

# RELATÓRIO DE ENSAIO

230.381 / 2011



## AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

**ISATEC**

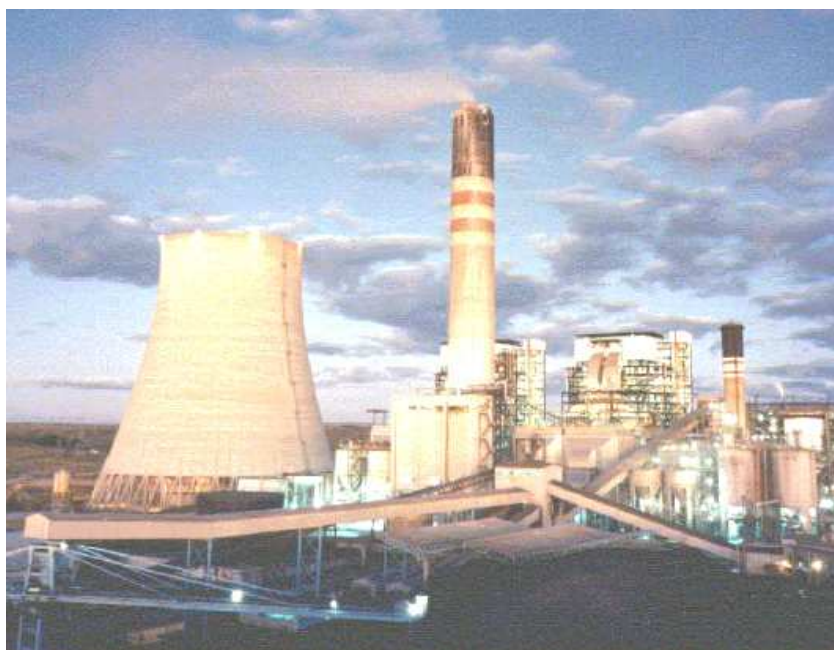
**EMPRESA:** CIA. GERAÇÃO TÉRMICA DE ENERGIA ELÉTRICA – CGTEE  
Candiota – RS

**PROCESSO:** Caldeira I com Turbogenerador II.

**DATA:** 27 de dezembro de 2011.

## Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 2011

### AMOSTRAGEM E DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NÉVOAS DE SO<sub>3</sub> E H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



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

Usina Presidente Medici  
Candiota – RS

**LOCAL:** Caldeira I com Turbogenerador II.

**DATA:** 27 de dezembro 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 230.381 / 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<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, névoas de SO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## 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<sub>2</sub> e névoas de SO<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> em DCFE  
CETESB – L9.228 – Jun / 92 # EPA – Method 8– Fev/2000 # NBR 12021 – Dez / 90
- Determinação de NO<sub>x</sub> 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 230.381 / 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 230.381 / 2011

### 6. RESULTADOS

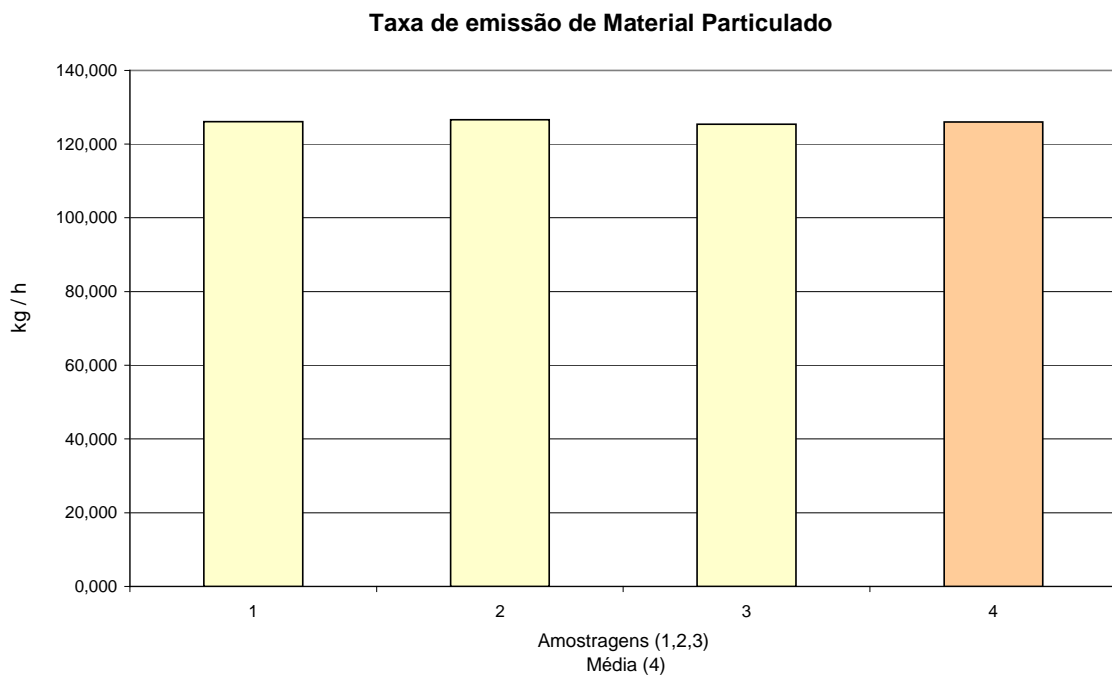
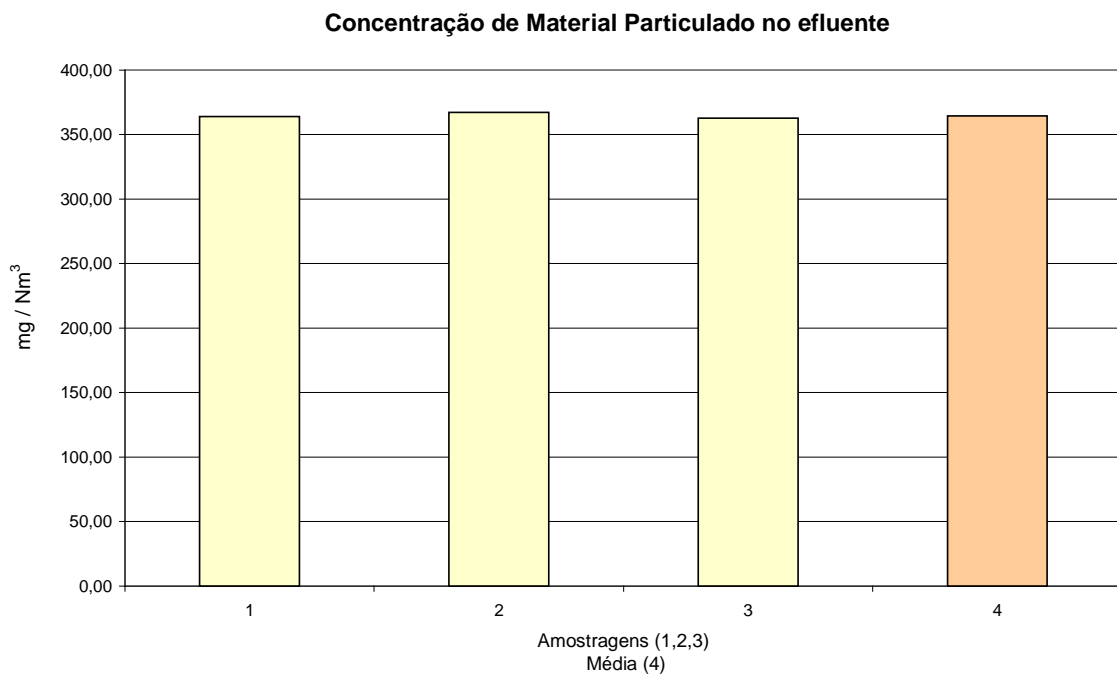
#### 6.1. RESULTADOS DE MATERIAL PARTICULADO E SO<sub>x</sub>

