

# RELATÓRIO DE ENSAIO

230.394 / 2011



## AMOSTRAGEM DE CHAMINÉS

**ISATEC**

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

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

**DATA:** 28 de dezembro de 2011.

## Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 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:** 28 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 230.394 / 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 230.394 / 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 230.394 / 2011

### 6. RESULTADOS

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

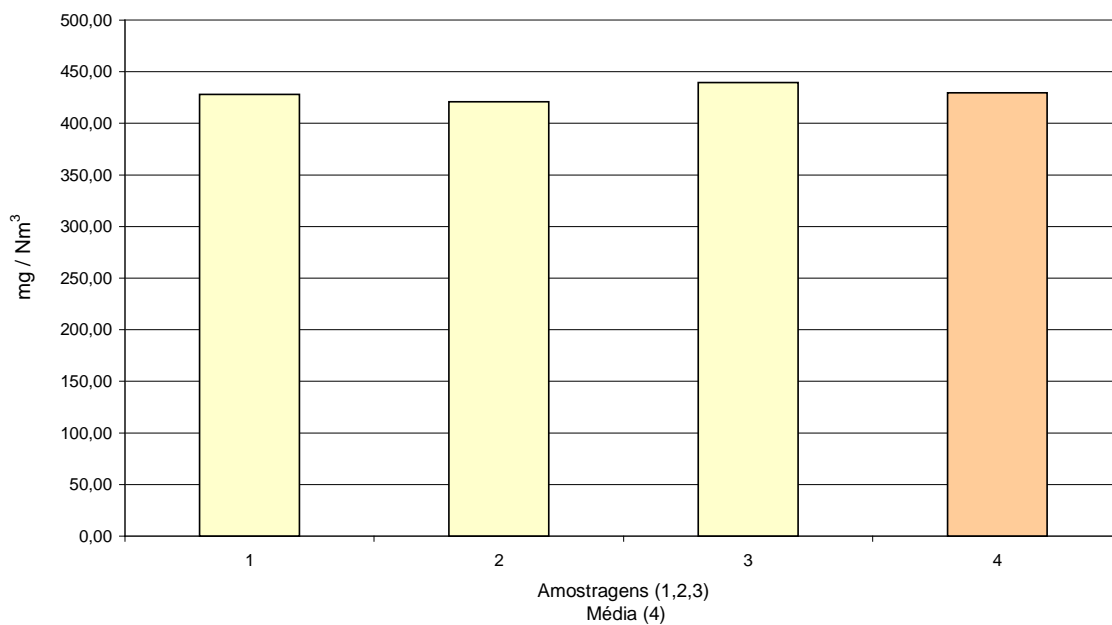
|  |                      | AMOSTRAS  |           |           |           |
|--|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  |                      | 1         | 2         | 3         | Média     |
| Dia da Amostragem  | d:m:a                | 28/12/11  | 28/12/11  | 28/12/11  | -         |
| Hora início da amostragem                                  | h:min                | 14:04     | 16:15     | 18:15     | -         |
| Hora de término da amostragem                              | h:min                | 15:10     | 17:20     | 19:20     | -         |
| Tempo de amostragem  | min                  | 60        | 60        | 60        | -         |
| Temperatura da chaminé                                     | °C                   | 125,3     | 125,8     | 125,7     | 125,6     |
| Pressão na chaminé   | "Hg                  | 29,18     | 29,18     | 29,21     | 29,19     |
| Pressão no medidor de gas                                  | "Hg                  | 29,37     | 29,37     | 29,37     | 29,37     |
| Volume agua nas condições de chaminé                       | ft <sup>3</sup>      | 2,89      | 2,92      | 2,93      | 2,91      |
| Volume gases medido nas condições chaminé                  | ft <sup>3</sup>      | 51,59     | 51,72     | 51,96     | 51,76     |
| Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                |                      | 0,053     | 0,053     | 0,053     | 0,053     |
| Peso molecular base úmida                                  |                      | 29,042    | 29,038    | 29,048    | 29,043    |
| Velocidade na chaminé                                      | ft / min             | 1497,45   | 1498,67   | 1506,99   | 1501,04   |
| Velocidade na chaminé                                      | m / s                | 7,61      | 7,61      | 7,66      | 7,63      |
| Área da Boquilha   | ft <sup>2</sup>      | 0,00061   | 0,00061   | 0,00061   | 0,00061   |
| Isocinetismo   | %                    | 99,27     | 99,49     | 99,40     | 99,38     |
| 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   | 489380,79 | 489779,95 | 492496,21 | 490552,32 |
| Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | Nm <sup>3</sup> / h  | 309922,23 | 309591,10 | 311661,77 | 310391,70 |
| Volume amostrado nas condições normais, base seca          | Nm <sup>3</sup>      | 0,9771    | 0,9782    | 0,9839    | 0,9798    |
| Concentração de Material Particulado no efluente           | mg / Nm <sup>3</sup> | 428,00    | 420,76    | 439,46    | 429,41    |
| Taxa de emissão de Material Particulado                    | kg / h               | 132,646   | 130,264   | 136,964   | 133,291   |
| Concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> no efluente | mg / Nm <sup>3</sup> | 30,00     | 31,66     | 29,79     | 30,487    |
| Taxa de emissão de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>          | kg / h               | 9,298     | 9,803     | 9,286     | 9,462     |
| Concentração de SO <sub>2</sub> no efluente                | mg / Nm <sup>3</sup> | 779,47    | 730,56    | 753,60    | 754,54    |
| Taxa de emissão de SO <sub>2</sub>                         | kg / h               | 241,576   | 226,173   | 234,869   | 234,206   |

