

RELATÓRIO DE ENSAIO

228.062 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

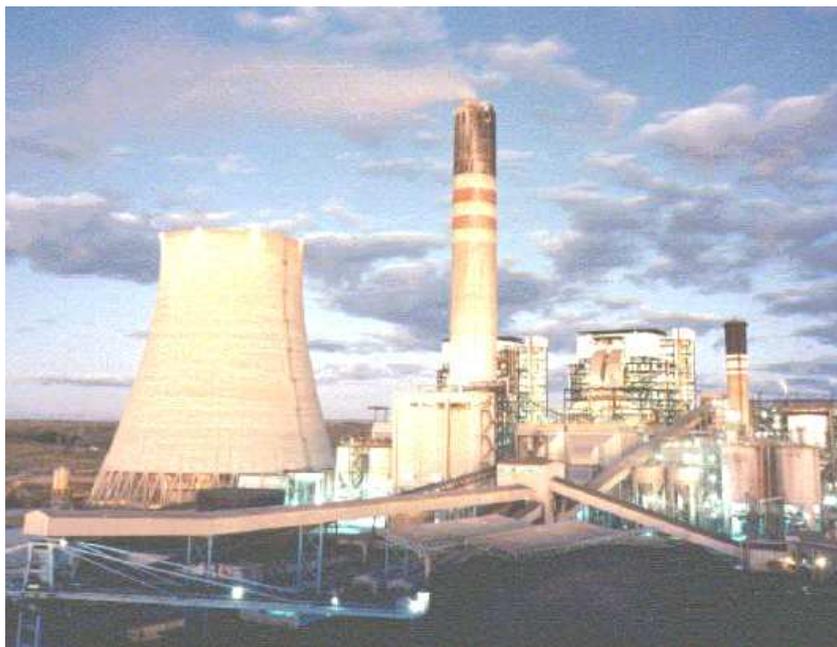
EMPRESA: CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE
Candiota – RS

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 19 de Outubro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 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: 19 de Outubro de 2011.

- 1/ 10 -

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

Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 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 , SO_2 , névoas de SO_3 e H_2SO_4 .

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 SO_2 e névoas de SO_3 e H_2SO_4 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 228.062 / 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 228.062 / 2011

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

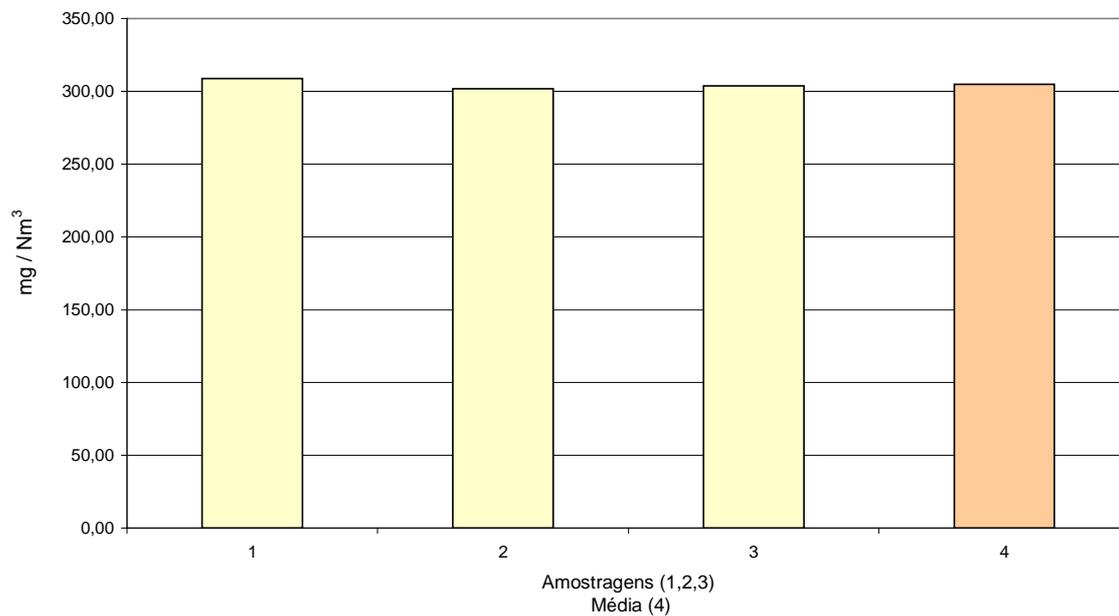
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	19/10/11	19/10/11	20/10/11	-
Hora início da amostragem	h:min	12:30	13:50	13:25	-
Hora de término da amostragem	h:min	13:35	14:55	14:30	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	124,4	125,5	118,1	122,7
Pressão na chaminé	"Hg	29,64	29,64	29,73	29,67
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,81	29,81	29,90	29,84
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,01	4,15	4,21	4,12
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	57,28	57,32	55,99	56,86
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,065	0,068	0,070	0,068
Peso molecular base úmida		28,830	29,293	29,264	29,129
Velocidade na chaminé	ft / min	2496,39	2468,71	2443,85	2469,65
Velocidade na chaminé	m / s	12,68	12,54	12,41	12,55
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	98,77	100,18	99,12	99,36
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	815842,51	806794,96	798671,04	807102,84
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	518869,95	510559,10	515194,73	514874,59
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1039	1,1017	1,1000	1,1019
Concentração de MP no efluente	mg / Nm ³	308,71	301,80	303,73	304,75
Taxa de emissão de MP	kg / h	160,181	154,085	156,480	156,915
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	59,96	95,44	323,35	159,583
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	31,113	48,726	166,589	82,143
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	888,50	1168,99	533,25	863,58
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	461,018	596,837	274,727	444,194