|  |                      | AMOSTRAS  |           |           |           |
|--|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  |                      | 1         | 2         | 3         | Média     |
| Dia da Amostragem  | d:m:a                | 27/12/11  | 27/12/11  | 27/12/11  | -         |
| Hora início da amostragem                                  | h:min                | 18:55     | 21:05     | 22:45     | -         |
| Hora de término da amostragem                              | h:min                | 20:03     | 22:10     | 23:50     | -         |
| Tempo de amostragem  | min                  | 60        | 60        | 60        | -         |
| Temperatura da chaminé                                     | °C                   | 122,3     | 123,3     | 123,5     | 123,0     |
| Pressão na chaminé   | "Hg                  | 29,15     | 29,15     | 29,16     | 29,15     |
| Pressão no medidor de gas                                  | "Hg                  | 29,36     | 29,36     | 29,36     | 29,36     |
| Volume agua nas condições de chaminé                       | ft <sup>3</sup>      | 2,79      | 2,90      | 2,90      | 2,86      |
| Volume gases medido nas condições chaminé                  | ft <sup>3</sup>      | 56,70     | 56,97     | 57,28     | 56,99     |
| Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                |                      | 0,047     | 0,048     | 0,048     | 0,048     |
| Peso molecular base úmida                                  |                      | 29,135    | 29,107    | 29,110    | 29,117    |
| Velocidade na chaminé                                      | ft / min             | 1653,17   | 1652,26   | 1657,23   | 1654,22   |
| Velocidade na chaminé                                      | m / s                | 8,40      | 8,39      | 8,42      | 8,40      |
| Área da Boquilha   | ft <sup>2</sup>      | 0,00061   | 0,00061   | 0,00061   | 0,00061   |
| Isocinetismo   | %                    | 98,21     | 98,88     | 99,08     | 98,72     |
| Área da Chaminé  | m <sup>2</sup>       | 17,8701   | 17,8701   | 17,8701   | 17,8701   |
| Vazão do efluente nas condições da chaminé                 | m <sup>3</sup> / h   | 540270,43 | 539974,80 | 541595,90 | 540613,71 |
| Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | Nm <sup>3</sup> / h  | 346512,23 | 345009,77 | 345921,03 | 345814,34 |
| Volume amostrado nas condições normais, base seca          | Nm <sup>3</sup>      | 1,0808    | 1,0835    | 1,0886    | 1,0843    |
| Concentração de Material Particulado no efluente           | mg / Nm <sup>3</sup> | 363,79    | 366,96    | 362,57    | 364,44    |
| Taxa de emissão de Material Particulado                    | kg / h               | 126,057   | 126,606   | 125,422   | 126,028   |
| Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente | mg / Nm <sup>3</sup> | 29,98     | 31,01     | 28,02     | 29,670    |
| Taxa de emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>          | kg / h               | 10,389    | 10,697    | 9,693     | 10,260    |
| Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente                | mg / Nm <sup>3</sup> | 743,06    | 851,70    | 813,51    | 802,76    |
| Taxa de emissão de SO <sub>2</sub>                         | kg / h               | 257,479   | 293,845   | 281,410   | 277,578   |

- 4 / 10 -

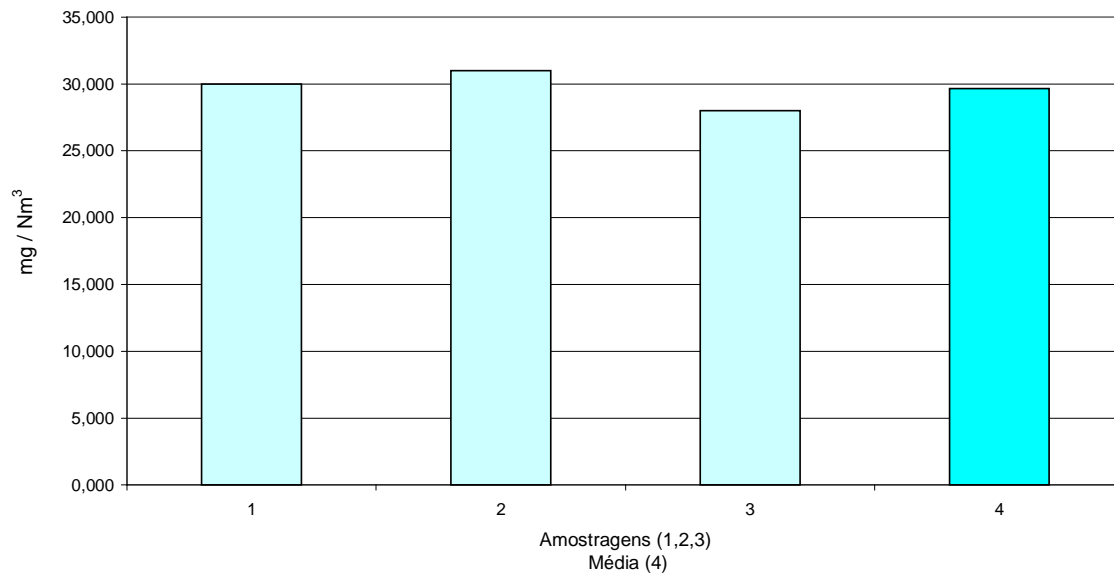
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTO TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

# Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 2011

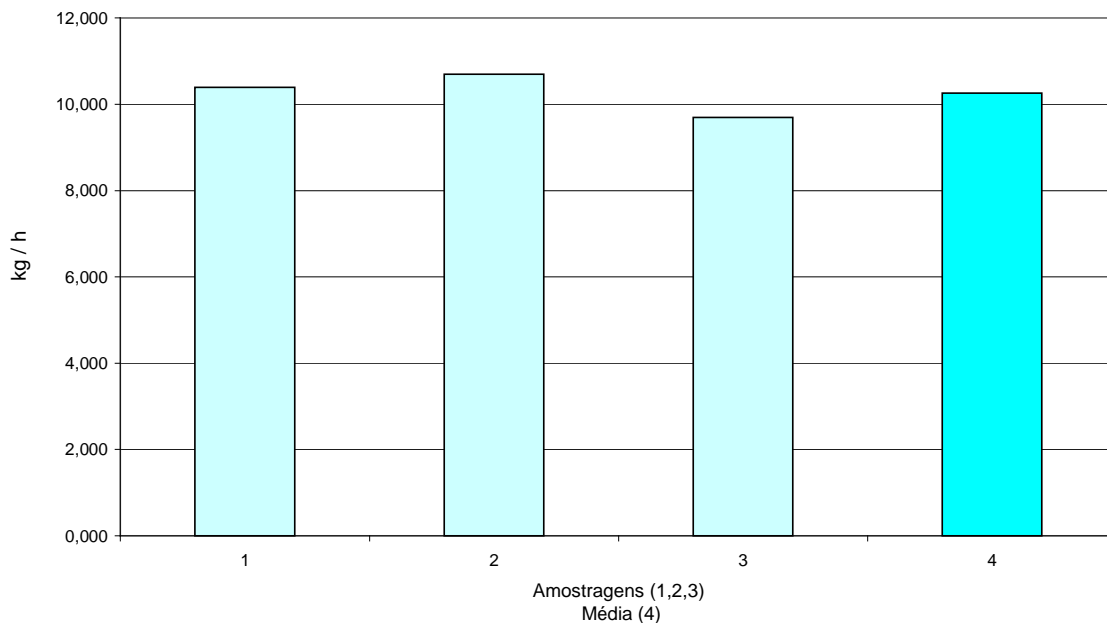


# Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 2011

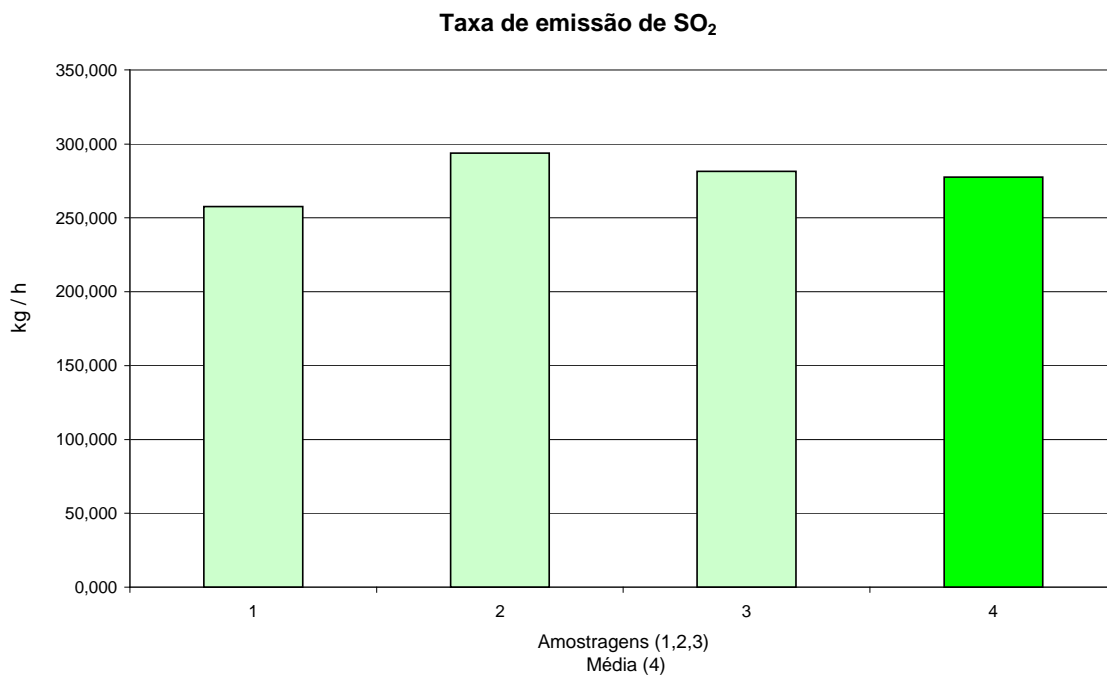
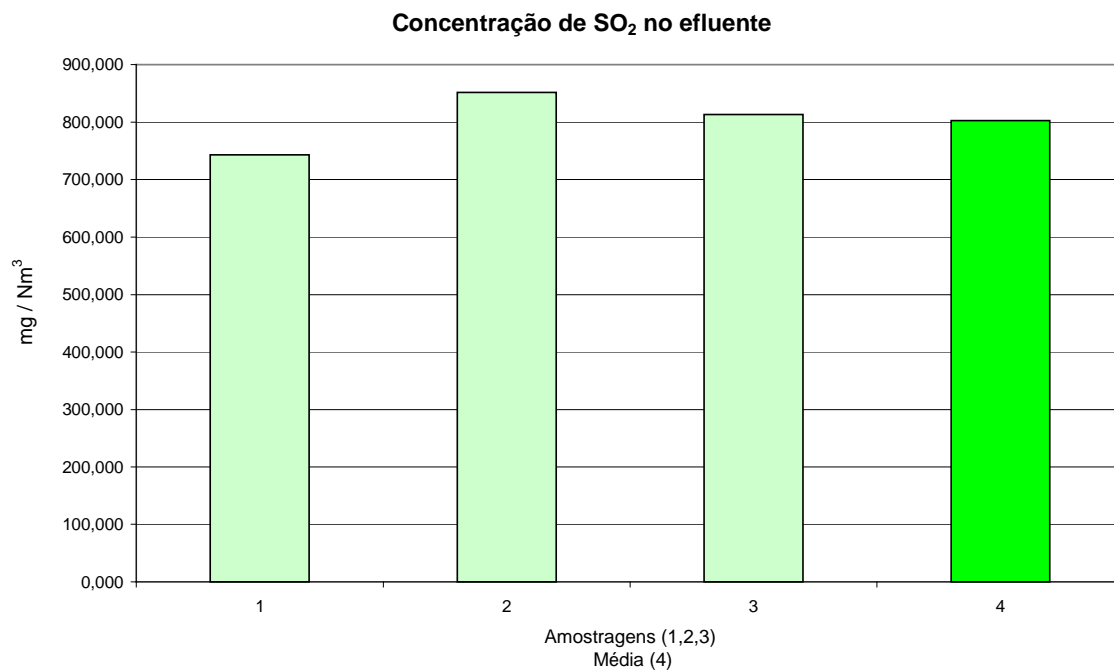
## Concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> no efluente



