

RELATÓRIO DE ENSAIO

232.825 / 2012



AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

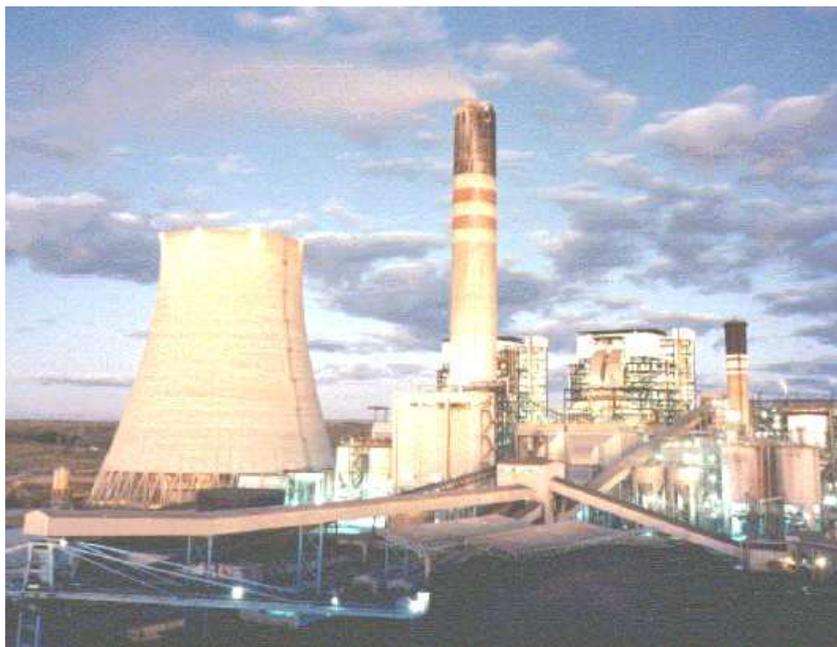
ISATEC

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

PROCESSO: Caldeira IV.

DATA: 04 de abril de 2012.

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



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

Usina Presidente Medici
Candiota – RS

LOCAL: Caldeira IV.

DATA: 04 de abril de 2012.

- 1/ 10 -

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

SAYBOLT / ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

1. OBJETIVO

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

2. METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE

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

Os métodos observados foram os seguintes:

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

3. EQUIPAMENTOS DE AMOSTRAGEM:

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

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.

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO_x

		AMOSTRAS				
		1	2	3	Média	
Dia da Amostragem	d:m:a	04/04/12	04/04/12	04/04/12	-	
Hora início da amostragem	h:min	12:05	14:15	15:50	-	
Hora de término da amostragem	h:min	13:10	15:20	16:55	-	
Tempo de amostragem	min	60	60	60	-	
Temperatura da chaminé	°C	156,4	155,4	154,6	155,5	
Pressão na chaminé	"Hg	29,01	28,97	28,97	28,99	
Pressão no medidor de gas	"Hg	29,18	29,18	29,18	29,18	
Volume agua nas condições de chaminé	ft ³	4,03	3,87	3,95	3,95	
Volume gases medido nas condições chaminé	ft ³	55,56	56,33	55,93	55,94	
Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé		0,068	0,064	0,066	0,066	
Peso molecular base úmida		29,089	29,117	29,107	29,104	
Velocidade na chaminé	ft / min	4711,00	4744,91	4728,91	4728,27	
Velocidade na chaminé	m / s	23,93	24,10	24,02	24,02	
Área da Boquilha	ft ²	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	
Isocinetismo	%	99,74	100,05	99,86	99,88	
Área da Chaminé	m ²	17,8701	17,8701	17,8701	17,8701	
Vazão do efluente nas condições da chaminé	m ³ / h	1539597,12	1550678,80	1545449,48	1545241,80	
Vazão do efluente nas condições normais, base seca	Nm ³ / h	885214,12	895497,32	892547,61	891086,35	
Volume amostrado nas condições normais, base seca	Nm ³	0,9703	0,9846	0,9795	0,9781	
Concentração de Material Particulado no efluente	mg / Nm ³	604,04	583,69	587,44	591,72	
Taxa de emissão de Material Particulado	kg / h	534,704	522,694	524,321	527,239	
Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	mg / Nm ³	53,11	0,00	0,00	53,107	
Taxa de emissão de H ₂ SO ₄	kg / h	47,011	0,000	0,000	53,107	
Concentração de SO ₂ no efluente	mg / Nm ³	1173,97	1148,79	1297,31	1206,69	
Taxa de emissão de SO ₂	kg / h	1039,215	1028,739	1157,911	1075,288	