- 4 / 10 -

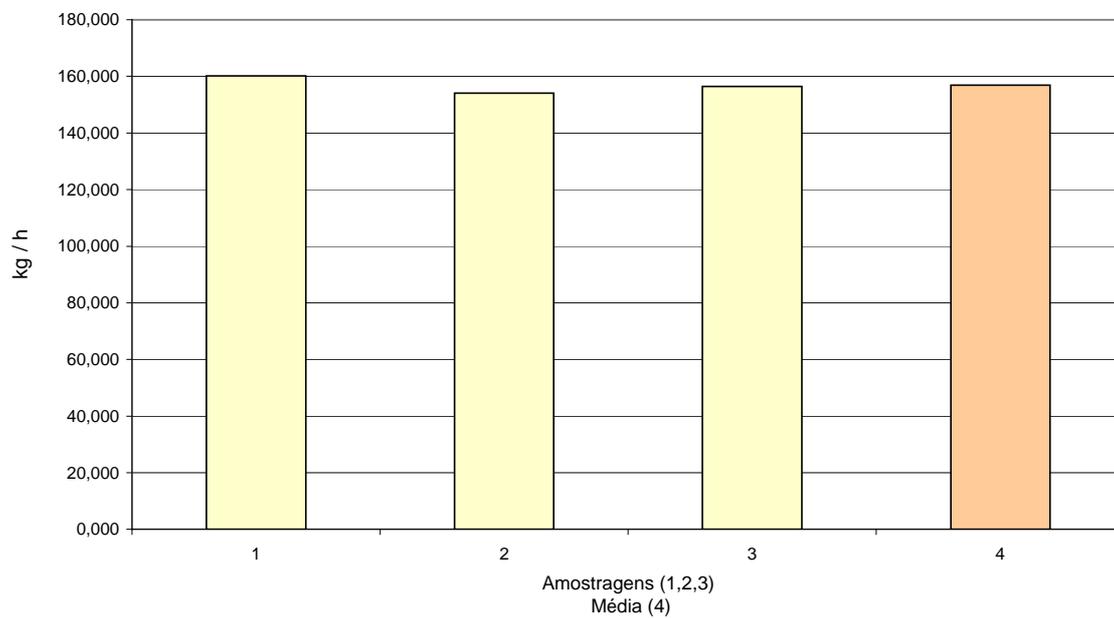
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 2011