## Taxa de emissão de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



# Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 2011

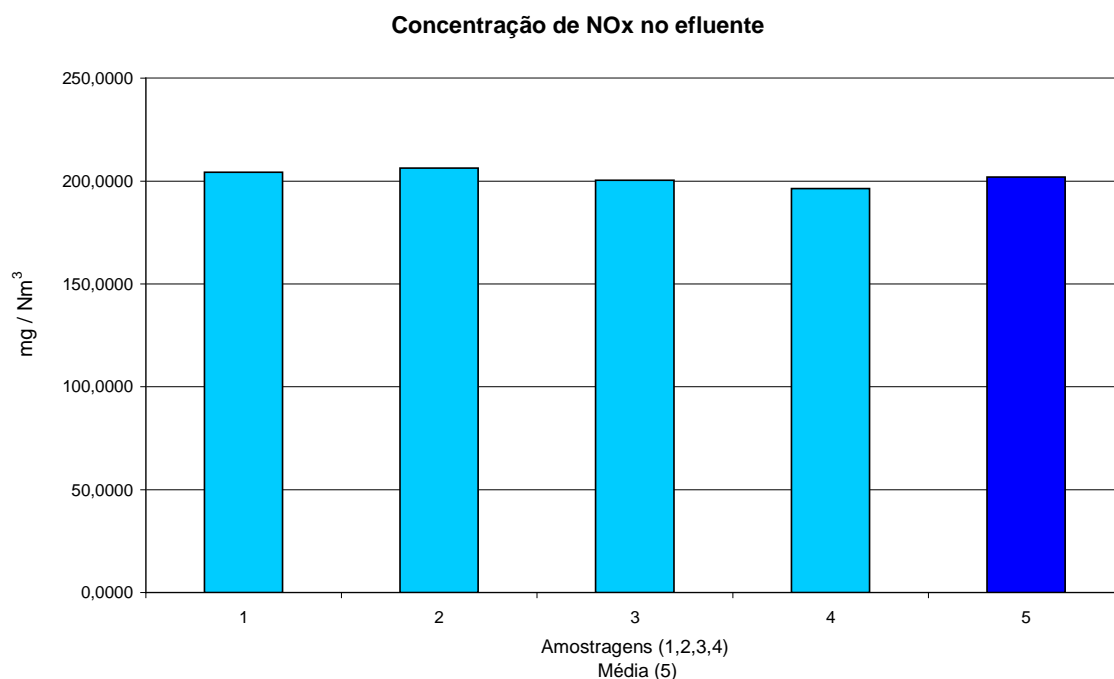




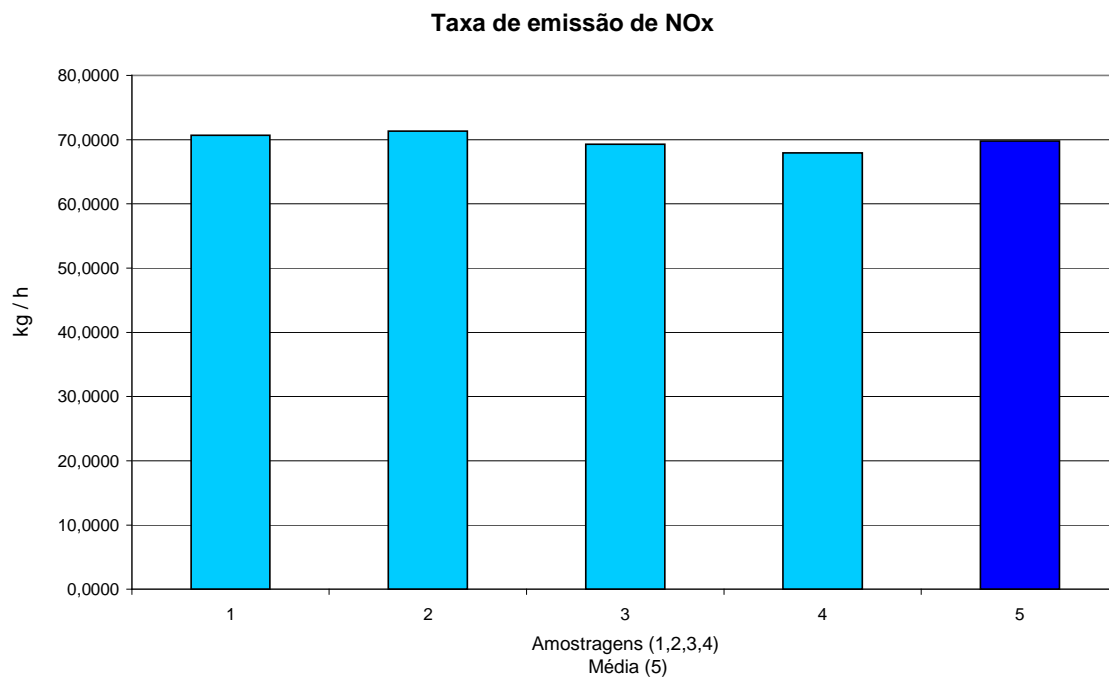
# Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 2011

## 6.2. RESULTADOS DE NO<sub>x</sub>

|   |                      | Amostras |          |          |          |          |
|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   |                      | 1        | 2        | 3        | 4        | Média    |
| Vazão média do efluente                     | Nm <sup>3</sup> / h  | 345814,3 |          |          |          |          |
| Concentração de NO <sub>x</sub> no efluente | mg / Nm <sup>3</sup> | 204,2900 | 206,2500 | 200,3600 | 196,4300 | 201,8325 |
| Taxa de emissão de NO <sub>x</sub>          | kg / h               | 70,6464  | 71,3242  | 69,2874  | 67,9283  | 69,7966  |



