	1,60	16	14	107	280,590
2	5	69,6	0,23	-0,98	1,67	19	15	107	-
3	5	141,2	0,25	-	1,81	21	16	107	-
4	5	335,8	0,24	-1,00	1,74	23	17	107	-
5	5	407,4	0,23	-	1,67	25	18	107	-
6	5	456,0	0,22	-0,98	1,60	27	19	107	299,540
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,22	-	1,60	26	20	107	299,540
2	5	69,6	0,23	-0,99	1,67	28	21	107	-
3	5	141,2	0,25	-	1,81	30	22	107	-
4	5	335,8	0,24	-1,00	1,74	32	23	107	-
5	5	407,4	0,23	-	1,67	33	24	107	-
6	5	456,0	0,22	-0,99	1,60	34	25	107	318,790
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,232	-0,990	1,680	26,2	19,5	107,0	38,200

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	8	9	10	10	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	7,5

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 1	DATA 08/09/11	NÚMERO 2
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Luiz Zolair**

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

Borbulhadores

Responsável **Luiz Zolair**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alccol isopropilico 80%	578,76	582,05	3,29
2	200	H2O2 5%	721,89	758,69	36,80
3	200	H2O2 5%	730,62	732,41	1,79
4	-	Silica Gel	705,94	715,03	9,09
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2737,21	2788,18	50,97

Composição do Gases

Responsável **Luiz Zolair**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1º	2º	3º	MÉDIA		
O ₂	8,7	8,9	8,7	8,8	32	2,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,7	10,6	10,6	10,6	44	4,7
N ₂	80,6	80,5	80,7	80,6	28	22,6
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,05

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0355	g	de	MP	Certificado nº	226.553
49,30	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.556; 226.575
1930,39	mg	de	SO2	Certificado nº	226.559; 226.576

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	8	80,9187	81,3274	0,4087
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4087

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

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

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira 1	08/09/11	2

(g) MH ₂ O =	50,970	(R) Tc =	684,60	("Hg)Patm=	29,580	("H ₂ O)Pest=	-0,990	(mm) Θb =	7,50
(R) Tm =	533,10	("H ₂ O)ΔH=	1,680	(ft ³) Vm =	38,200	Cp =	0,852	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,01	Pms =	30,052	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,481	(min) @ =	60		
(mg)MP =	444,200	(mg)H ₂ SO ₄ =	49,298	(mg)SO ₂ =	1930,385				

Pc =	Pressão na chaminé	29,507	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,703	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,162	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	49,876	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	29,334		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	1870,017	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	9,500	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000476	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	611138,096	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	407227,866	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,001	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	443,76	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	180,711	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	49,25	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	20,055	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1928,47	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	785,328	kg / h	Te SO ₂ =(C SO ₂ * Vaecnbs) / 1000000

OBSERVAÇÕES:

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan06

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

ISATEC

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira 1			DATA 08/09/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,60 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 7,25	Boquilha 7,5 mm	FCM 1,01	Cp 0,852	Início 17:25	Fim 18:30	
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	0,22	-	1,60	19	17	107	319,420
2	5	69,6	0,23	-0,99	1,67	22	18	107	-
3	5	141,2	0,25	-	1,81	25	19	107	-
4	5	335,8	0,24	-1,00	1,74	27	20	107	-
5	5	407,4	0,23	-	1,67	29	21	108	-
6	5	456,0	0,22	-0,99	1,60	31	22	108	338,500
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	0,21	-	1,52	31	22	108	338,500
2	5	69,6	0,23	-0,99	1,67	32	23	108	-
3	5	141,2	0,25	-	1,81	34	24	108	-
4	5	335,8	0,25	-1,00	1,81	35	25	108	-
5	5	407,4	0,23	-	1,67	36	26	108	-
6	5	456,0	0,21	-0,99	1,52	37	27	108	357,890
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	0,231	-0,993	1,674	29,8	22,0	107,7	38,470

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 074
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 135
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	11	12	Sonda Rígida	EA 026

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 010
Termopar Chaminé	EA 069
Aparelho	EA 001
Pitot	P 11
Boquilha	7,5

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 1	DATA 08/09/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Luiz Zolair**

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

Borbulhadores

Responsável **Luiz Zolair**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Alcool isopropilico 80%	602,36	605,69	3,33
2	200	H2O2 5%	750,62	788,85	38,23
3	200	H2O2 5%	748,73	750,35	1,62
4	-	Silica Gel	706,29	715,22	8,93
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2808,00	2860,11	52,11

Composição do Gases

Responsável **Luiz Zolair**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	8,9	8,9	9,0	8,9	32	2,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,5	10,5	10,4	10,5	44	4,6
N ₂	80,6	80,6	80,6	80,6	28	22,6
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,03