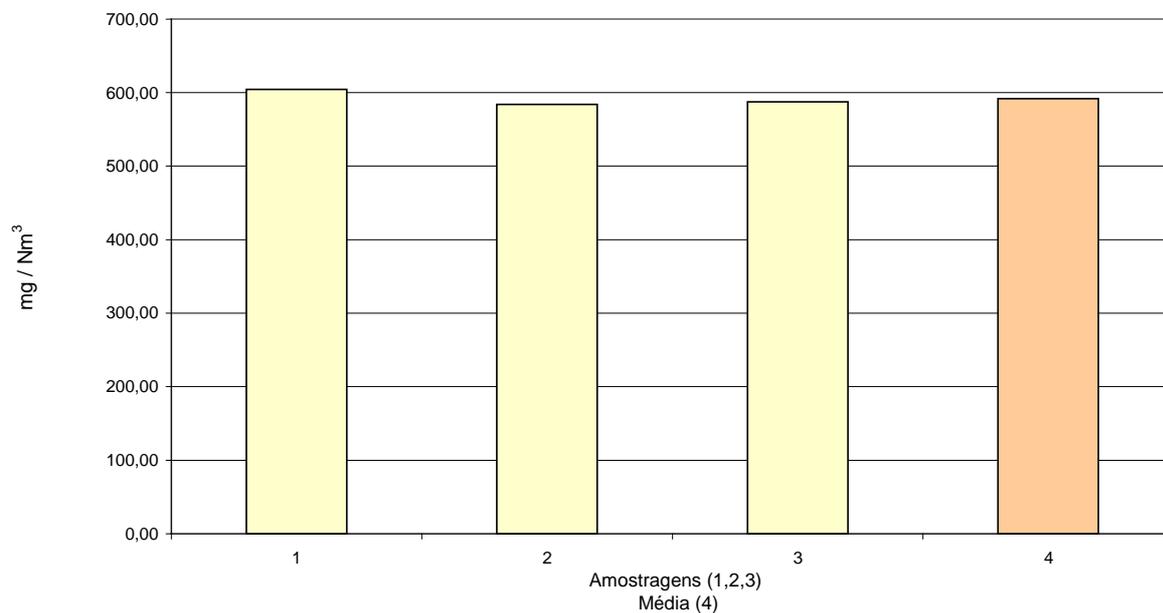
- 4 / 10 -

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.

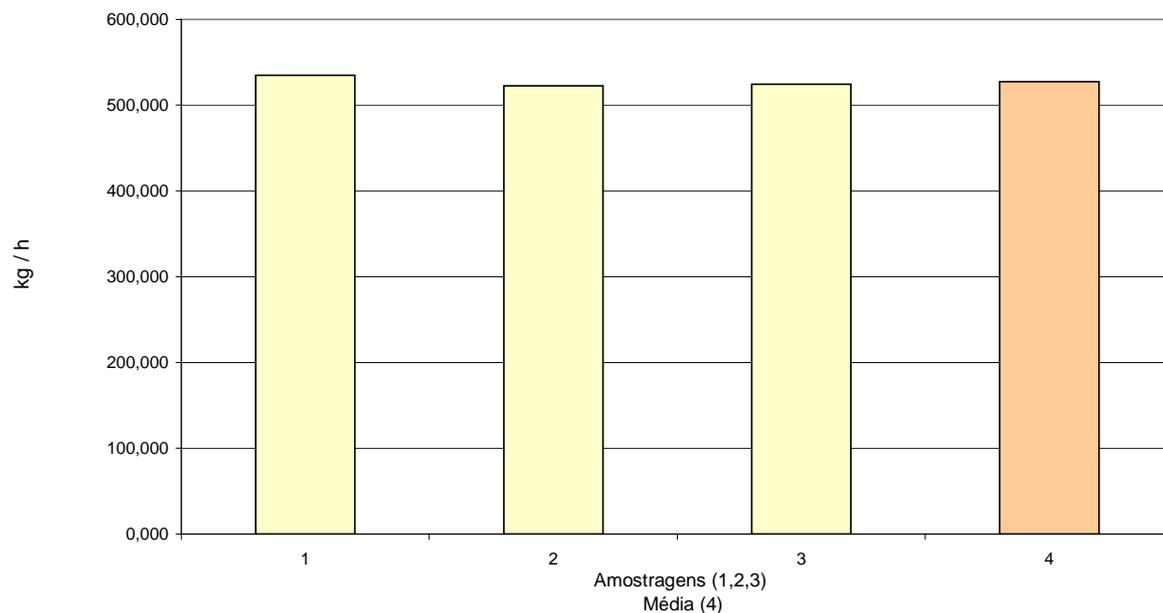
SAYBOLT / ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
 CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
 Tel: (53) 3035-9900
 e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Concentração de Material Particulado no efluente