- 4 / 10 -

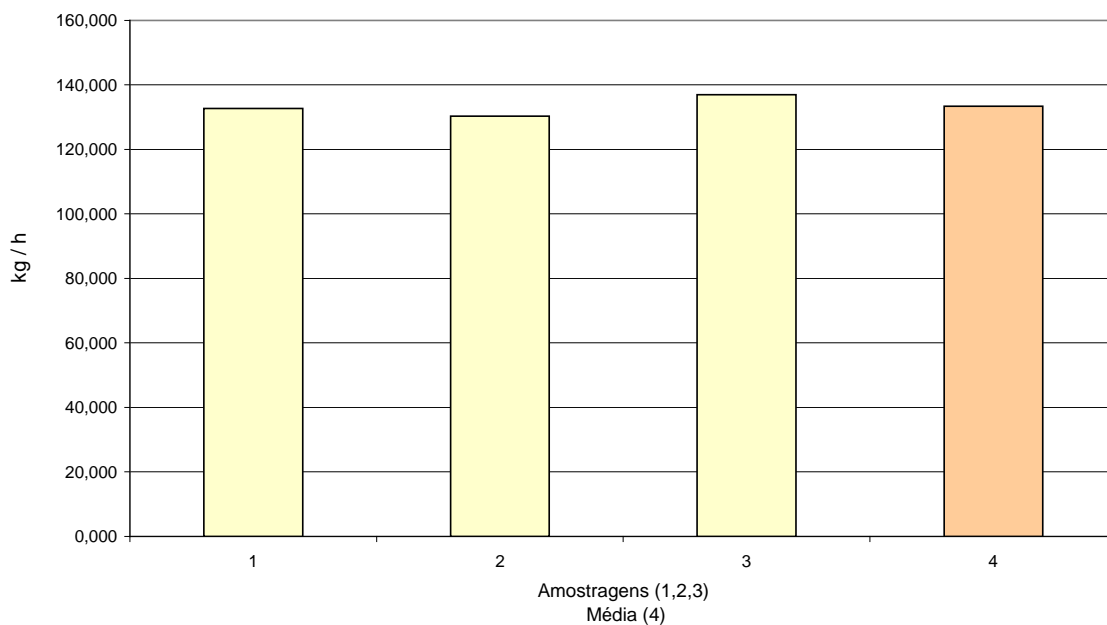
OS RESULTADOS DESTES DOCUMENTOS TEM SIGNIFICAÇÃO RESTRITA E SE APLICAM EXCLUSIVAMENTE A ESTA AMOSTRA. ESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER REPRODUZIDO NA SUA ÍNTEGRA. REPRODUÇÃO POR PARTES REQUER APROVAÇÃO ESCRITA DO LABORATÓRIO.

# Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 2011

### Concentração de Material Particulado no efluente

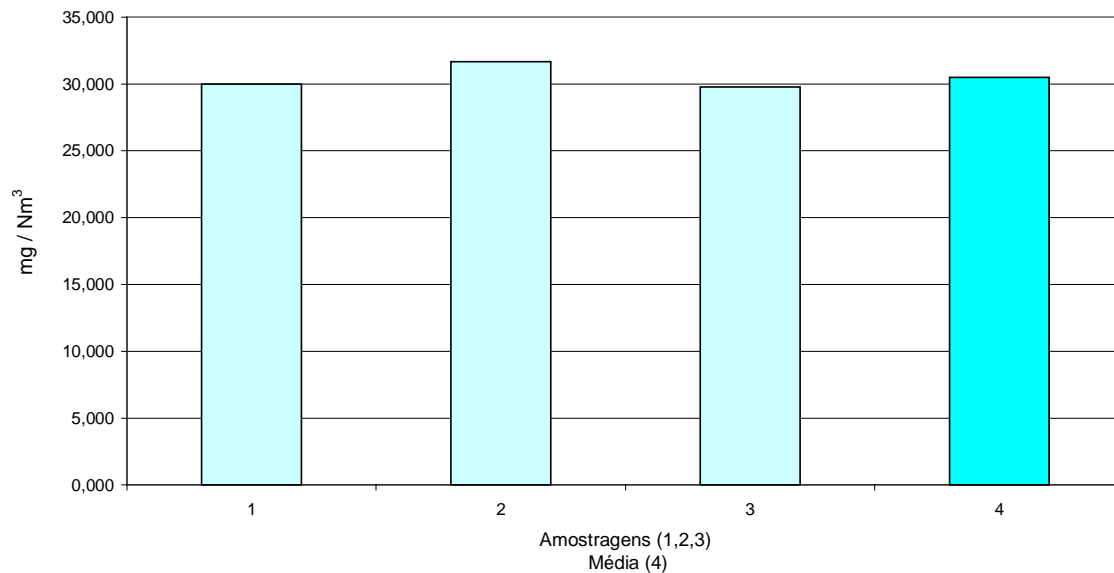


### Taxa de emissão de Material Particulado

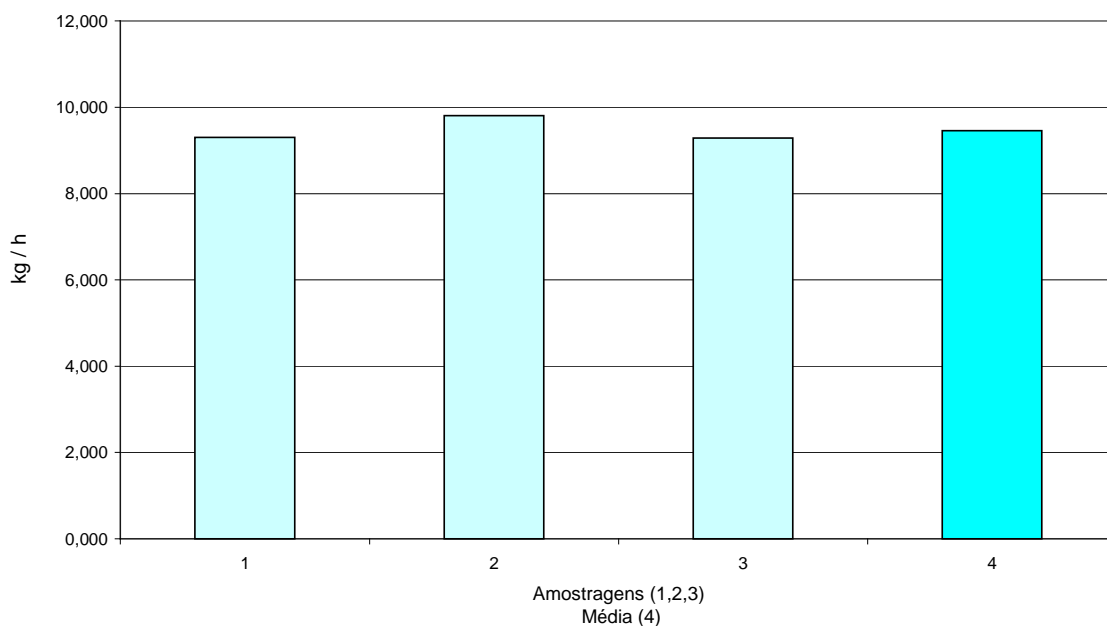


# Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 2011

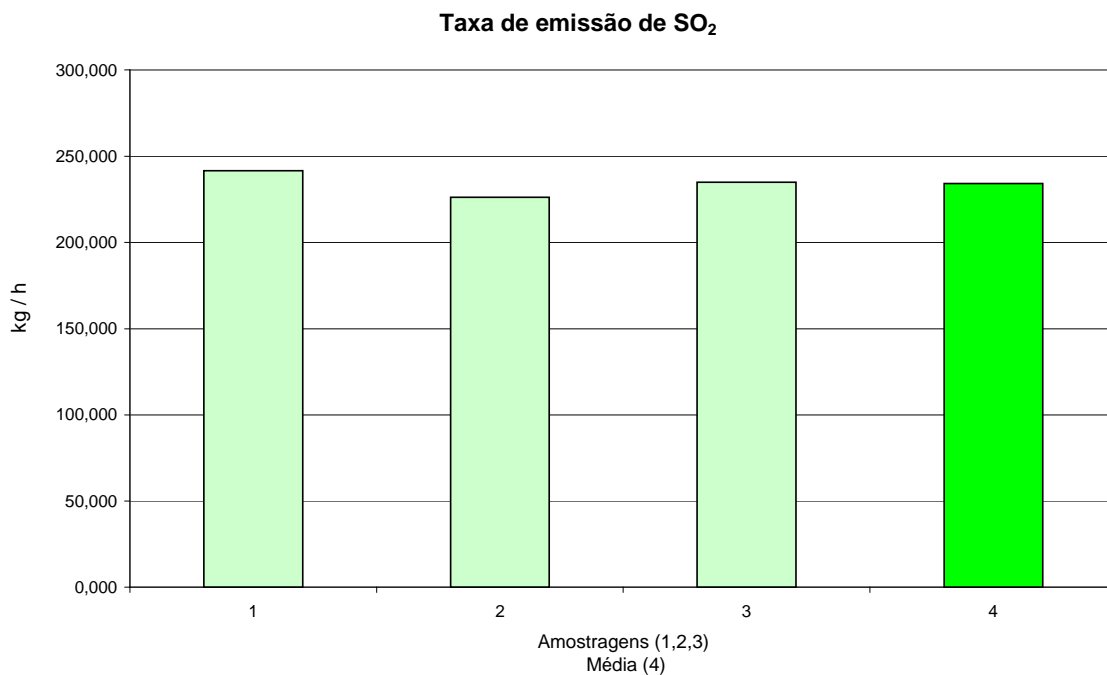
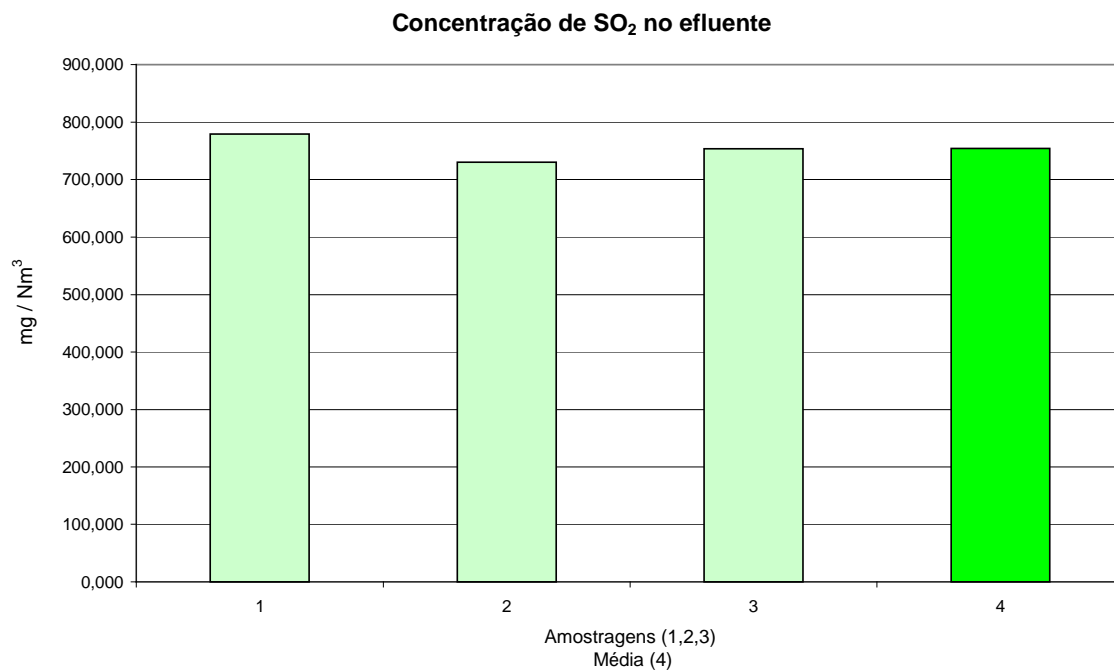
## Concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> no efluente