## Relatório de Ensaio N.º 230.381 / 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 230.381 / 2011**

**Rio Grande, 11 de janeiro de 2012.**

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 230.381 / 2011**

ANEXOS

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

## PLANILHA 1 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO - AMOSTRAGEM 1

| EMPRESA       |       |                    | LOCAL                |                  |                     | DATA                |                       | NUMERO              |               |  |
|---------------|-------|--------------------|----------------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------|--|
| CGTEE         |       |                    | Caldeira 1 - Chaminé |                  |                     | 27/12/11            |                       | 1                   |               |  |
| Amostragem de |       |                    | Duto                 |                  | Pressão Barométrica |                     | Duração da amostragem |                     |               |  |
| M.P           | SOx   |                    | 4,77 m               |                  | 29,22 pol Hg        |                     | 60 minutos            |                     |               |  |
| Amostrador    |       |                    | K                    |                  | Boquilha            |                     | FCM                   |                     | Cp            |  |
| Luiz Zolair   |       |                    | 11,2                 |                  | 8,5 mm              |                     | 1                     |                     | 0,852         |  |
| PONTO         | Tempo | Distância do ponto | $\Delta P$           | Pressão Estática | $\Delta H$          | Temperatura Medidor |                       | Temperatura Chaminé | Medidor Gases |  |
|               |       |                    |                      |                  |                     | Entrada             | Saída                 |                     |               |  |
|               | min   | cm                 | pol H2O              | pol H2O          | pol H2O             | °C                  | °C                    | °C                  | ft3           |  |
| 1             | 5     | 21,0               | 0,15                 | -                | 1,68                | 24                  | 21                    | 122                 | 358,820       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,16                 | -0,88            | 1,79                | 27                  | 23                    | 122                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,19                 | -                | 2,13                | 30                  | 24                    | 122                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,22                 | -0,91            | 2,46                | 32                  | 25                    | 122                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,16                 | -                | 1,79                | 34                  | 26                    | 122                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,15                 | -0,88            | 1,68                | 36                  | 27                    | 123                 | 380,280       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 1             | 5     | 21,0               | 0,14                 | -                | 1,57                | 35                  | 27                    | 123                 | 380,280       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,17                 | -0,89            | 1,90                | 37                  | 28                    | 123                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,20                 | -                | 2,24                | 38                  | 29                    | 123                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,21                 | -0,91            | 2,35                | 39                  | 30                    | 122                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,17                 | -                | 1,90                | 40                  | 31                    | 122                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,14                 | -0,89            | 1,57                | 41                  | 32                    | 122                 | 402,080       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| MÉDIA         | 60    | -                  | 0,172                | -0,893           | 1,923               | 34,4                | 26,9                  | 122,3               | 43,260        |  |

## Monitoramentos

| Monitoramentos                |   |   |   | Identificação dos equipamentos |   |              |        |
|-------------------------------|---|---|---|--------------------------------|---|--------------|--------|
| Temperatura do Forno (°C)     | - | - | - | -                              | - | Barômetro    | EA 074 |
| Temperatura Sonda Rígida (°C) | - | - | - | -                              | - | Cronômetro   | EA 135 |
| Temperatura borbulhadores(°C) | 8 | 8 | 9 | 9                              |   | 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 | 25 | °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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan01

|                  |        |
|------------------|--------|
| Coluna U         | EA 010 |
| Termopar Chaminé | EA 069 |
| Aparelho         | EA 001 |
| Pitot            | P 11   |
| Boquilha         | 8,5    |

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

|                         |                                      |                         |                    |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGTEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>27/12/11 | <b>NÚMERO</b><br>1 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|

**Verificação da Balança**

Responsável **Luiz Zolair**

|                              |        |                           |          |        |          |
|------------------------------|--------|---------------------------|----------|--------|----------|
| Identificação da Balança     | EA 015 | Peso Padrão               | 500 g    |        |          |
| Identificação do Peso Padrão | EA 073 | Valor indicado na balança | 499,9g < | 499,95 | <500,1 g |

**Borbulhadores**

Responsável **Luiz Zolair**

| Número dos Borbulhadores | Volume(mL) | Solução Absorvente      | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------------|------------|-------------------------|----------|-----------|---------------|
| 1                        | 200        | Alccol isopropilico 80% | 602,35   | 605,00    | 2,65          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 748,29   | 771,70    | 23,41         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 745,94   | 754,69    | 8,75          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 719,67   | 727,65    | 7,98          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2816,25  | 2859,04   | 42,79         |

**Composição do Gases**

Responsável **Luiz Zolair**

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

| Componentes                        | AMOSTRAS |    |    |       | Peso Molecular | PM X % |
|------------------------------------|----------|----|----|-------|----------------|--------|
|                                    | 1°       | 2° | 3° | MÉDIA |                |        |
| O <sub>2</sub>                     | 12,5     | -  | -  | 12,5  | 32             | 4,0    |
| CO                                 | 0,0      | -  | -  | 0,0   | 28             | 0,0    |
| CO <sub>2</sub>                    | 7,4      | -  | -  | 7,4   | 44             | 3,3    |
| N <sub>2</sub>                     | 80,1     | -  | -  | 80,1  | 28             | 22,4   |
| <b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b> |          |    |    |       |                | 29,68  |

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0241 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.381 / 230.403 |
| 32,41  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.384 / 230.404 |
| 803,13 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.387 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | N° | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 57 | 62,7723  | 63,1414   | 0,3691        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,3691        |

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**

|                         |                                      |                         |                    |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGTEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>27/12/11 | <b>NÚMERO</b><br>1 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|

|                                |   |  |                                 |                |
|--------------------------------|---|--|---------------------------------|----------------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = 42,790 | (R) Tc = 712,20                             | ("Hg)Patm= 29,220                            | ("H <sub>2</sub> O)Pest= -0,893 | (mm) Øb = 8,50 |
| (R) Tm = 547,20                | ("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,923                | (ft <sup>3</sup> ) Vm = 43,260               | Cp = 0,852                      | (m) ØC = 4,77  |
| FCM = 1,00                     | Pms = 29,684                                | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 0,413 | (min) @ = 60                    |                |
| (mg)M.P. = 393,200             | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 32,405 | (mg)SO <sub>2</sub> = 803,130                |                                 |                |

|   |            |                      |  |
|---|------------|----------------------|--|
| Pc = Pressão na chaminé   | 29,154     | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm = Pressão no medidor de gas  | 29,361     | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc = Volume agua nas condições de chaminé   | 2,795      | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé  | 56,704     | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé  | 0,047      |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu = Peso molecular base úmida   | 29,135     |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc = Velocidade na chaminé  | 1653,169   | ft / min             | Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>                  |
| Vc <sub>1</sub> = Velocidade na chaminé   | 8,398      | m / s                | Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508   |
| Ab = Área da Boquilha   | 0,000611   | ft <sup>2</sup>      | Ab = (Øb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35   |
| I = Isocinetismo 90 < I < 110   | 98,21      | %                    | I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100  |
| Ac = Área da Chaminé  | 17,8701    | m <sup>2</sup>       | Ac = Øc <sup>2</sup> * 0,7854  |
| Vaacc = Vazão do efluente nas condições da chaminé  | 540270,434 | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca                                  | 346512,228 | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc   |
| Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca                                    | 1,081      | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.= Concentração de M.P. no efluente  | 363,79     | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.  | 126,057    | Kg / h               | Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000  |
| C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente | 29,98      | mg / Nm <sup>3</sup> | C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs                 |
| Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>         | 10,389     | kg / h               | Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = (C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000 |
| C SO <sub>2</sub> = Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente                               | 743,06     | mg / Nm <sup>3</sup> | C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs   |
| Te SO <sub>2</sub> = Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>                                       | 257,479    | kg / h               | Te SO <sub>2</sub> = (C SO <sub>2</sub> * 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