Concentração de MP no efluente

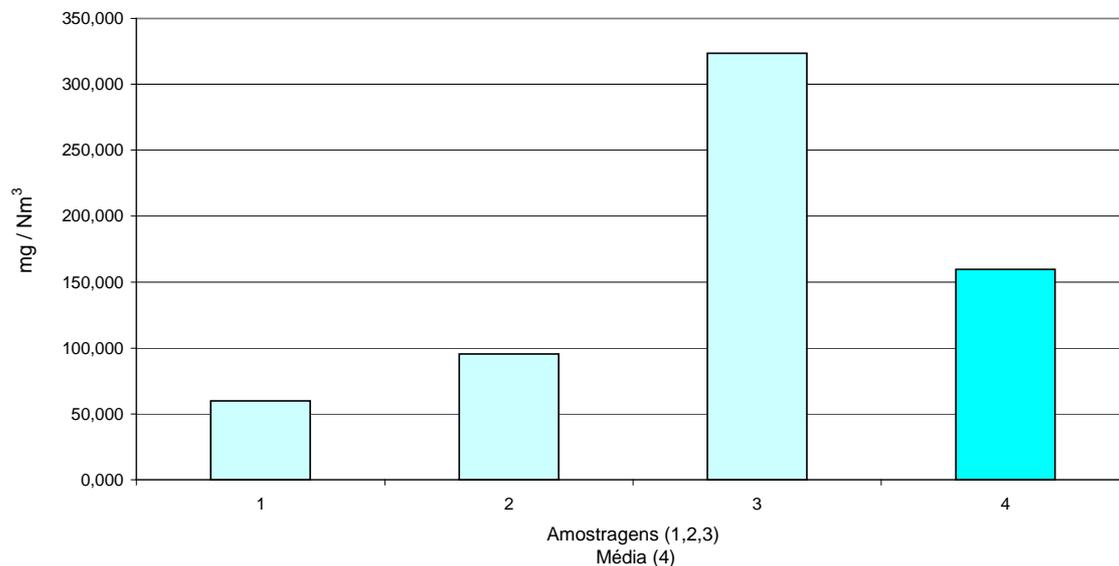


Taxa de emissão de MP

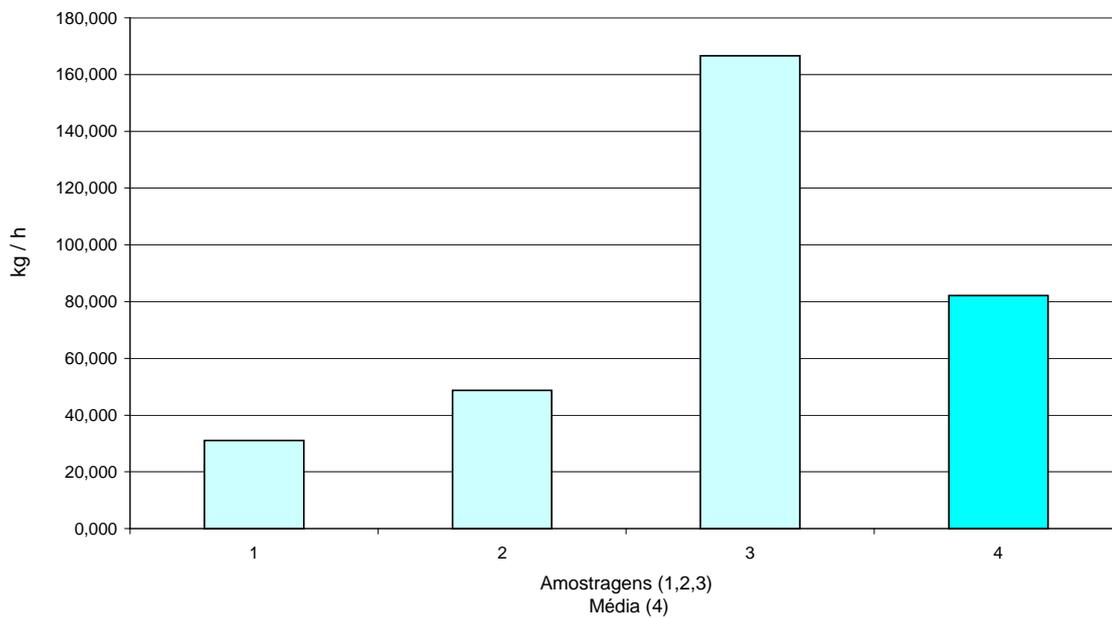


Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 