

RELATÓRIO DE ENSAIO

228.071 / 2011



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

ISATEC

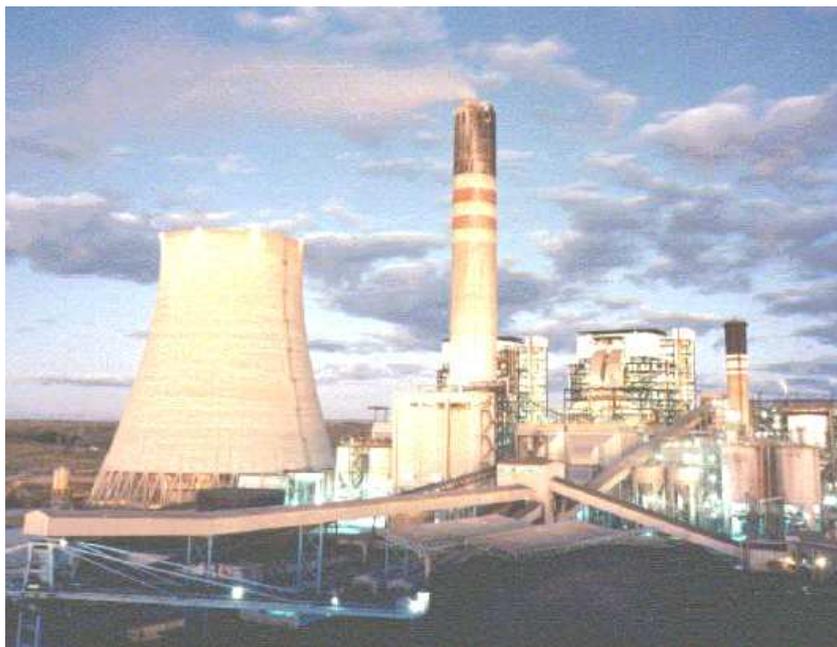
EMPRESA: CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE
Candiota – RS

PROCESSO: Caldeira I com Turbogenerador II.

DATA: 20 de Outubro de 2011.

Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 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: 20 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 228.071 / 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 228.071 / 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 228.071 / 2011