ISATEC

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

| EMPRESA<br>CGTEE          |              |                             | LOCAL<br>Caldeira 1 - Chaminé |                                |                                     | DATA<br>27/12/11    |                                     | NUMERO<br>2                  |                         |
|---------------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Amostragem de<br>M.P SOx  |              |                             | Duto<br>4,77 m                |                                | Pressão Barométrica<br>29,22 pol Hg |                     | Duração da amostragem<br>60 minutos |                              |                         |
| Amostrador<br>Luiz Zolair |              |                             | K<br>11,2                     | Boquilha<br>8,5 mm             | FCM<br>1                            | Cp<br>0,852         | Início<br>21:05                     | Fim<br>22:10                 |                         |
| PONTO                     | Tempo<br>min | Distância<br>do ponto<br>cm | ΔP<br>pol H2O                 | Pressão<br>Estática<br>pol H2O | ΔH<br>pol H2O                       | Temperatura Medidor |                                     | Temperatura<br>Chaminé<br>°C | Medidor<br>Gases<br>ft3 |
|                           |              |                             |                               |                                |                                     | Entrada<br>°C       | Saída<br>°C                         |                              |                         |
| 1                         | 5            | 21,0                        | 0,15                          | -                              | 1,68                                | 27                  | 24                                  | 123                          | 402,710                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,16                          | -0,87                          | 1,79                                | 30                  | 25                                  | 123                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,19                          | -                              | 2,13                                | 32                  | 26                                  | 123                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,21                          | -0,90                          | 2,35                                | 34                  | 27                                  | 123                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,16                          | -                              | 1,79                                | 36                  | 28                                  | 123                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,15                          | -0,87                          | 1,68                                | 38                  | 29                                  | 123                          | 424,410                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 1                         | 5            | 21,0                        | 0,14                          | -                              | 1,57                                | 37                  | 29                                  | 123                          | 424,410                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,17                          | -0,88                          | 1,90                                | 39                  | 30                                  | 123                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,20                          | -                              | 2,24                                | 40                  | 31                                  | 123                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,21                          | -0,91                          | 2,35                                | 41                  | 32                                  | 124                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,17                          | -                              | 1,90                                | 42                  | 33                                  | 124                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,14                          | -0,88                          | 1,57                                | 43                  | 34                                  | 124                          | 446,380                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| MÉDIA                     | 60           | -                           | 0,171                         | -0,885                         | 1,913                               | 36,6                | 29,0                                | 123,3                        | 43,670                  |

Monitoramentos

| Identificação dos equipamentos |   |    |    |    |              |        |
|--------------------------------|---|----|----|----|--------------|--------|
| Temperatura do Forno (°C)      | - | -  | -  | -  | Barômetro    | EA 074 |
| Temperatura Sonda Rígida (°C)  | - | -  | -  | -  | Cronômetro   | EA 135 |
| Temperatura borbulhadores(°C)  | 9 | 10 | 11 | 12 | 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 ESTACIONÁRI **ISATEC**

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

|                         |                                      |                         |                    |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGTEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>27/12/11 | <b>NÚMERO</b><br>2 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|

**Verificação da Balança**

Responsável **Luiz Zolair**

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

**Borbulhadores**

Responsável **Luiz Zolair**

| Número dos Borbulhadores | Volume(mL) | Solução Absorvente      | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------------|------------|-------------------------|----------|-----------|---------------|
| 1                        | 200        | Alccol isopropilico 80% | 580,71   | 583,45    | 2,74          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 720,31   | 745,43    | 25,12         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 731,58   | 739,77    | 8,19          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 725,61   | 733,83    | 8,22          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2758,21  | 2802,48   | 44,27         |

**Composição do Gases**

Responsável **Luiz Zolair**

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

| Componentes                        | AMOSTRAS |    |    |       | Peso Molecular | PM X % |
|------------------------------------|----------|----|----|-------|----------------|--------|
|                                    | 1°       | 2° | 3° | MÉDIA |                |        |
| O <sub>2</sub>                     | 12,6     | -  | -  | 12,6  | 32             | 4,0    |
| CO                                 | 0,0      | -  | -  | 0,0   | 28             | 0,0    |
| CO <sub>2</sub>                    | 7,3      | -  | -  | 7,3   | 44             | 3,2    |
| N <sub>2</sub>                     | 80,1     | -  | -  | 80,1  | 28             | 22,4   |
| <b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b> |          |    |    |       |                | 29,67  |

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0245 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.382 / 230.403 |
| 33,60  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.385 / 230.404 |
| 922,81 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.388 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | N° | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 58 | 65,7281  | 66,1012   | 0,3731        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,3731        |

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

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

ISATEC

| EMPRESA | LOCAL                | DATA     | NÚMERO |
|---------|----------------------|----------|--------|
| CGTEE   | Caldeira 1 - Chaminé | 27/12/11 | 2      |

|                         |         |                                      |        |  |         |                          |        |           |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|--------|--|---------|--------------------------|--------|-----------|------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = | 44,270  | (R) Tc =                             | 713,85 | ("Hg)Patm=                             | 29,220  | ("H <sub>2</sub> O)Pest= | -0,885 | (mm) Θb = | 8,50 |
| (R) Tm =                | 551,03  | ("H <sub>2</sub> O)ΔH=               | 1,913  | (ft <sup>3</sup> ) Vm =                | 43,670  | Cp =                     | 0,852  | (m) ΘC =  | 4,77 |
| FCM =                   | 1,00    | Pms =                                | 29,672 | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = | 0,412   | (min) @ =                | 60     |           |      |
| (mg)M.P. =              | 397,600 | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | 33,595 | (mg)SO <sub>2</sub> =                  | 922,810 |                          |        |           |      |