2011

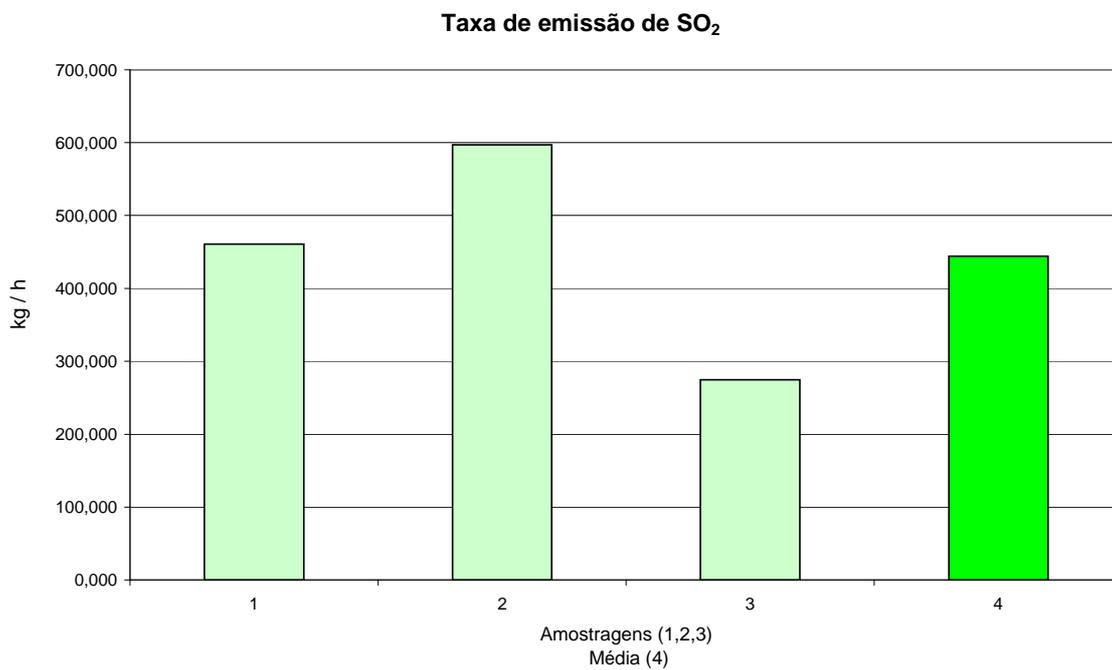
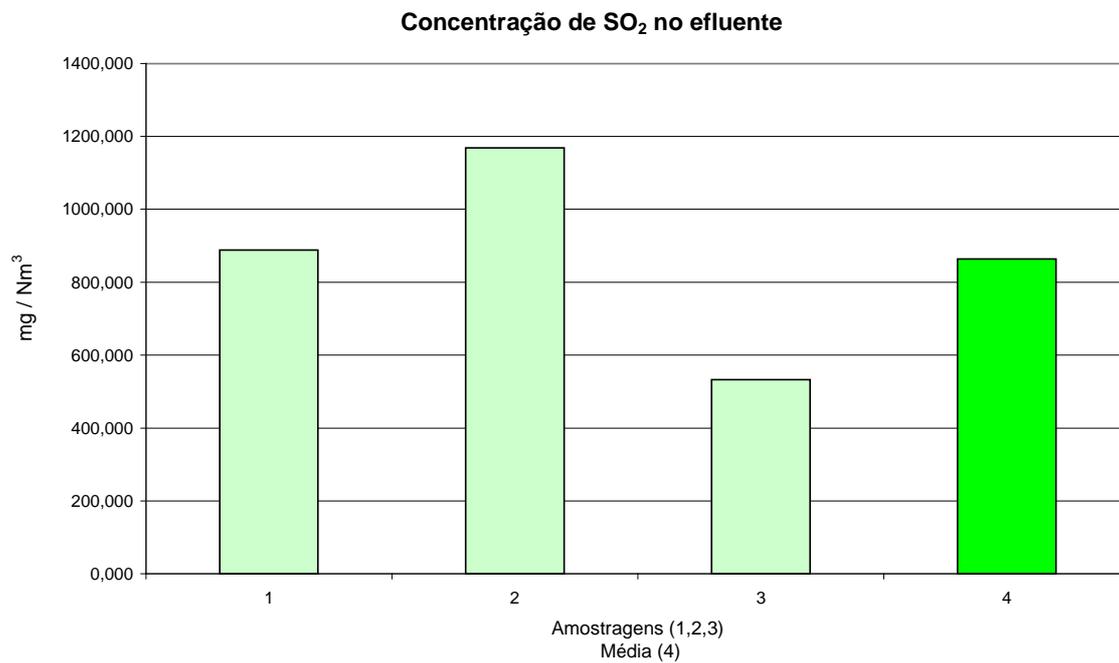
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