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

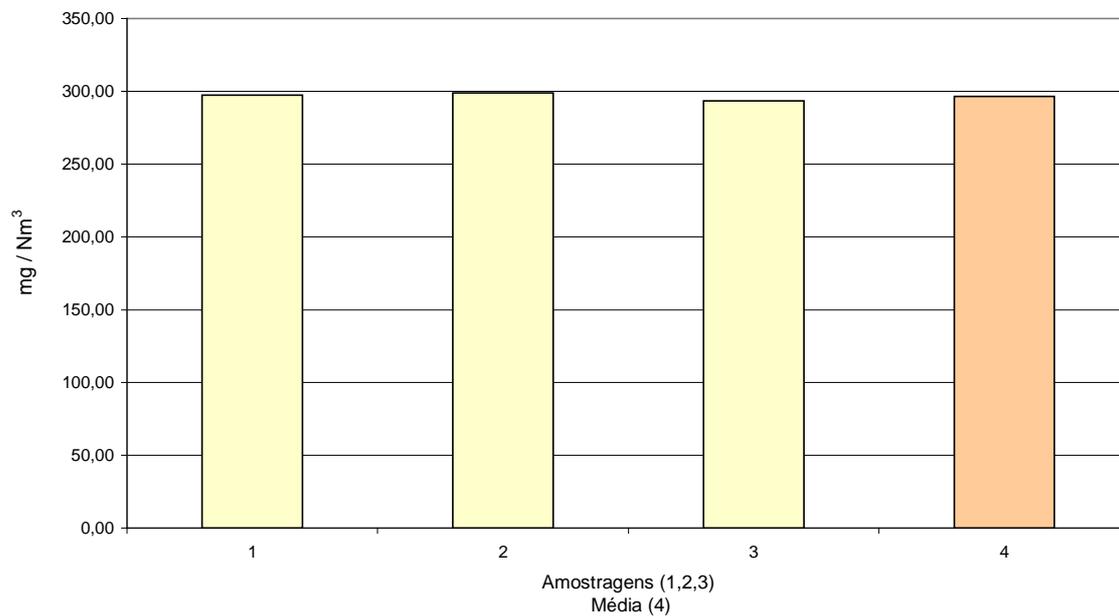
		AMOSTRAS			
		1	2	3	Média
Dia da Amostragem	d:m:a	20/10/11	20/10/11	20/10/11	-
Hora início da amostragem	h:min	14:50	16:35	18:05	-
Hora de término da amostragem	h:min	15:55	17:40	19:10	-
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-
Temperatura da chaminé	°C	127,6	128,9	128,4	128,3
Pressão na chaminé	"Hg	29,73	29,72	29,73	29,73
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,90	29,90	29,90	29,90
Volume água nas condições de chaminé	ft ³	3,80	3,99	4,28	4,02
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	57,74	57,81	57,47	57,68
Proporção vol. vapor'água nos gases chaminé		0,062	0,065	0,069	0,065
Peso molecular base úmida		28,866	28,735	28,683	28,761
Velocidade na chaminé	ft / min	2501,57	2515,84	2511,20	2509,53
Velocidade na chaminé	m / s	12,71	12,78	12,76	12,75
Área da Boquilha	ft ²	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Isocinetismo	%	98,98	98,83	98,93	98,92
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	817534,90	822197,97	820681,36	820138,08
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	519473,51	519101,67	516199,32	518258,16
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	1,1076	1,1051	1,1000	1,1042
Concentração de MP no efluente	mg / Nm ³	297,41	298,89	293,35	296,55
Taxa de emissão de MP	kg / h	154,498	155,155	151,428	153,694
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	22,31	14,01	29,17	21,828
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	11,587	7,274	15,056	11,306
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	873,02	2012,74	747,28	1211,01
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	453,512	1044,815	385,746	628,024

- 4 / 10 -

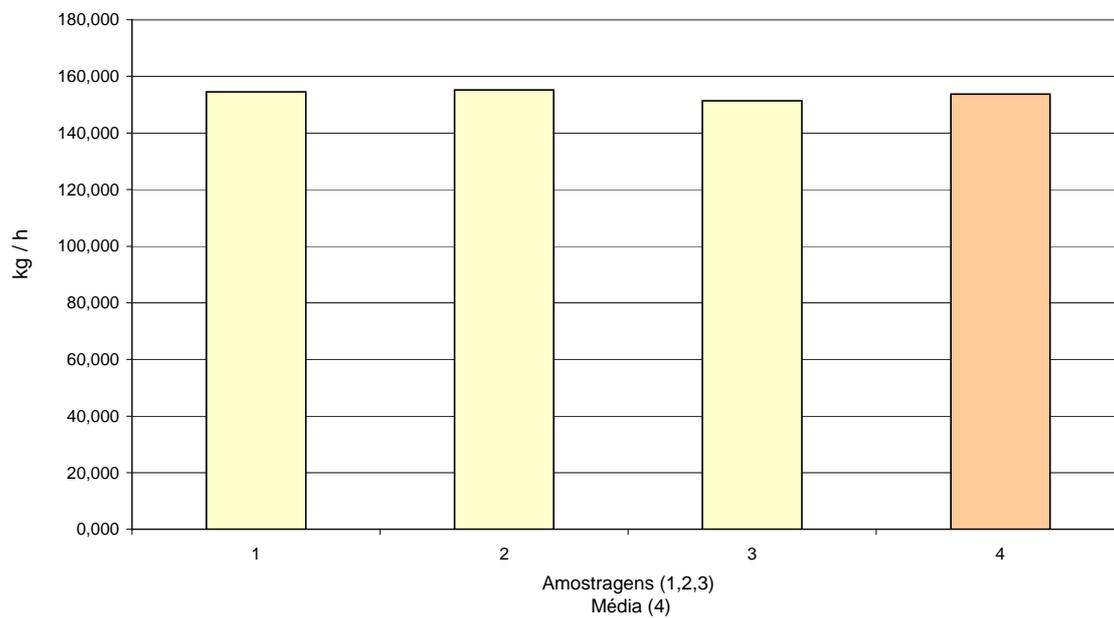
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 2011