Taxa de emissão de Material Particulado



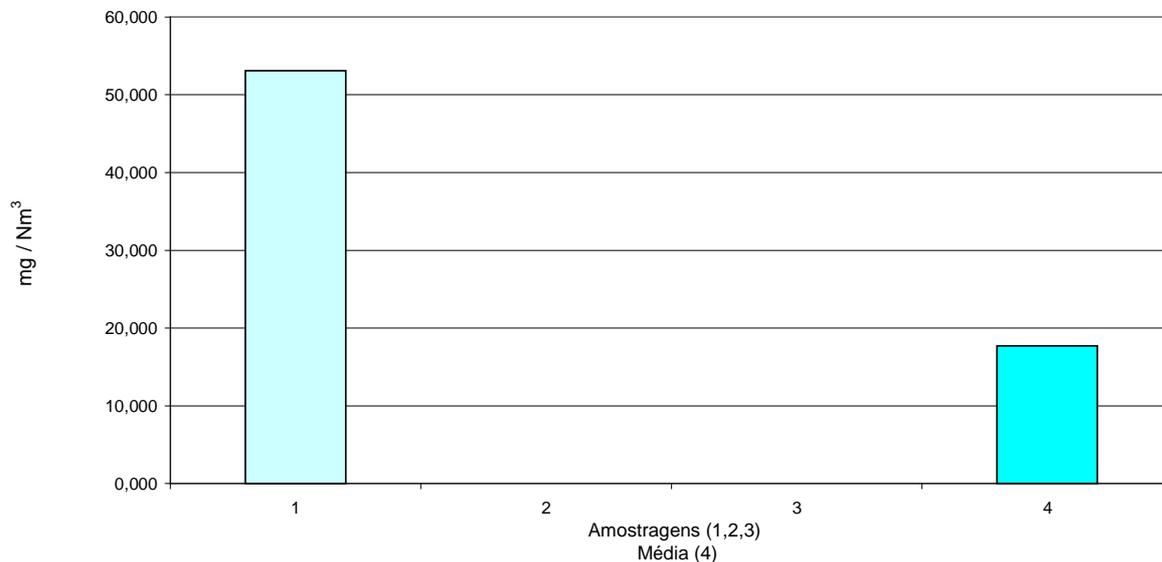
- 5 / 10 -

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

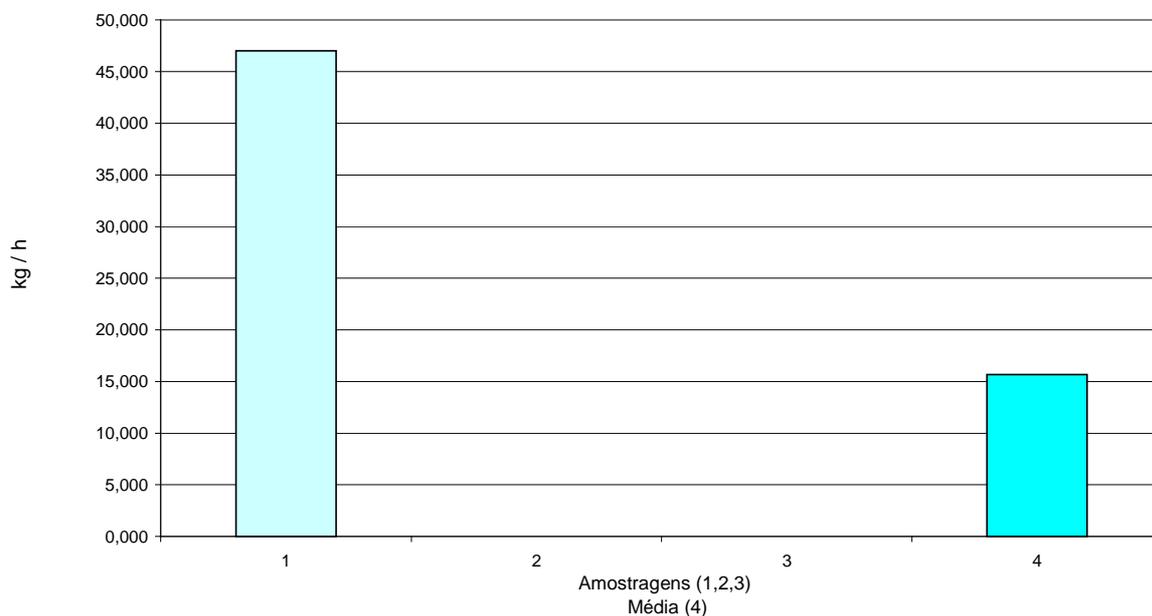