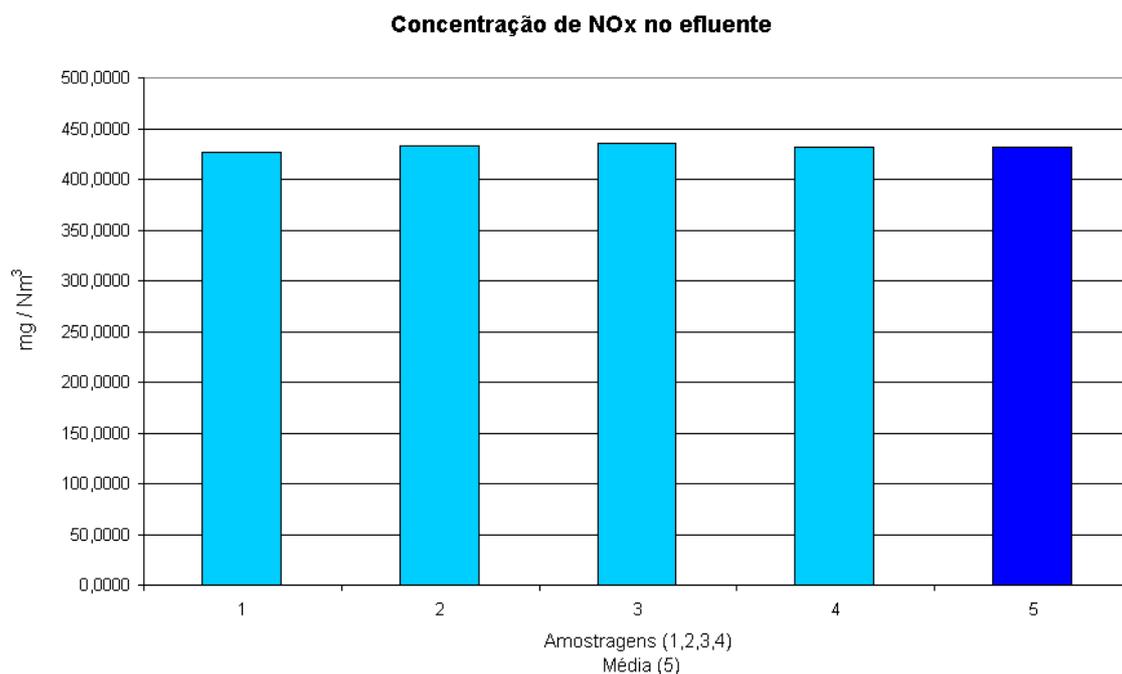
Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 2011