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



# Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 2011



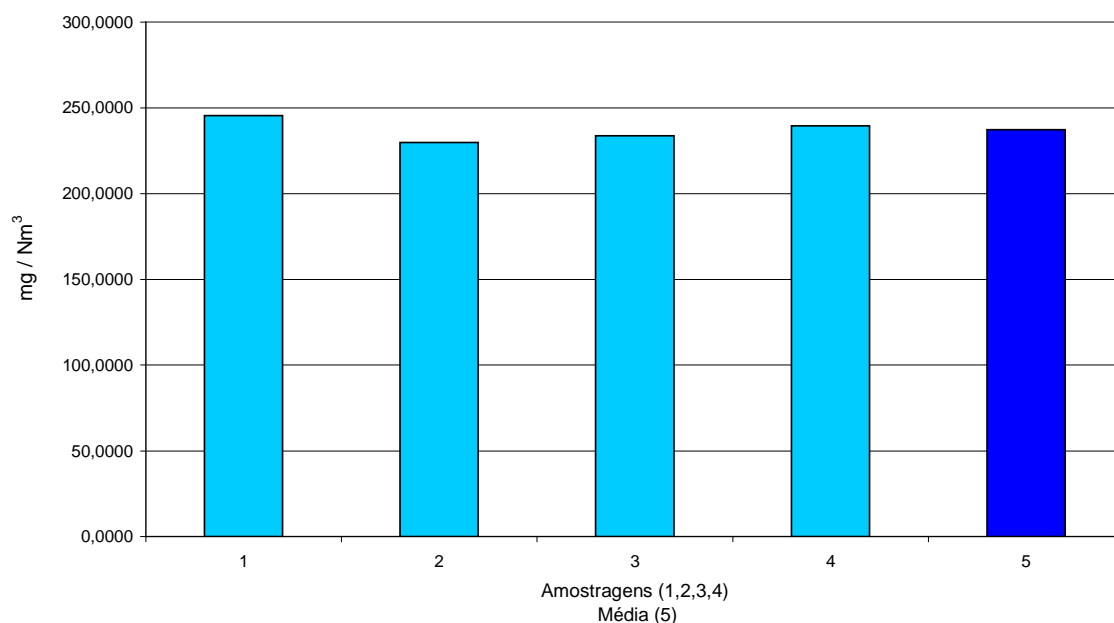


# Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 2011

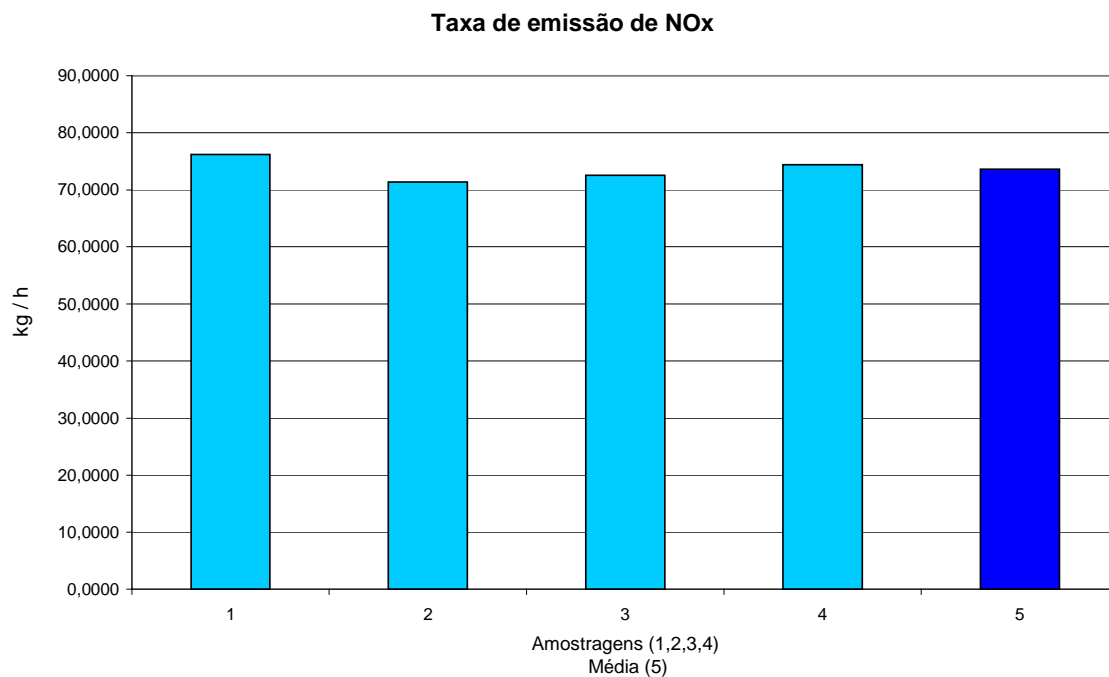
## 6.2. RESULTADOS DE NO<sub>x</sub>

|   |                      | Amostras |          |          |          |          |
|---|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   |                      | 1        | 2        | 3        | 4        | Média    |
| Vazão média do efluente                     | Nm <sup>3</sup> / h  | 310391,7 |          |          |          |          |
| Concentração de NO <sub>x</sub> no efluente | mg / Nm <sup>3</sup> | 245,5400 | 229,8200 | 233,7500 | 239,6400 | 237,1875 |
| Taxa de emissão de NO <sub>x</sub>          | kg / h               | 76,2136  | 71,3342  | 72,5541  | 74,3823  | 73,6210  |

Concentração de NO<sub>x</sub> no efluente



## Relatório de Ensaio N.º 230.394 / 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 230.394 / 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 230.394 / 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 |                  |                     | 28/12/11            |                       | 1                   |               |  |
| Amostragem de |       |                    | Duto                 |                  | Pressão Barométrica |                     | Duração da amostragem |                     |               |  |
| M.P           | SOx   |                    | 4,77 m               |                  | 29,25 pol Hg        |                     | 60 minutos            |                     |               |  |
| Amostrador    |       |                    | K                    |                  | Boquilha            |                     | FCM                   |                     | Cp            |  |
| Luiz Zolair   |       |                    | 11,5                 |                  | 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               | 0,12                 | -                | 1,38                | 25                  | 23                    | 125                 | 491,940       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,14                 | -0,90            | 1,61                | 28                  | 24                    | 125                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,15                 | -                | 1,73                | 30                  | 25                    | 