SAYBOLT / ISATEC

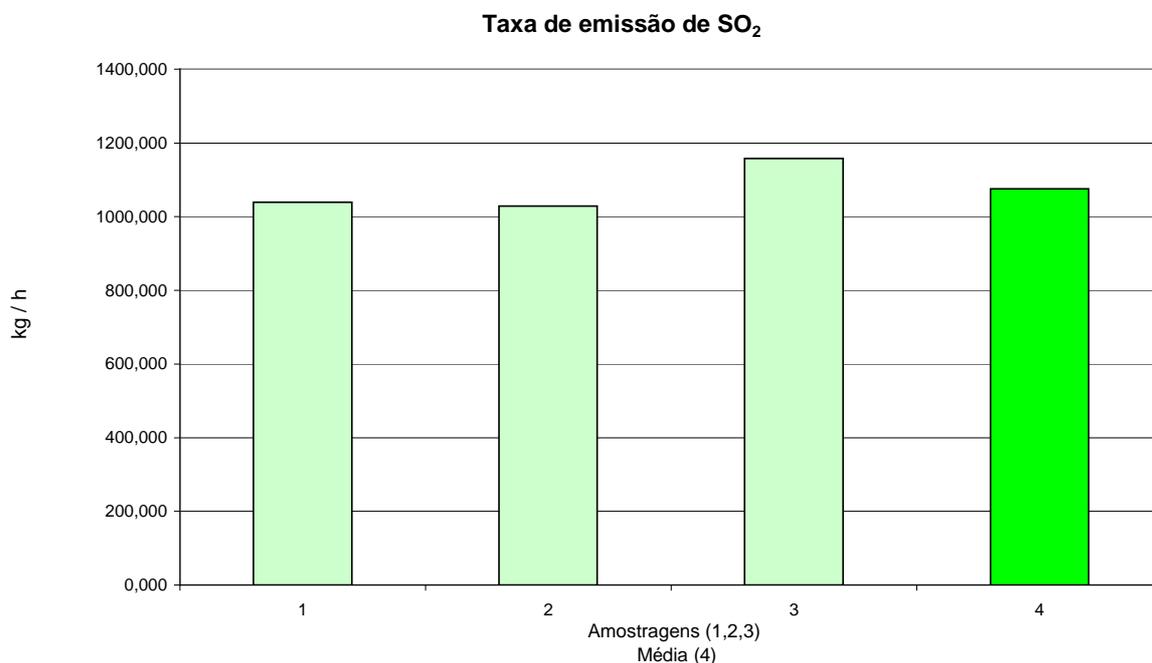
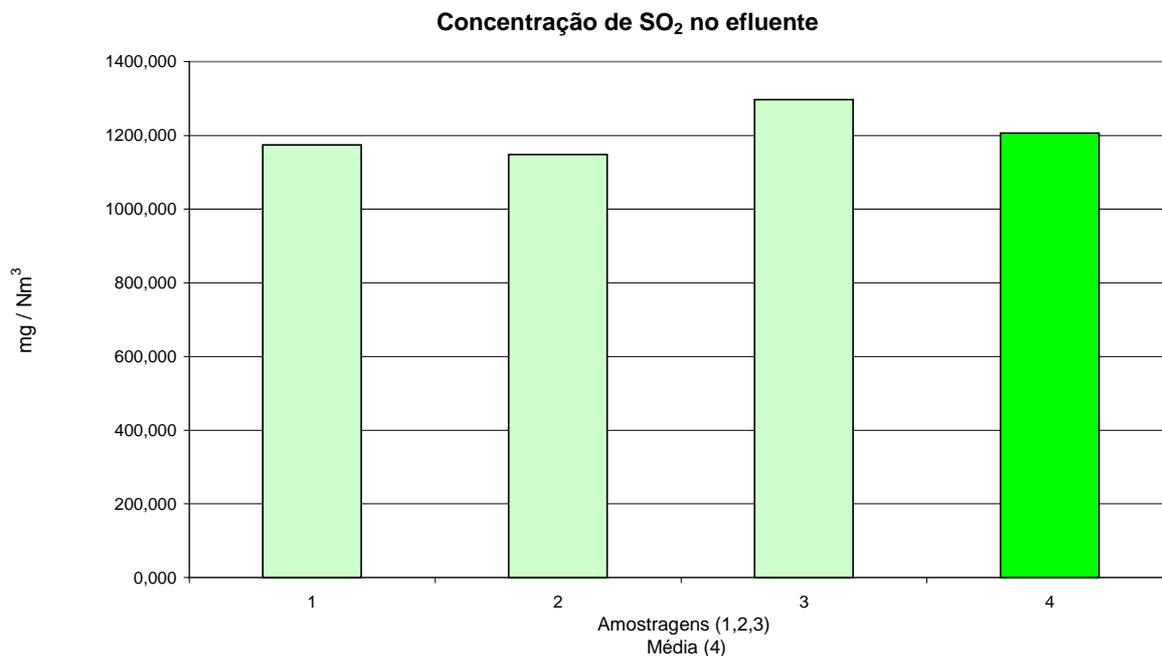
Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