Concentração de MP no efluente

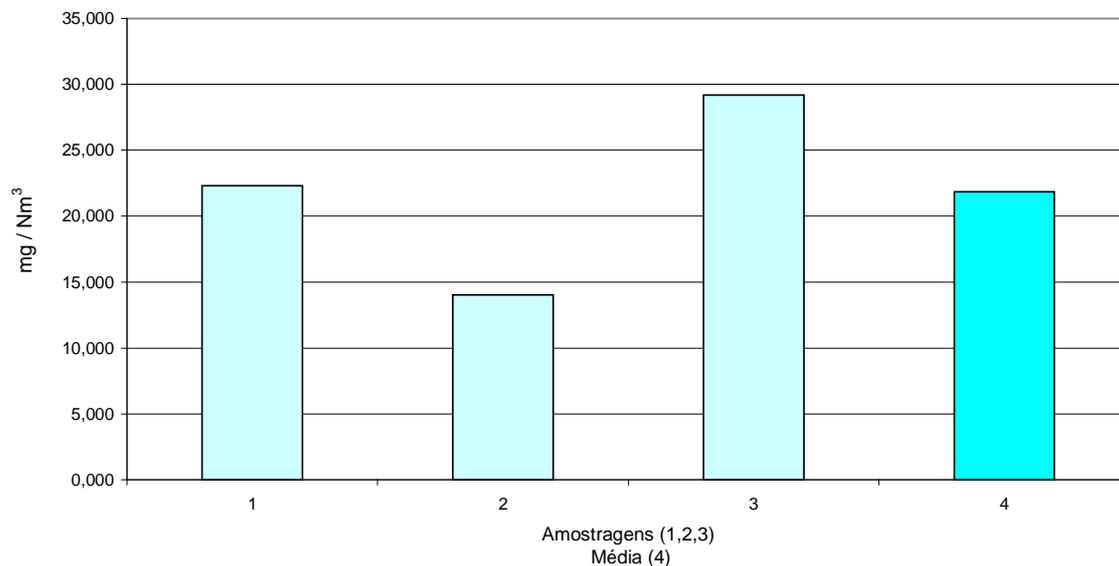


Taxa de emissão de MP

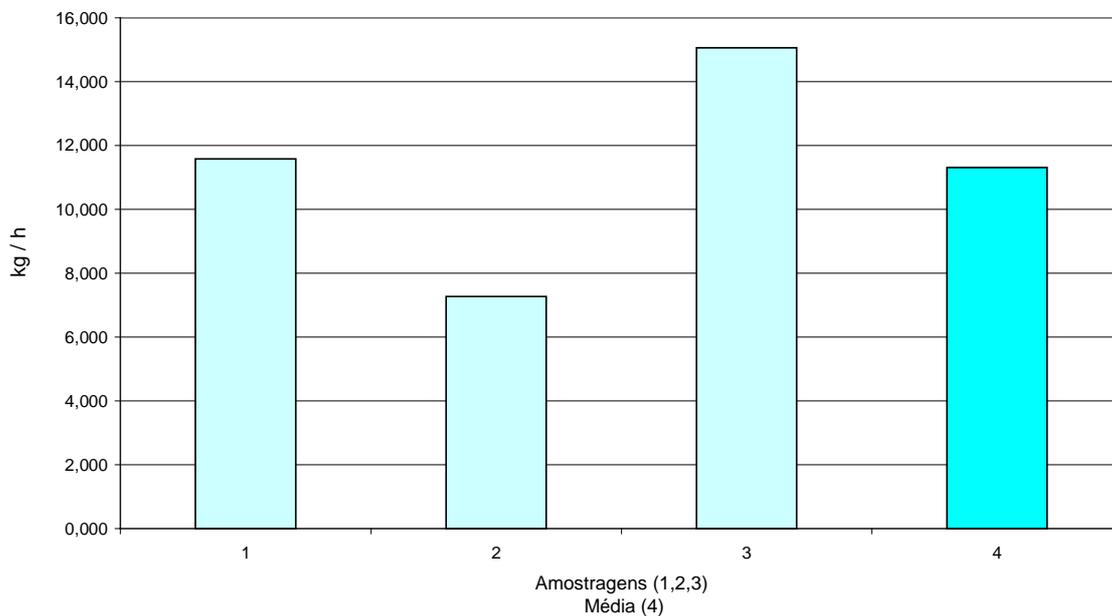


Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 2011

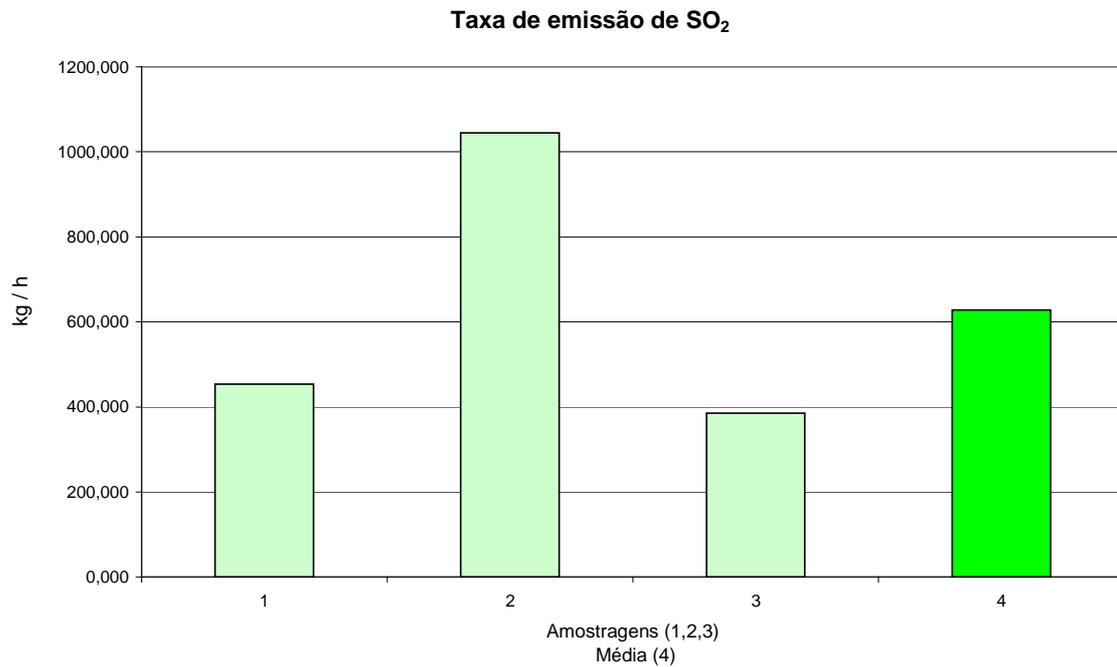
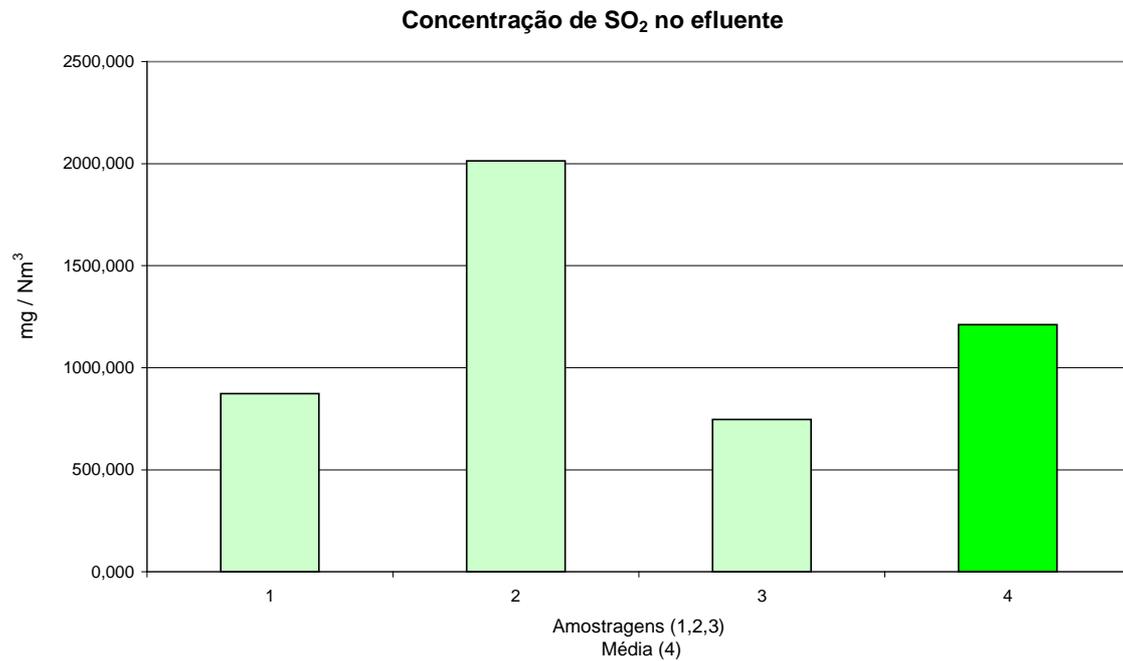
Concentração de H₂SO₄ no efluente