125                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,16                 | -0,90            | 1,84                | 32                  | 26                    | 125                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,14                 | -                | 1,61                | 34                  | 27                    | 125                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,12                 | -0,90            | 1,38                | 36                  | 28                    | 125                 | 511,410       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 1             | 5     | 21,0               | 0,12                 | -                | 1,38                | 35                  | 28                    | 125                 | 511,410       |  |
| 2             | 5     | 69,6               | 0,14                 | -0,89            | 1,61                | 37                  | 29                    | 125                 | -             |  |
| 3             | 5     | 141,2              | 0,16                 | -                | 1,84                | 38                  | 30                    | 125                 | -             |  |
| 4             | 5     | 335,8              | 0,16                 | -0,91            | 1,84                | 39                  | 31                    | 126                 | -             |  |
| 5             | 5     | 407,4              | 0,14                 | -                | 1,61                | 40                  | 32                    | 126                 | -             |  |
| 6             | 5     | 456,0              | 0,12                 | -0,89            | 1,38                | 41                  | 33                    | 126                 | 531,120       |  |
| 7             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 8             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 9             | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 10            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 11            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| 12            | -     | -                  | -                    | -                | -                   | -                   | -                     | -                   | -             |  |
| MÉDIA         | 60    | -                  | 0,139                | -0,898           | 1,600               | 34,6                | 28,0                  | 125,3               | 39,180        |  |