|                                     |  |              |                      |  |
|-------------------------------------|--|--------------|----------------------|--|
| Pc =                                | Pressão na chaminé   | 29,155       | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm =                                | Pressão no medidor de gas                                  | 29,361       | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc =                              | Volume agua nas condições de chaminé                       | 2,898        | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc =                              | Volume gases medido nas condições chaminé                  | 56,974       | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva =                              | Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                | 0,048        |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu =                               | Peso molecular base úmida                                  | 29,107       |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc =                                | Velocidade na chaminé                                      | 1652,265     | ft / min             | Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>                  |
| Vc <sub>1</sub> =                   | Velocidade na chaminé                                      | 8,394        | m / s                | Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508   |
| Ab =                                | Área da Boquilha   | 0,000611     | ft <sup>2</sup>      | Ab = (Θb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35   |
| I =                                 | Isocinetismo   | 90 < I < 110 | %                    | I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100  |
| Ac =                                | Área da Chaminé  | 17,8701      | m <sup>2</sup>       | Ac = Θc <sup>2</sup> * 0,7854  |
| Vaacc =                             | Vazão do efluente nas condições da chaminé                 | 539974,797   | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs =                           | Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | 345009,765   | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc   |
| Vmcnbs =                            | Volume amostrado nas condições normais, base seca          | 1,083        | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.=                             | Concentração de M.P. no efluente                           | 366,96       | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.=                            | Taxa de Emissão de M.P.                                    | 126,606      | Kg / h               | Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000  |
| C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =  | Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente | 31,01        | mg / Nm <sup>3</sup> | C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs                 |
| Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>          | 10,697       | kg / h               | Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = (C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000 |
| C SO <sub>2</sub> =                 | Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente                | 851,70       | mg / Nm <sup>3</sup> | C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs   |
| Te SO <sub>2</sub> =                | Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>                         | 293,845      | kg / h               | Te SO <sub>2</sub> = (C SO <sub>2</sub> * 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       |       |                    | LOCAL                |                  |                     | DATA                |                       | NUMERO              |               |  |
|---------------|-------|--------------------|----------------------|------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------|--|
| CGTEE         |       |                    | Caldeira 1 - Chaminé |                  |                     | 27/12/11            |                       | 3                   |               |  |
| Amostragem de |       |                    | Duto                 |                  | Pressão Barométrica |                     | Duração da amostragem |                     |               |  |
| M.P           | SOx   |                    | 4,77 m               |                  | 29,22 pol Hg        |                     | 60 minutos            |                     |               |  |
| Amostrador    |       |                    | K                    |                  | Boquilha            |                     | FCM                   |                     | Cp            |  |
| Luiz Zolair   |       |                    | 11,2                 |                  | 8,5 mm              |                     | 1                     |                     | 0,852         |  |
| PONTO         | Tempo | Distância do ponto | ΔP                   | Pressão Estática | ΔH                  | Temperatura Medidor |                       | Temperatura Chaminé | Medidor Gases |  |
|               |       |                    |                      |                  |                     | Entrada             | Saída                 |                     |               |  |
|               | min   | cm                 | pol H2O              | pol H2O          | pol H2O             | °C                  | °C                    | °C                  | ft3           |  |
| 1             | 5     | 21,0               | 0,14                 | -                | 1,57                | 29                  | 26                    | 124                 | 446,930       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,17                 | -0,86            | 1,90                | 32                  | 27                    | 124                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,19                 | -                | 2,13                | 34                  | 28                    | 124                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,20                 | -0,90            | 2,24                | 36                  | 29                    | 124                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,17                 | -                | 1,90                | 38                  | 30                    | 124                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,14                 | -0,86            | 1,57                | 39                  | 31                    | 124                 | 468,850       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 1             | 5     | 21,0               | 0,15                 | -                | 1,68                | 38                  | 31                    | 124                 | 468,850       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,17                 | -0,87            | 1,90                | 40                  | 32                    | 124                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,20                 | -                | 2,24                | 41                  | 33                    | 123                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,21                 | -0,90            | 2,35                | 42                  | 34                    | 123                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,17                 | -                | 1,90                | 43                  | 35                    | 122                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,15                 | -0,87            | 1,68                | 44                  | 36                    | 122                 | 491,050       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| MÉDIA         | 60    | -                  | 0,172                | -0,877           | 1,923               | 38,0                | 31,0                  | 123,5               | 44,120        |  |

## Monitoramentos

| Identificação dos equipamentos |    |    |    |    |              |        |
|--------------------------------|----|----|----|----|--------------|--------|
| Temperatura do Forno (°C)      | -  | -  | -  | -  | Barômetro    | EA 074 |
| Temperatura Sonda Rígida (°C)  | -  | -  | -  | -  | Cronômetro   | EA 135 |
| Temperatura borbulhadores(°C)  | 10 | 11 | 12 | 13 | Sonda Rígida | EA 026 |

## Teste de Vazamento do trem

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

## Teste de Vazamento do Pitot

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

## Verificação da temperatura antes da amostragem \*

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan07

|                  |        |
|------------------|--------|
| Coluna U         | EA 010 |
| Termopar Chaminé | EA 069 |
| Aparelho         | EA 001 |
| Pitot            | P 11   |
| Boquilha         | 8,5    |

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

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

|                         |                                      |                         |                    |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGTEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>27/12/11 | <b>NÚMERO</b><br>3 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|

**Verificação da Balança**

Responsável **Luiz Zolair**

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

**Borbulhadores**

Responsável **Luiz Zolair**

| Número dos Borbulhadores | Volume(mL) | Solução Absorvente      | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------------|------------|-------------------------|----------|-----------|---------------|
| 1                        | 200        | Alccol isopropilico 80% | 600,35   | 603,06    | 2,71          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 748,18   | 772,99    | 24,81         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 747,91   | 756,74    | 8,83          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 715,85   | 723,75    | 7,90          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2812,29  | 2856,54   | 44,25         |

**Composição do Gases**

Responsável **Luiz Zolair**

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

| Componentes                        | AMOSTRAS |    |    |       | Peso Molecular | PM X % |
|------------------------------------|----------|----|----|-------|----------------|--------|
|                                    | 1º       | 2º | 3º | MÉDIA |                |        |
| O <sub>2</sub>                     | 12,6     | -  | -  | 12,6  | 32             | 4,0    |
| CO                                 | 0,0      | -  | -  | 0,0   | 28             | 0,0    |
| CO <sub>2</sub>                    | 7,3      | -  | -  | 7,3   | 44             | 3,2    |
| N <sub>2</sub>                     | 80,1     | -  | -  | 80,1  | 28             | 22,4   |
| <b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b> |          |    |    |       |                | 29,67  |

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0245 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.383 / 230.403 |
| 30,51  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.386 / 230.404 |
| 885,59 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.389 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | Nº | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 59 | 65,5542  | 65,9244   | 0,3702        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,3702        |