Taxa de emissão de H₂SO₄



Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 2011



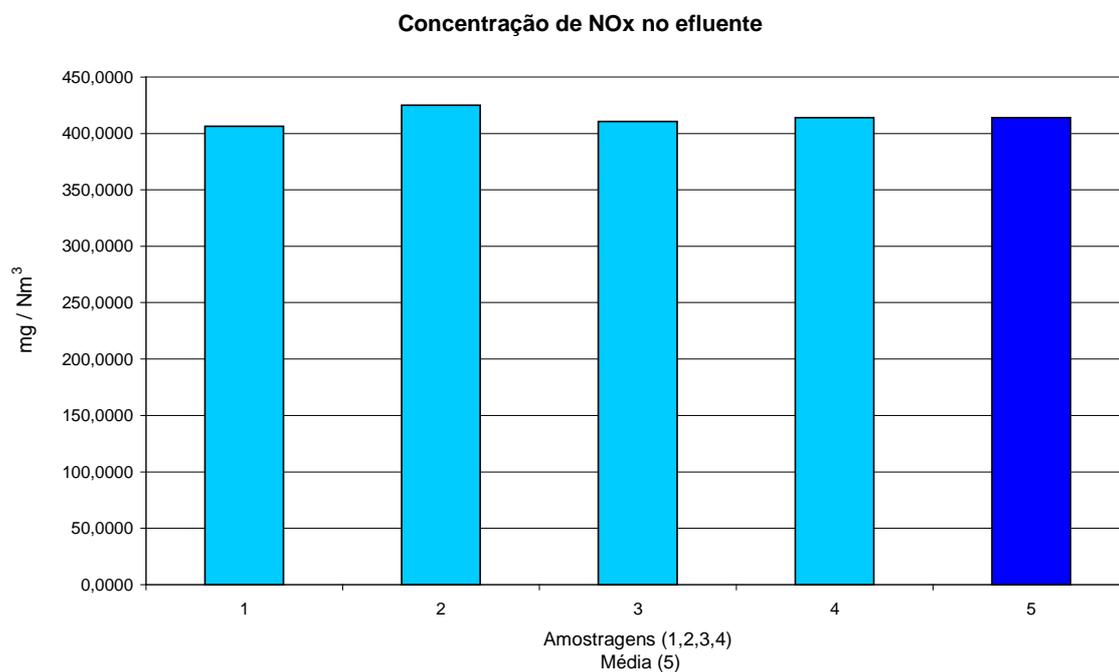
- 7 / 10 -

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.