## Monitoramentos

| Monitoramentos                |    |    |    |    |    | Identificação dos equipamentos |        |  |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|--------------------------------|--------|--|
| Temperatura do Forno (°C)     | -  | -  | -  | -  | -  | Barômetro                      | EA 074 |  |
| Temperatura Sonda Rígida (°C) | -  | -  | -  | -  | -  | Cronômetro                     | EA 135 |  |
| Temperatura borbulhadores(°C) | 10 | 10 | 10 | 10 | 12 | Sonda Rígida                   | EA 026 |  |
|                               |    |    |    |    |    | Coluna U                       | EA 010 |  |
|                               |    |    |    |    |    | Termopar Chaminé               | EA 069 |  |
|                               |    |    |    |    |    | Aparelho                       | EA 001 |  |
|                               |    |    |    |    |    | Pitot                          | P 11   |  |
|                               |    |    |    |    |    | Boquilha                       | 8,5    |  |

## Teste de Vazamento do trem

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

## Teste de Vazamento do Pitot

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

## Verificação da temperatura antes da amostragem \*

|                      |    |    |                                  |    |    |
|----------------------|----|----|----------------------------------|----|----|
| Temperatura Ambiente | 26 | °C | Temperatura no Gasometro entrada | 23 | °C |
|                      |    |    | Temperatura no Gasometro saída   | 23 | °C |

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan01

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

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

|                         |                                      |                         |                    |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGTEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>28/12/11 | <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 < | 499,92 | <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% | 600,83   | 603,84    | 3,01          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 749,26   | 775,41    | 26,15         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 743,38   | 750,11    | 6,73          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 710,62   | 718,65    | 8,03          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2804,09  | 2848,01   | 43,92         |

**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>                     | 12,7     | -  | -  | 12,7  | 32             | 4,1    |
| CO                                 | 0,0      | -  | -  | 0,0   | 28             | 0,0    |
| CO <sub>2</sub>                    | 7,2      | -  | -  | 7,2   | 44             | 3,2    |
| N <sub>2</sub>                     | 80,1     | -  | -  | 80,1  | 28             | 22,4   |
| <b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b> |          |    |    |       |                | 29,66  |

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0218 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.394 / 230.403 |
| 29,32  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.397 / 230.404 |
| 761,63 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.400 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | N° | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 60 | 67,3359  | 67,7323   | 0,3964        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,3964        |

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>28/12/11 | <b>NÚMERO</b><br>1 |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|

|                                |   |  |                                 |                |
|--------------------------------|---|--|---------------------------------|----------------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = 43,920 | (R) Tc = 717,45                             | ("Hg)Patm= 29,250                            | ("H <sub>2</sub> O)Pest= -0,898 | (mm) Θb = 8,50 |
| (R) Tm = 548,33                | ("H <sub>2</sub> O)ΔH= 1,600                | (ft <sup>3</sup> ) Vm = 39,180               | Cp = 0,852                      | (m) ΘC = 4,77  |
| FCM = 1,00                     | Pms = 29,660                                | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = 0,372 | (min) @ = 60                    |                |
| (mg)M.P. = 418,200             | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 29,315 | (mg)SO <sub>2</sub> = 761,630                |                                 |                |