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

**ISATEC**

| EMPRESA | LOCAL                | DATA     | NÚMERO |
|---------|----------------------|----------|--------|
| CGTEE   | Caldeira 1 - Chaminé | 27/12/11 | 3      |

|                         |         |                                      |        |  |         |                          |        |           |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|--------|--|---------|--------------------------|--------|-----------|------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = | 44,250  | (R) Tc =                             | 714,30 | ("Hg)Patm=                             | 29,220  | ("H <sub>2</sub> O)Pest= | -0,877 | (mm) Øb = | 8,50 |
| (R) Tm =                | 554,10  | ("H <sub>2</sub> O)ΔH=               | 1,923  | (ft <sup>3</sup> ) Vm =                | 44,120  | Cp =                     | 0,852  | (m) ØC =  | 4,77 |
| FCM =                   | 1,00    | Pms =                                | 29,672 | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = | 0,413   | (min) @ =                | 60     |           |      |
| (mg)M.P. =              | 394,700 | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | 30,505 | (mg)SO <sub>2</sub> =                  | 885,590 |                          |        |           |      |

|                                     |  |              |                      |  |
|-------------------------------------|--|--------------|----------------------|--|
| Pc =                                | Pressão na chaminé   | 29,156       | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm =                                | Pressão no medidor de gas                                  | 29,361       | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc =                              | Volume agua nas condições de chaminé                       | 2,899        | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc =                              | Volume gases medido nas condições chaminé                  | 57,277       | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva =                              | Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                | 0,048        |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu =                               | Peso molecular base úmida                                  | 29,110       |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc =                                | Velocidade na chaminé                                      | 1657,225     | ft / min             | Vc = 5128,8 * Cp * [(Tc) / (Pc * Pmu)] <sup>1/2</sup> * ΔP <sup>1/2</sup>                  |
| Vc <sub>1</sub> =                   | Velocidade na chaminé                                      | 8,419        | m / s                | Vc <sub>1</sub> = Vc * 0,00508   |
| Ab =                                | Área da Boquilha   | 0,000611     | ft <sup>2</sup>      | Ab = (Øb / 25,4) <sup>2</sup> / 183,35   |
| I =                                 | Isocinetismo   | 90 < I < 110 | %                    | I = [(Vmcc + Vacc) / (@ * Ab * Vc)] * 100  |
| Ac =                                | Área da Chaminé  | 17,8701      | m <sup>2</sup>       | Ac = Øc <sup>2</sup> * 0,7854  |
| Vaacc =                             | Vazão do efluente nas condições da chaminé                 | 541595,903   | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs =                           | Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | 345921,031   | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc   |
| Vmcnbs =                            | Volume amostrado nas condições normais, base seca          | 1,089        | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.=                             | Concentração de M.P. no efluente                           | 362,57       | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.=                            | Taxa de Emissão de M.P.                                    | 125,422      | Kg / h               | Te M.P.= (C M.P. * Vaecnbs) / 1000000  |
| C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> =  | Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente | 28,02        | mg / Nm <sup>3</sup> | C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / Vmcnbs                 |
| Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | Taxa de Emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>          | 9,693        | kg / h               | Te H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = (C H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> * Vaecnbs) / 1000000 |
| C SO <sub>2</sub> =                 | Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente                | 813,51       | mg / Nm <sup>3</sup> | C SO <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub> / Vmcnbs   |
| Te SO <sub>2</sub> =                | Taxa de Emissão de SO <sub>2</sub>                         | 281,410      | kg / h               | Te SO <sub>2</sub> = (C SO <sub>2</sub> * 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**



|                         |                                      |                         |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGIEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>27/12/11 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|

Responsável Luiz Zolair

| Identificação dos Equipamentos |        |           |        |            |        |        |       |
|--------------------------------|--------|-----------|--------|------------|--------|--------|-------|
| Vacuômetro                     | EA 138 | Barômetro | EA 074 | Termômetro | 226222 | Pipeta | M 007 |

| Amostra 01   |                            | Amostra 02   |                            | Amostra 03   |                            | Amostra 04   |                            |
|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| Identificação do Frasco  | M 002                      | Identificação do Frasco  | M 003                      | Identificação do Frasco  | M 004                      | Identificação do Frasco  | EA 053                     |
| Volume do Frasco (Vf)  | 2213,9 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                      | Volume Absorvente (Va)   | 25 mL                      | Volume Absorvente (Va)   | 25 mL                      | Volume Absorvente (Va)   | 25 mL                      |
| Condições Iniciais   |                            | Condições Iniciais   |                            | Condições Iniciais   |                            | Condições Iniciais   |                            |
| Data   | 27/12/2011                 | Data   | 27/12/2011                 | Data   | 27/12/2011                 | Data   | 27/12/2011                 |
| Hora   | 18:20                      | Hora   | 18:25                      | Hora   | 18:30                      | Hora   | 18:35                      |
| Pressão Atmosférica inicial  | 742,2 mmHg                 | Pressão Atmosférica inicial  | 742,2 mmHg                 | Pressão Atmosférica inicial  | 742,2 mmHg                 | Pressão Atmosférica inicial  | 742,2 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)                                  | 342,2 mmHg                 | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 342,2 mmHg                 | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 342,2 mmHg                 | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 342,2 mmHg                 |
| Temperatura inicial do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 25 °C                      |
| Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 298 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 298 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 298 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 298 K                      |
| Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            |
| Data   | 28/12/2011                 | Data   | 28/12/2011                 | Data   | 28/12/2011                 | Data   | 28/12/2011                 |
| Hora   | 11:30                      | Hora   | 11:35                      | Hora   | 11:40                      | Hora   | 11:45                      |
| Pressão Atmosférica Final  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica Final  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica Final  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica Final  | 743 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)                                    | 733 mmHg                   | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 733 mmHg                   | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 738 mmHg                   | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 738 mmHg                   |
| Temperatura final do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 26 °C                      |
| Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 299 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 299 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 299 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 299 K                      |
| Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            |
| Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 209,328 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 213,296 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 209,189 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 207,303 µg                 |
| Cert Ensaio N°   | 230.390 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.391 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.392 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.393 / 230.410          |
| 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)                 | 1024,66 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1034,16 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1044,07 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1055,35 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 <sub>NOx</sub> ) | 204,290 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 206,250 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 200,360 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 196,430 mg/Nm <sup>3</sup> |
| 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 <sub>aecnbs</sub> )   | 345814 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )   | 345814 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )   | 345814 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (V <sub>aecnbs</sub> )   | 345814 Nm <sup>3</sup> /h  |
| Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )                              | 70,646 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )                              | 71,324 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )                              | 69,287 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (T <sub>eNOx</sub> )                              | 67,928 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