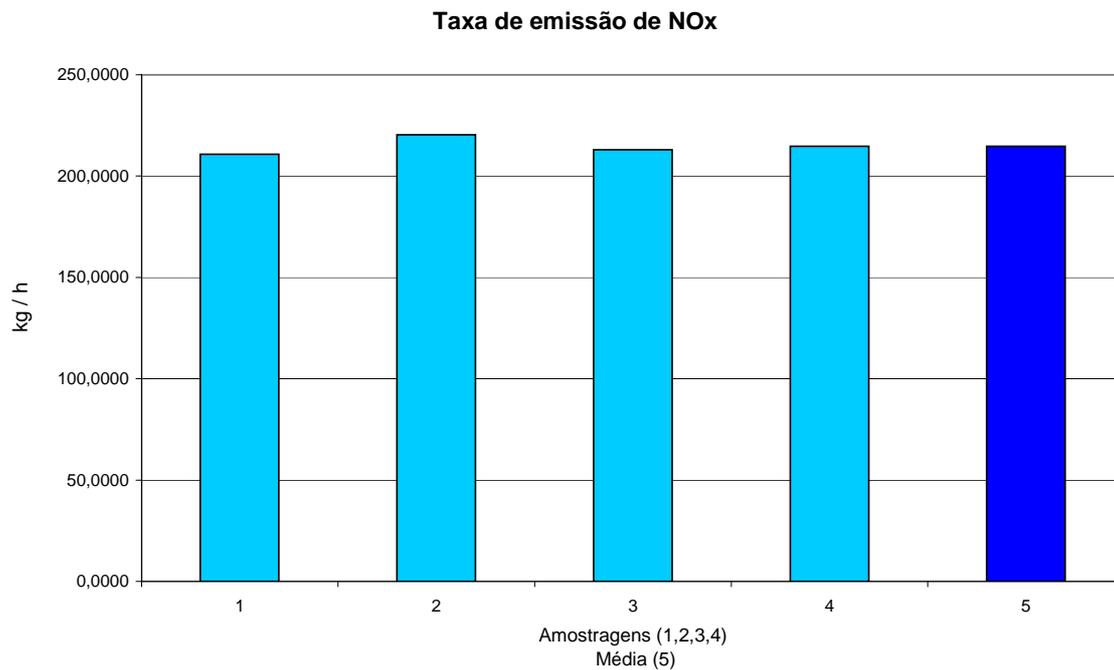
Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 2011

6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	518258,2				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	406,6100	425,0900	410,7100	414,1400	414,1375
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	210,7290	220,3064	212,8538	214,6314	214,6301



Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 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 228.071 / 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. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

Relatório de Ensaio N.º 228.071 / 2011

ANEXOS

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

ISATEC

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira I			20/10/11		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77	m	29,78	pol Hg		60 minutos	
Amostrador			K	Boquilha	FCM	Cp		Início	14:50
Renan Morais			4,4	7	1	0,862		Fim	15:55
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	-	37,40	21	19	124	55841,600
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,60	23	20	128	-
3	5	141,2	11,00	-	48,40	24	20	129	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	52,80	25	21	130	-
5	5	407,4	9,50	-	41,80	26	21	128	-
6	5	456,0	8,50	-18,00	37,40	26	22	127	57654,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,40	27	22	125	57654,200
2	5	69,6	9,50	-18,00	41,80	27	22	128	-
3	5	141,2	11,00	-	48,40	28	23	129	-
4	5	335,8	11,50	-19,50	50,60	28	23	129	-
5	5	407,4	9,00	-	39,60	28	23	127	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,40	29	24	127	57046,400
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,708	-18,750	42,717	26,0	21,7	127,6	1204,800