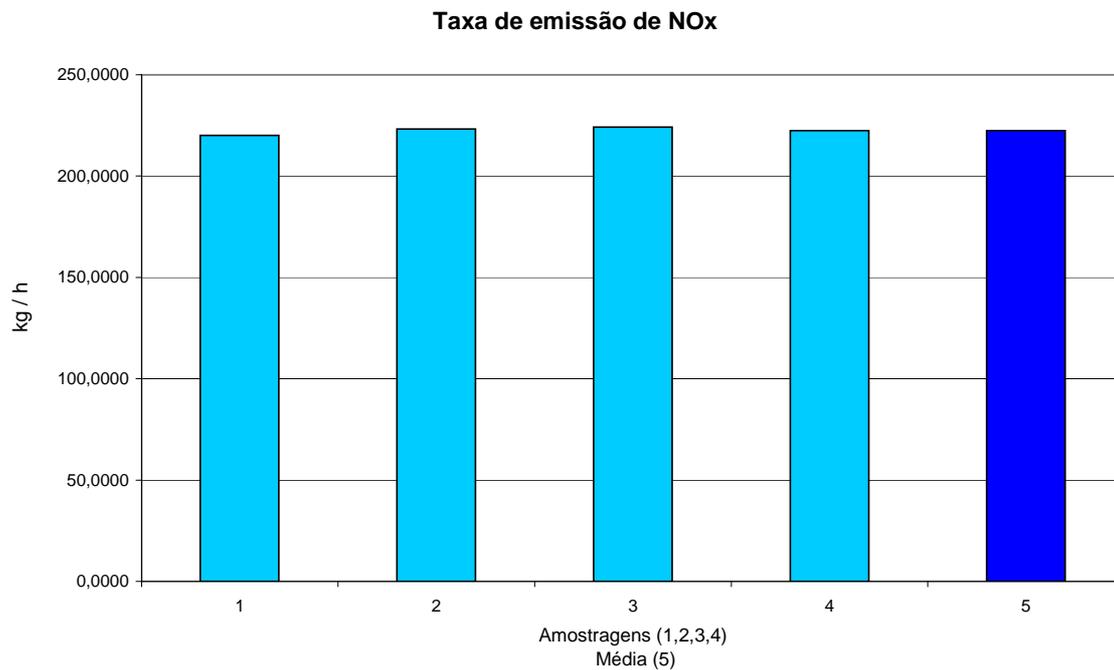
Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	514874,6				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	427,1400	433,3000	435,3500	431,9300	431,9300
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	219,9235	223,0952	224,1507	222,3898	222,3898



Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 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 228.062 / 2011

Rio Grande, 03 de Novembro 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. ESTES DOCUMENTOS SÓ PODERÃO SER REPRODUZIDOS NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 228.062 / 2011

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 I			19/10/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77	m	29,69	pol Hg		60 minutos	
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp	Início		
Renan Moraes			4,42	7	1	0,862	Fim		
				mm					
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	8,50	-	37,57	22	20	123	52174,800
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,78	24	21	124	-
3	5	141,2	11,00	-	48,62	25	22	126	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	26	22	124	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	27	23	123	-
6	5	456,0	8,50	-18,50	37,57	28	23	120	52788,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,57	29	24	120	52,788,4
2	5	69,6	9,50	-18,00	41,99	29	24	124	-
3	5	141,2	11,00	-	48,62	30	25	127	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	30	25	128	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	31	26	128	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,57	31	26	126	53386,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,708	-18,917	42,911	27,7	23,4	124,4	1211,400

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	10	10	Sonda Rígida	EA 026
						Coluna U	EA 140
						Termopar Chaminé	EA 096
						Aparelho	EA 071
						Pitot	P 09
						Boquilha	7