Concentração de H₂SO₄ no efluente



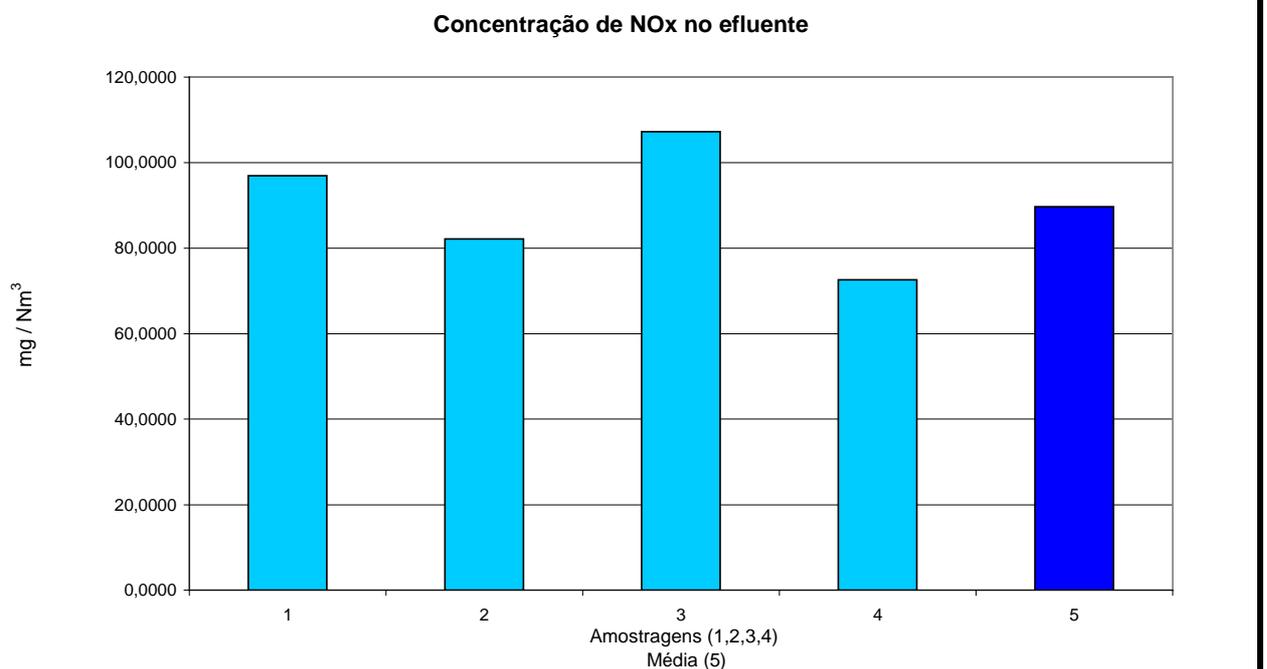
Taxa de emissão de H₂SO₄

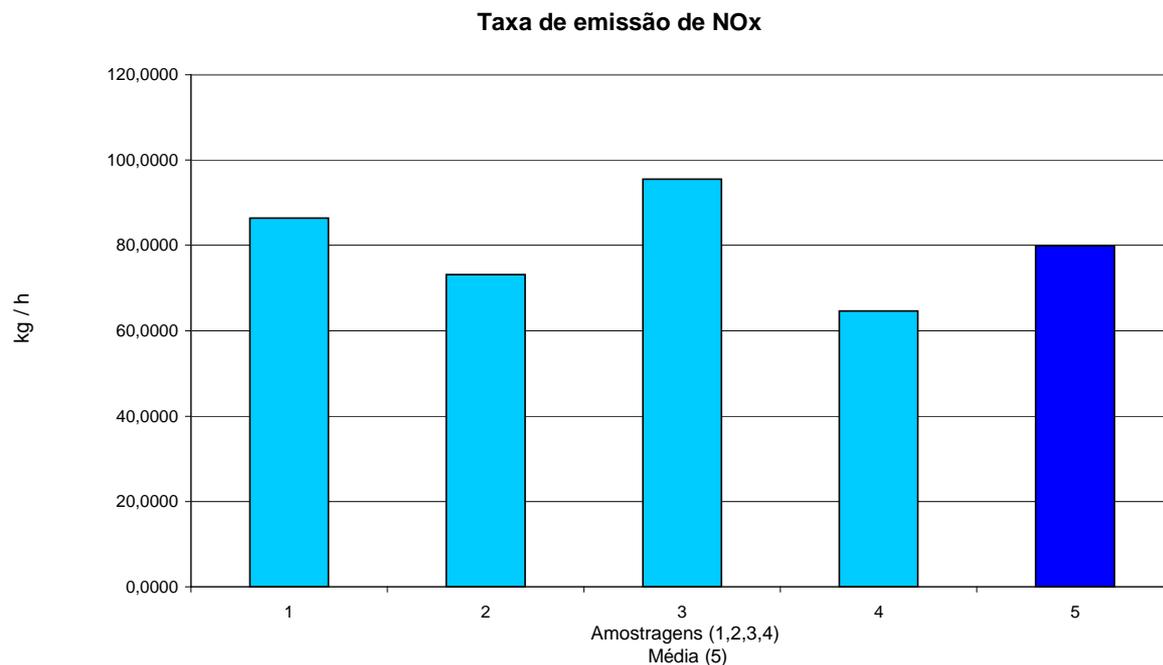




6.2. RESULTADOS DE NO_x

		Amostras				
		1	2	3	4	Média
Vazão média do efluente	Nm ³ / h	891086,4				
Concentração de NO _x no efluente	mg / Nm ³	96,9340	82,1544	107,1844	72,5846	89,7143
Taxa de emissão de NO _x	kg / h	86,3766	73,2067	95,5106	64,6791	79,9432





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

Rio Grande, 17 de abril de 2012.