Monitoramentos

Monitoramentos				Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	10	12	12	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	20	°C	Temperatura no Gasometro entrada	20	°C
			Temperatura no Gasometro saída	19	°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 ESTACIONÁRI **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 20/10/11	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%	714,69	744,87	30,18
2	200	H2O2 5%	679,37	695,36	15,99
3	200	H2O2 5%	680,62	687,34	6,72
4	-	Sílica	725,41	731,00	5,59
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2800,09	2858,57	58,48

Composição do Gases

Responsável **Renato Soares**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,6	11,6	11,7	11,6	32	3,7
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	7,0	7,0	6,9	7,0	44	3,1
N ₂	81,4	81,4	81,4	81,4	28	22,8
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,58

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0227	g	de	MP	Certificado nº	228.071 / 228.091
24,71	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.074 / 228.089
966,92	mg	de	SO2	Certificado nº	228.077 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Moraes**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	1	32,5832	32,8899	0,3067
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3067

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 20/10/11	NÚMERO 1
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 58,480	(R) Tc = 721,65	("Hg)Patm= 29,780	("H ₂ O)Pest= -0,738	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 534,90	("H ₂ O)ΔH= 1,682	(ft ³) Vm = 42,547	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,580	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,617	(min) @ = 60	
(mg)MP = 329,400	(mg)H ₂ SO ₄ = 24,705	(mg)SO ₂ = 966,920		

Pc = Pressão na chaminé	29,726	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,904	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,796	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,745	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,062		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	28,866		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2501,569	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,708	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	98,98	%	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	817534,898	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	519473,506	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,108	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	297,41	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	154,498	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	22,31	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	11,587	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	873,02	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	453,512	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 20/10/11		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,78 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Renan Moraes			K 4,4	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 16:35	Fim 17:40	
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	-	37,40	23	20	126	57052,600
2	5	69,6	9,00	-18,50	39,60	25	21	128	-
3	5	141,2	11,50	-	50,60	26	21	130	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	52,80	27	22	131	-
5	5	407,4	9,00	-	39,60	28	22	130	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,40	28	23	128	57662,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,40	29	23	126	57662,600
2	5	69,6	9,50	-18,00	41,80	29	24	129	-
3	5	141,2	11,00	-	48,40	30	24	129	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	52,80	30	25	132	-
5	5	407,4	9,00	-	39,60	31	25	130	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,40	31	26	128	58261,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,750	-19,083	42,900	28,1	23,0	128,9	1209,000

Monitoramentos

Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	10	11	11	12	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 20/10/11	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%	720,65	752,65	32,00
2	200	H2O2 5%	708,34	725,40	17,06
3	200	H2O2 5%	680,36	688,29	7,93
4	-	Sílica	745,12	749,37	4,25
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2854,47	2915,71	61,24

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	12,0	12,4	12,3	12,2	32	3,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	6,4	6,0	6,1	6,2	44	2,7
N ₂	81,6	81,6	81,6	81,6	28	22,8
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,48

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0200	g	de	MP	Certificado nº	228.072 / 228.091
15,49	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.075 / 228.089
2224,24	mg	de	SO2	Certificado nº	228.078 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	4	39,0128	39,3231	0,3103
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3103

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	20/10/11	2

(g) MH ₂ O =	61,240	(R) Tc =	724,05	("Hg)Patm=	29,780	("H ₂ O)Pest=	-0,751	(mm) Θb =	7,00
(R) Tm =	537,98	("H ₂ O)ΔH=	1,689	(ft ³) Vm =	42,695	Cp =	0,862	(m) ΘC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,476	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	0,618	(min) @ =	60		
(mg)MP =	330,300	(mg)H ₂ SO ₄ =	15,485	(mg)SO ₂ =	2224,240				