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	22	°C	Temperatura no Gasometro entrada	21	°C
			Temperatura no Gasometro saída	20	°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 I	DATA 19/10/11	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 < 499,99 < 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%	713,56	745,52	31,96
2	200	H2O2 5%	709,75	725,86	16,11
3	200	H2O2 5%	685,42	694,24	8,82
4	-	Sílica	735,61	740,77	5,16
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2844,34	2906,39	62,05

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	11,5	11,5	11,7	11,6	32	3,7
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	7,1	7,1	6,9	7,0	44	3,1
N ₂	81,4	81,4	81,4	81,4	28	22,8
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,59

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0347	g	de	MP	Certificado nº	228.062 / 228.091
66,20	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.065 / 228.089
980,86	mg	de	SO2	Certificado nº	228.068 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	22	51,0962	51,4023	0,3061
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3061

OS RESULTADOS CONTIDOS NESTE DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan02

CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES ESTACIONÁRIAS
PLANILHA 3 - PLANILHA DE CÁLCULO DE AMOSTRAGEM - AMOSTRAGEM 1

ISATEC

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 19/10/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 62,050	(R) Tc = 715,95	("Hg)Patm= 29,690	("H ₂ O)Pest= -0,745	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 537,98	("H ₂ O)ΔH= 1,689	(ft ³) Vm = 42,780	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,588	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,617	(min) @ = 60	
(mg)MP = 340,800	(mg)H ₂ SO ₄ = 66,195	(mg)SO ₂ = 980,860		

Pc = Pressão na chaminé	29,635	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,814	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,008	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,276	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,065		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	28,830		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2496,390	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,682	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	98,77	%	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	815842,512	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	518869,951	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,104	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	308,71	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	160,181	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	59,96	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	31,113	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	888,50	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	461,018	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 CHAMINÉIS DE FONTES ESTACIONÁRIAS

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira I			DATA 19/10/11		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,69 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 4,42	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 13:50	Fim 14:55	
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	8,50	-	37,57	24	22	123	53393,800
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,78	26	23	124	-
3	5	141,2	11,00	-	48,62	27	24	126	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	28	24	127	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	29	25	127	-
6	5	456,0	8,00	-18,50	35,36	30	25	126	54007,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,57	30	26	120	54007,200
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,78	31	26	125	-
3	5	141,2	11,00	-	48,62	31	27	127	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	32	27	127	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	32	28	128	-
6	5	456,0	8,50	-18,50	37,57	33	28	126	54610,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,625	-18,833	42,543	29,4	25,4	125,5	1216,600

Monitoramentos

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

Identificação dos equipamentos

Coluna U	EA 140
Termopar Chaminé	EA 096
Aparelho	EA 071
Pitot	P 09
Boquilha	7

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 I	DATA 19/10/11	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%	687,36	717,45	30,09
2	200	H2O2 5%	692,34	709,05	16,71
3	200	H2O2 5%	704,65	717,35	12,70
4	-	Sílica	738,99	743,58	4,59
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2823,34	2887,43	64,09

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	9,0	9,0	8,7	8,9	32	2,8
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,9	10,8	11,2	11,0	44	4,8
N ₂	80,1	80,2	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,11

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0246	g	de	MP	Certificado nº	228.063 / 228.091
105,15	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.066 / 228.089
1287,91	mg	de	SO2	Certificado nº	228.069 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	23	66,4503	66,7582	0,3079
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3079

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 I	19/10/11	2

(g) MH ₂ O = 64,090	(R) Tc = 717,90	("Hg)Patm= 29,690	("H ₂ O)Pest= -0,741	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 541,35	("H ₂ O)ΔH= 1,675	(ft ³) Vm = 42,963	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,111	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,614	(min) @ = 60	
(mg)MP = 332,500	(mg)H ₂ SO ₄ = 105,145	(mg)SO ₂ = 1287,910		