FILIPPE B. TEIXEIRA
Eng. Químico
CRQ: 05303202

FABRÍCIO L. LOPES
Eng. Químico
CRQ: 05302015

PAULO EDUARDO CORREA
Eng. Químico
CRQ: 04354688

- 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

SAYBOLT / ISATEC

Av. Francisco Martins Bastos, 202
CEP 96202-710 – Rio Grande – RS
Tel: (53) 3035-9900
e-mail: sayboltrg.adm@concremat.com.br

ANEXOS

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

PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

EMPRESA			LOCAL			DATA		NUMERO	
CGTEE			Caldeira IV			04/04/12		1	
Amostragem de			Duto		Pressão Barométrica		Duração da amostragem		
MP	SOx		4,77 m		29,07 pol Hg		60 minutos		
Amostrador			K		Boquilha		FCM		Cp
Luiz Zolair			1,2		5 mm		1		0,862
PONTO	Tempo	Distância do ponto	ΔP	Pressão Estática	ΔH	Temperatura Medidor		Temperatura Chaminé	Medidor Gases
						Entrada	Saída		
	min	cm	mm H2O	mm H2O	mm H2O	°C	°C	°C	litros
1	5	21,0	30,00	-	36,00	22	21	156	181478,400
2	5	69,6	32,00	-20,00	38,40	23	22	156	-
3	5	141,2	32,00	-	38,40	24	23	156	-
4	5	335,8	34,00	-19,00	40,80	25	24	156	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	26	25	157	-
6	5	456,0	30,00	-20,00	36,00	27	26	157	182020,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	28,00	-	33,60	27	26	157	182020,800
2	5	69,6	32,00	-19,00	38,40	28	27	157	-
3	5	141,2	34,00	-	40,80	29	28	157	-
4	5	335,8	34,00	-19,00	40,80	30	29	156	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	31	30	156	-
6	5	456,0	28,00	-19,00	33,60	32	31	156	182569,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	31,500	-19,333	37,800	27,0	26,0	156,4	1091,400

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	11	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	24	°C	Temperatura no Gasometro entrada	21	°C
			Temperatura no Gasometro saída	21	°C

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

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 04/04/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

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 **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	680,71	684,90	4,19
2	200	H2O2 5%	755,38	789,41	34,03
3	200	H2O2 5%	734,92	742,29	7,37
4	-	Sílica	701,46	712,34	10,88
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2872,47	2928,94	56,47

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	10,9	-	-	10,9	32	3,5
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	9,1	-	-	9,1	44	4,0
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0906	g	de	MP	Certificado nº	232.825 / 232.834
51,53	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.828 / 232.835
1139,11	mg	de	SO2	Certificado nº	232.831 / 232.836

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	65	66,6921	67,1876	0,4955
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,4955

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 IV	DATA 04/04/12	NÚMERO 1
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 56,470	(R) Tc = 773,55	("Hg)Patm= 29,070	("H ₂ O)Pest= -0,761	(mm) Θb = 5,00
(R) Tm = 539,70	("H ₂ O)ΔH= 1,488	(ft ³) Vm = 38,542	Cp = 0,862	(m) ΘC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,892	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,113	(min) @ = 60	
(mg)MP = 586,100	(mg)H ₂ SO ₄ = 51,530	(mg)SO ₂ = 1139,105		

Pc = Pressão na chaminé	29,014	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,179	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	4,026	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,557	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	29,089		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	4711,001	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	23,932	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Θb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,74	%	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	1539597,124	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	885214,125	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,970	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	604,04	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	534,704	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	53,11	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	47,011	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1173,97	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1039,215	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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 04/04/12		NUMERO 2	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,07 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,2	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 14:15	Fim 15:20	
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	30,00	-	36,00	24	23	156	182582,000
2	5	69,6	32,00	-34,00	38,40	25	24	156	-
3	5	141,2	34,00	-	40,80	26	25	156	-
4	5	335,8	34,00	-36,00	40,80	27	26	155	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	28	27	155	-
6	5	456,0	30,00	-34,00	36,00	29	28	155	183136,200
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	30,00	-	36,00	29	28	155	183136,200
2	5	69,6	32,00	-34,00	38,40	30	29	155	-
3	5	141,2	34,00	-	40,80	31	30	155	-
4	5	335,8	34,00	-34,00	40,80	32	31	155	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	33	32	156	-
6	5	456,0	30,00	-34,00	36,00	34	33	156	183696,800
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	32,000	-34,333	38,400	29,0	28,0	155,4	1114,800

Monitoramentos

Monitoramentos						Identificação dos equipamentos		
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065	
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145	
Temperatura borbulhadores(°C)	11	12	12	14		Sonda Rígida	EA 026	

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem *

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan04

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

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 04/04/12	NÚMERO 2
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	705,36	709,39	4,03
2	200	H2O2 5%	775,90	808,26	32,36
3	200	H2O2 5%	680,26	687,25	6,99
4	-	Sílica	712,37	723,29	10,92
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2873,89	2928,19	54,30

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	11,0	-	-	11,0	32	3,5
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	9,0	-	-	9,0	44	4,0
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,88

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0730	g	de	MP	Certificado nº	232.826 / 232.834
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.829 / 232.835
1131,10	mg	de	SO2	Certificado nº	232.832 / 232.836