Pc =	Pressão na chaminé	29,725	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,904	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,989	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	57,809	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	28,735		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	2515,837	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	12,780	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	%	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	822197,975	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	519101,669	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	1,105	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	298,89	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	155,155	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	14,01	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	7,274	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	2012,74	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1044,815	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 4,4	Boquilha 7 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 18:05	Fim 19:10	
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	8,00	-	35,20	25	22	124	58268,400
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,60	27	23	127	-
3	5	141,2	11,00	-	48,40	28	24	128	-
4	5	335,8	12,00	-19,00	52,80	29	24	128	-
5	5	407,4	9,50	-	41,80	30	25	128	-
6	5	456,0	8,50	-19,00	37,40	30	25	127	58877,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	8,50	-	37,40	31	26	126	58877,200
2	5	69,6	9,00	-18,00	39,60	31	26	128	-
3	5	141,2	11,00	-	48,40	32	27	132	-
4	5	335,8	12,00	-20,00	52,80	32	27	131	-
5	5	407,4	9,50	-	41,80	33	28	132	-
6	5	456,0	8,50	-18,50	37,40	33	28	130	59480,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	9,708	-18,750	42,717	30,1	25,4	128,4	1212,400

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	9	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 ESTACIONÁRI **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%	704,64	738,70	34,06
2	200	H2O2 5%	687,45	705,41	17,96
3	200	H2O2 5%	682,36	690,01	7,65
4	-	Sílica	719,04	725,10	6,06
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2793,49	2859,22	65,73

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	12,4	12,2	12,2	12,3	32	3,9
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	28	0,0
CO ₂	6,0	6,3	6,2	6,2	44	2,7
N ₂	81,6	81,5	81,6	81,6	28	22,8
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,48

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0155	g	de	MP	Certificado nº	228.073 / 228.091
32,09	mg	de	H2SO4	Certificado nº	228.076 / 228.089
822,04	mg	de	SO2	Certificado nº	228.079 / 228.090

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Renan Morais**

Elemento Filtrante	Nº	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	5	44,7062	45,0134	0,3072
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,3072

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 I	DATA 20/10/11	NÚMERO 3
-------------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 65,730	(R) Tc = 723,15	("Hg)Patm= 29,780	("H ₂ O)Pest= -0,738	(mm) Θb = 7,00
(R) Tm = 541,95	("H ₂ O)ΔH= 1,682	(ft ³) Vm = 42,815	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,477	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 0,617	(min) @ = 60	
(mg)MP = 322,700	(mg)H ₂ SO ₄ = 32,085	(mg)SO ₂ = 822,040		

Pc = Pressão na chaminé	29,726	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,904	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,276	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	57,472	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,069		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	28,683		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	2511,197	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	12,757	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	98,93	%	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	820681,356	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	516199,316	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	293,35	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	151,428	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	29,17	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	15,056	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	747,28	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	385,746	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	20/10/2011	Data	20/10/2011	Data	20/10/2011	Data	20/10/2011
Hora	15:00	Hora	15:05	Hora	15:10	Hora	15:15
Pressão Atmosférica inicial	756,4 mmHg						
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg						
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	356,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	356,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	356,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	356,4 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	20 °C						
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	293 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	293 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	293 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	293 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	21/10/2011	Data	21/10/2011	Data	21/10/2011	Data	21/10/2011
Hora	08:00	Hora	08:05	Hora	08:10	Hora	08:15
Pressão Atmosférica Final	756,5 mmHg						
Pressão final do Frasco	5 mmHg						
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	751,5 mmHg
Temperatura final do Frasco	19 °C						
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	292 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	436,936 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	457,851 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	440,941 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	449,429 µg
Cert Ensaio N°	228.385	Cert Ensaio N°	228.386	Cert Ensaio N°	228.387	Cert Ensaio N°	228.388
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)	1074,58 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1077,07 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1073,61 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1085,21 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})	406,610 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	425,090 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	410,710 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	414,140 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})	518258 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	518258 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	518258 Nm ³ /h	Vazão (V _{aecnbs})	518258 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	210,729 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	220,306 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	212,854 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	214,631 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

MARISTELA MENDES DALMÁS
CHEFE DO DEPARTAMENTO