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0339	g	de	MP	Certificado nº	226.554
48,15	mg	de	H2SO4	Certificado nº	226.557; 226.575
2045,90	mg	de	SO2	Certificado nº	226.560; 226.576

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	9	79,5114	79,9232	0,4118
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4118

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 1	DATA 08/09/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 52,110	(R) Tc = 685,80	("Hg)Patm= 29,600	("H ₂ O)Pest= -0,993	(mm) Θb = 7,50
(R) Tm = 538,65	("H ₂ O)ΔH= 1,674	(ft ³) Vm = 38,470	Cp = 0,852	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,01	Pms = 30,032	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,480	(min) @ = 60	
(mg)MP = 445,700	(mg)H ₂ SO ₄ = 48,148	(mg)SO ₂ = 2045,895		

Pc = Pressão na chaminé	29,527	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,723	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,236	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	49,798	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,061		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,298		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	1868,451	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	9,492	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000476	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,48	%	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	610626,360	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	405839,926	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 MP= Concentração de Material Particulado no efluente	446,44	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	181,184	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	48,23	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	19,573	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	2049,30	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	831,689	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 1	DATA 08/09/11
-------------------------	----------------------------	-------------------------

Responsável Luiz Zolair

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

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 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	08/09/2011	Data	08/09/2011	Data	08/09/2011	Data	08/09/2011
Hora	11:00	Hora	11:05	Hora	11:10	Hora	11:15
Pressão Atmosférica inicial	751,3 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	351,3 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	351,3 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	351,3 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	351,3 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	13 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	286 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	286 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	286 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	286 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	09/09/2011	Data	09/09/2011	Data	09/09/2011	Data	09/09/2011
Hora	09:25	Hora	09:30	Hora	09:35	Hora	09:40
Pressão Atmosférica Final	751,3 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	746,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	746,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	746,3 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	746,3 mmHg
Temperatura final do Frasco	12 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	285 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	285 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	285 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	285 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	591,125 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	580,192 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	599,702 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	577,953 µg
Cert Ensaio N°	226.561	Cert Ensaio N°	226.562	Cert Ensaio N°	226.563	Cert Ensaio N°	226.564
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)	1107,12 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1103,63 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1114,61 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1103,68 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})	533,929 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	525,714 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	538,036 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	523,661 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})	406781 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	406781 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	406781 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	406781 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	217,192 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	213,850 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	218,863 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	213,015 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM - E-0004 Rev 02-Plan10



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 5ª REGIÃO

RIO GRANDE DO SUL
Av. Itaqui, 45 - Fone/Fax:(51) 3330-5659
CEP 90.460-140 - Porto Alegre - Rio Grande do Sul
e-mail: crqv@crqv.org.br
www.crqv.org.br

**CERTIFICADO DE
ANOTAÇÃO DE FUNÇÃO TÉCNICA
- AFT -**

Nº 72994

Certifico, conforme despacho do Senhor Presidente do Conselho Regional de Química da 5ª Região, que foi procedida a Anotação de Função Técnica do profissional **RODRIGO ROCHA DAVESAC**, inscrito no C.P.F. sob o número 610.510.470-72, registrado como **ENGENHEIRO QUÍMICO** sob o número **05301819**, neste Conselho, relativamente as análises químicas e físico-químicas realizadas no laboratório, pela assessoria técnica, emissão de laudos e pareceres, pesquisa e desenvolvimento de projetos e equipamentos, na empresa ISATEC - PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES QUÍMICAS LTDA., localizada à Avenida FRANCISCO MARTINS BASTOS, 202, RIO GRANDE/RS, em conformidade com o art. 1º da Lei nº 6.839, de 30 de outubro de 1980; arts. 334, alínea "b", 335, alínea "b", 337 e 341, do Decreto-Lei nº 5.452 (Consolidação das Leis do Trabalho - CLT), de 01 de maio de 1943; art. 27, da Lei nº 2.800, de 18 de junho de 1956; art. 1º, incisos II e IV e 2º, inciso IV, alínea "a", do Decreto nº 85.877, de 07 de abril de 1981 e Resoluções Normativas de nºs 51, de 12 de dezembro de 1980, 105, de 17 de setembro de 1987 e 122, de 09 de novembro de 1990, do Conselho Federal de Química

Certificado de Anotação de Função Técnica válido de **25/06/2011** até **23/06/2012**.

Taxa de AFT no valor de R\$ 144,67, recolhida conforme o recibo nº 201.697.

Porto Alegre, 14 de junho de 2011.

Visto: Julian Bobbarello

MARISTELA MENDES DALMÁS
CHEFE DO DEPARTAMENTO