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	66	64,4814	64,9831	0,5017
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5017

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

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

ISATEC

EMPRESA	LOCAL	DATA	NÚMERO
CGTEE	Caldeira IV	04/04/12	2

(g) MH ₂ O =	54,300	(R) Tc =	771,75	("Hg)Patm=	29,070	("H ₂ O)Pest=	-1,352	(mm) Øb =	5,00
(R) Tm =	543,30	("H ₂ O)ΔH=	1,512	(ft ³) Vm =	39,368	Cp =	0,862	(m) ØC =	4,77
FCM =	1,00	Pms =	29,880	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} =	1,122	(min) @ =	60		
(mg)MP =	574,700	(mg)H ₂ SO ₄ =	0,000	(mg)SO ₂ =	1131,095				

Pc =	Pressão na chaminé	28,971	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm =	Pressão no medidor de gas	29,181	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc =	Volume agua nas condições de chaminé	3,868	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc =	Volume gases medido nas condições chaminé	56,329	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva =	Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,064		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu =	Peso molecular base úmida	29,117		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc =	Velocidade na chaminé	4744,910	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ =	Velocidade na chaminé	24,104	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab =	Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I =	Isocinetismo	90 < I < 110		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	1550678,804	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs =	Vazão do efluente nas condições normais, base seca	895497,319	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs =	Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,985	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP=	Concentração de Material Particulado no efluente	583,69	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP=	Taxa de Emissão de Material Particulado	522,694	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ =	Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	0,00	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	0,000	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ =	Concentração de SO ₂ no efluente	1148,79	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ =	Taxa de Emissão de SO ₂	1028,739	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

PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3

EMPRESA CGTEE			LOCAL Caldeira IV			DATA 04/04/12		NUMERO 3	
Amostragem de MP SOx			Duto 4,77 m		Pressão Barométrica 29,07 pol Hg		Duração da amostragem 60 minutos		
Amostrador Luiz Zolair			K 1,2	Boquilha 5 mm	FCM 1	Cp 0,862	Início 15:50	Fim 16:55	
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	30,00	-	36,00	26	25	155	183708,200
2	5	69,6	32,00	-34,00	38,40	27	26	155	-
3	5	141,2	32,00	-	38,40	28	27	155	-
4	5	335,8	34,00	-36,00	40,80	29	28	155	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	30	29	155	-
6	5	456,0	30,00	-34,00	36,00	31	30	154	184263,000
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	5	21,0	30,00	-	36,00	31	30	154	184263,000
2	5	69,6	32,00	-34,00	38,40	32	31	154	-
3	5	141,2	34,00	-	40,80	33	32	154	-
4	5	335,8	34,00	-34,00	40,80	34	33	154	-
5	5	407,4	32,00	-	38,40	35	34	155	-
6	5	456,0	30,00	-34,00	36,00	36	35	155	184824,600
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉDIA	60	-	31,833	-34,333	38,200	31,0	30,0	154,6	1116,400

Monitoramentos

				Identificação dos equipamentos			
Temperatura do Forno (°C)	-	-	-	-	-	Barômetro	EA 065
Temperatura Sonda Rígida (°C)	-	-	-	-	-	Cronômetro	EA 145
Temperatura borbulhadores(°C)	9	10	11	11		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 ESTACIONÁRIA **ISATEC**

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

EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 04/04/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

Verificação da Balança

Responsável **Alan Telles**

Identificação da Balança	EA 016	Peso Padrão	500 g
Identificação do Peso Padrão	-	Valor indicado na balança	499,9g < - <500,1 g

Borbulhadores

Responsável **Alan Telles**

Número dos Borbulhadores	Volume(mL)	Solução Absorvente	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
1	200	Álcool Isopropílico 80%	681,24	685,49	4,25
2	200	H2O2 5%	756,02	789,16	33,14
3	200	H2O2 5%	735,18	742,37	7,19
4	-	Sílica	715,39	726,40	11,01
5	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
TOTAL			2887,83	2943,42	55,59

Composição do Gases

Responsável **Alan Telles**

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

Componentes	AMOSTRAS				Peso Molecular	PM X %
	1°	2°	3°	MÉDIA		
O ₂	10,9	-	-	10,9	32	3,5
CO	0,0	-	-	0,0	28	0,0
CO ₂	9,1	-	-	9,1	44	4,0
N ₂	80,0	-	-	80,0	28	22,4
PESO MOLECULAR SECO = Pms =						29,89

Resultados dos Ensaio de Laboratório

Responsável **LABAN**

0,0728	g	de	MP	Certificado nº	232.827 / 232.834
0,00	mg	de	H2SO4	Certificado nº	232.830 / 232.835
1270,72	mg	de	SO2	Certificado nº	232.833 / 232.836

Resultados das Pesagens de Material Particulado

Responsável **Luiz Zolair**

Elemento Filtrante	N°	Tara (g)	Final (g)	Diferença (g)
Capsula	67	65,0172	65,5198	0,5026
Filtro	-	-	-	-
Ciclone	-	-	-	-
Total				0,5026