Pc = Pressão na chaminé	29,635	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,813	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,151	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,317	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,068		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,293		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2468,706	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,541	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	100,18	%	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	806794,956	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	510559,102	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,102	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	301,80	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	154,085	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	95,44	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	48,726	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1168,99	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	596,837	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 I			DATA 20/10/11		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,78 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Morais			K 4,42	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 13:25	Fim 14:30	
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	8,50	-	37,57	26	24	124	54618,000
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,78	27	25	124	-
3	5	141,2	10,50	-	46,41	28	25	27	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	29	26	128	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	30	26	128	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,57	31	27	126	55229,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,57	32	27	122	55229,800
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,78	33	28	126	-
3	5	141,2	11,00	-	48,62	33	28	128	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	53,04	34	29	129	-
5	5	407,4	9,00	-	39,78	34	29	129	-
6	5	456,0	8,50	-18,50	37,57	35	30	126	55835,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,625	-18,917	42,543	31,0	27,0	118,1	1217,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	10	10	10	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	-	°C	Temperatura no Gasometro entrada	-	°C
			Temperatura no Gasometro saída	-	°C

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan07

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira I	DATA 20/10/11	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%	712,45	747,76	35,31
2	200	H2O2 5%	714,53	731,87	17,34
3	200	H2O2 5%	700,37	708,41	8,04
4	-	Sílica	738,31	744,11	5,80
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2865,66	2932,15	66,49

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	9,0	8,8	9,0	8,9	32	2,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	10,9	11,1	10,9	11,0	44	4,8
N ₂	80,1	80,1	80,1	80,1	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						30,11

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0286	g	de	MP	Certificado nº	228.064 / 228.091
355,69	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.067 / 228.089
586,57	mg	de	SO2	Certificado nº	228.070 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	24	40,1131	40,4186	0,3055
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3055

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

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



EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira I	20/10/11	3

(g) MH ₂ O = 66,490	(R) Tc = 704,55	("Hg)Patm= 29,780	("H ₂ O)Pest= -0,745	(mm) Øb = 7,00
(R) Tm = 544,20	("H ₂ O)ΔH= 1,675	(ft ³) Vm = 42,992	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 30,112	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,614	(min) @ = 60	
(mg)MP = 334,100	(mg)H ₂ SO ₄ = 355,685	(mg)SO ₂ = 586,570		

Pc = Pressão na chaminé	29,725	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,903	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,214	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,993	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,070		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,264		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2443,847	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,415	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000414	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,12	%	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	798671,043	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	515194,730	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,100	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	303,73	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	156,480	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	323,35	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	166,589	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	533,25	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	274,727	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 I	DATA
-------------------------	----------------------------	-------------

Responsável Renan Moraes

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 133	Barômetro	EA 065	Termômetro	204620/03	Pipeta	M 006

Amostra 01		Amostra 02		Amostra 03		Amostra 04	
Identificação do Frasco	M 001	Identificação do Frasco	M 003	Identificação do Frasco	M 004	Identificação do Frasco	EA 053
Volume do Frasco (Vf)	2229,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2234,2 mL	Volume do Frasco (Vf)	2227,1 mL	Volume do Frasco (Vf)	2250,9 mL
Volume Absorvente (Va)	25 mL						
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	19/10/2011	Data	19/10/2011	Data	19/10/2011	Data	19/10/2011
Hora	12:40	Hora	12:45	Hora	12:50	Hora	12:55
Pressão Atmosférica inicial	754,13 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	354,13 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	354,13 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	354,13 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	354,13 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	21 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	294 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	20/10/2011	Data	20/10/2011	Data	20/10/2011	Data	20/10/2011
Hora	08:00	Hora	08:05	Hora	08:10	Hora	08:15
Pressão Atmosférica Final	755 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	750 mmHg
Temperatura final do Frasco	20 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	293 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	458,305 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	465,991 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	466,691 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	468,029 µg
Cert Ensaio N°	228.381	Cert Ensaio N°	228.382	Cert Ensaio N°	228.383	Cert Ensaio N°	228.384
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)	1072,96 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1075,45 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1071,99 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1083,58 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})	427,140 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	433,300 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	435,350 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	431,930 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})	514875 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	514875 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	514875 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	514875 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	219,924 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	223,095 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	224,151 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	222,390 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