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

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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 04/04/12	NÚMERO 3
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------

(g) MH ₂ O = 55,590	(R) Tc = 770,25	("Hg)Patm= 29,070	("H ₂ O)Pest= -1,352	(mm) Øb = 5,00
(R) Tm = 546,90	("H ₂ O)ΔH= 1,504	(ft ³) Vm = 39,425	Cp = 0,862	(m) ØC = 4,77
FCM = 1,00	Pms = 29,892	("H ₂ O)ΔP ^{1/2} = 1,119	(min) @ = 60	
(mg)MP = 575,400	(mg)H ₂ SO ₄ = 0,000	(mg)SO ₂ = 1270,715		

Pc = Pressão na chaminé	28,971	"Hg	Pc = Patm + Pest / 13,6
Pm = Pressão no medidor de gas	29,181	"Hg	Pm = Patm + ΔH / 13,6
Vacc = Volume agua nas condições de chaminé	3,952	ft ³	Vacc = (MH ₂ O * Tc) / (374 * Pc)
Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé	55,928	ft ³	Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)
Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé	0,066		Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)
Pmu = Peso molecular base úmida	29,107		Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)
Vc = Velocidade na chaminé	4728,909	ft / min	Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] ^{1/2} * ΔP ^{1/2}
Vc ₁ = Velocidade na chaminé	24,023	m / s	Vc ₁ = Vc * 0,00508
Ab = Área da Boquilha	0,000211	ft ²	Ab = (Øb / 25,4) ² / 183,35
I = Isocinetismo 90 < I < 110	99,86	%	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	1545449,483	m ³ / h	Vaacc = Ac * Vc * 18,288
Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca	892547,614	Nm ³ / h	Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc
Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca	0,979	Nm ³	Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)
C MP= Concentração de Material Particulado no efluente	587,44	mg / Nm ³	C MP= MP / Vmcnbs
Te MP= Taxa de Emissão de Material Particulado	524,321	Kg / h	Te MP=(C MP * Vaecnbs) / 1000000
C H ₂ SO ₄ = Concentração de H ₂ SO ₄ no efluente	0,00	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	0,000	kg / h	Te H ₂ SO ₄ =(C H ₂ SO ₄ * Vaecnbs) / 1000000
C SO ₂ = Concentração de SO ₂ no efluente	1297,31	mg / Nm ³	C SO ₂ = SO ₂ / Vmcnbs
Te SO ₂ = Taxa de Emissão de SO ₂	1157,911	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



EMPRESA CGTEE	LOCAL Caldeira IV	DATA 04/04/12
-------------------------	-----------------------------	-------------------------

Responsável luiz Zolair

Identificação dos Equipamentos							
Vacuômetro	EA 133	Barômetro	EA 065	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	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL	Volume Absorvente (Va)	25 mL
Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais		Condições Iniciais	
Data	04/04/2012	Data	04/04/2012	Data	04/04/2012	Data	04/04/2012
Hora	17:20	Hora	17:25	Hora	15:30	Hora	17:35
Pressão Atmosférica inicial	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,4 mmHg	Pressão Atmosférica inicial	738,4 mmHg
Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg	Pressão inicial do Frasco	400 mmHg
Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,4 mmHg	Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)	338,4 mmHg
Temperatura inicial do Frasco	24 °C	Temperatura inicial do Frasco	24 °C	Temperatura inicial do Frasco	24 °C	Temperatura inicial do Frasco	24 °C
Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K	Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)	297 K
Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais		Condições Finais	
Data	05/04/2012	Data	05/04/2012	Data	05/04/2012	Data	05/04/2012
Hora	10:00	Hora	10:05	Hora	10:10	Hora	10:15
Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg	Pressão Atmosférica Final	759,7 mmHg
Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	10 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg	Pressão final do Frasco	5 mmHg
Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	749,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	749,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	754,7 mmHg	Pressão absoluta final do Frasco (Pf)	754,7 mmHg
Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C	Temperatura final do Frasco	22 °C
Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K	Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)	295 K
Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise		Resultados de Análise	
Massa Total de NOx (m _{NOx})	108,22 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	91,43 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	121,93 µg	Massa Total de NOx (m _{NOx})	81,76 µg
Cert Ensaio N°	232.837 / 232.841	Cert Ensaio N°	232.838 / 232.841	Cert Ensaio N°	232.839 / 232.841	Cert Ensaio N°	232.840 / 232.841
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)	1116,43 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1112,9 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1137,57 mL	Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)	1126,41 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})	96,934 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	82,154 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	107,184 mg/Nm ³	Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C _{NOx})	72,585 mg/Nm ³
Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx		Cálculo da Taxa de Emissão de NOx	
Vazão (V _{ae})	891086 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	891086 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	891086 Nm ³ /h	Vazão (V _{ae})	891086 Nm ³ /h
Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	86,377 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	73,207 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	95,511 Kg/h	Taxa de Emissão de NOx (T _{eNOx})	64,679 Kg/h

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

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

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

Limite de detecção do método: 1,32µg

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