|   |            |                      |  |
|---|------------|----------------------|--|
| Pc = Pressão na chaminé   | 29,184     | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm = Pressão no medidor de gas  | 29,368     | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc = Volume agua nas condições de chaminé   | 2,887      | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc = Volume gases medido nas condições chaminé  | 51,587     | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva = Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé  | 0,053      |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu = Peso molecular base úmida   | 29,042     |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc = Velocidade na chaminé  | 1497,452   | 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   | 7,607      | 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   | 99,27      | %                    | 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  | 489380,788 | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs = Vazão do efluente nas condições normais, base seca                                  | 309922,234 | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva)] * 16,44 / Tc   |
| Vmcnbs = Volume amostrado nas condições normais, base seca                                    | 0,977      | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.= Concentração de M.P. no efluente  | 428,00     | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.= Taxa de Emissão de M.P.  | 132,646    | 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 | 30,00      | 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>         | 9,298      | 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                               | 779,47     | 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>                                       | 241,576    | 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

PLANILHA 4 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 2

| EMPRESA<br>CGTEE          |              |                             | LOCAL<br>Caldeira 1 - Chaminé |                                |                                     | DATA<br>28/12/11    |                                     | NUMERO<br>2                  |                         |
|---------------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Amostragem de<br>M.P SOx  |              |                             | Duto<br>4,77 m                |                                | Pressão Barométrica<br>29,25 pol Hg |                     | Duração da amostragem<br>60 minutos |                              |                         |
| Amostrador<br>Luiz Zolair |              |                             | K<br>11,5                     | Boquilha<br>8,5 mm             | FCM<br>1                            | Cp<br>0,852         | Início<br>16:15                     | Fim<br>17:20                 |                         |
| 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                        | 0,12                          | -                              | 1,38                                | 28                  | 25                                  | 126                          | 531,690                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,14                          | -0,89                          | 1,61                                | 31                  | 26                                  | 126                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,16                          | -                              | 1,84                                | 33                  | 27                                  | 126                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,16                          | -0,92                          | 1,84                                | 35                  | 28                                  | 125                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,14                          | -                              | 1,61                                | 37                  | 29                                  | 125                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,12                          | -0,89                          | 1,38                                | 39                  | 30                                  | 126                          | 551,330                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 1                         | 5            | 21,0                        | 0,12                          | -                              | 1,38                                | 38                  | 30                                  | 126                          | 551,330                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,14                          | -0,90                          | 1,61                                | 39                  | 31                                  | 126                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,15                          | -                              | 1,73                                | 40                  | 32                                  | 126                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,16                          | -0,92                          | 1,84                                | 41                  | 33                                  | 126                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,14                          | -                              | 1,61                                | 42                  | 34                                  | 126                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,12                          | -0,90                          | 1,38                                | 43                  | 35                                  | 126                          | 571,210                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| MÉDIA                     | 60           | -                           | 0,139                         | -0,903                         | 1,600                               | 37,2                | 30,0                                | 125,8                        | 39,520                  |

Monitoramentos

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

Identificação dos equipamentos

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

Teste de Vazamento do trem

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

Teste de Vazamento do Pitot

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

Verificação da temperatura antes da amostragem \*

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

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

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

IST/ENAM -E-0004 Rev 02-Plan04



CÁLCULO DE AMOSTRAGENS DE EFLUENTES GASOSOS DE DUTOS E CHAMINÉS DE FONTES 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>28/12/11 | <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% | 582,01   | 584,95    | 2,94          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 719,49   | 746,20    | 26,71         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 730,62   | 737,00    | 6,38          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 714,81   | 723,09    | 8,28          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2746,93  | 2791,24   | 44,31         |

**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>                     | 12,7     | -  | -  | 12,7  | 32             | 4,1    |
| CO                                 | 0,0      | -  | -  | 0,0   | 28             | 0,0    |
| CO <sub>2</sub>                    | 7,2      | -  | -  | 7,2   | 44             | 3,2    |
| N <sub>2</sub>                     | 80,1     | -  | -  | 80,1  | 28             | 22,4   |
| <b>PESO MOLECULAR SECO = Pms =</b> |          |    |    |       |                | 29,66  |

**Resultados dos Ensaio de Laboratório**

Responsável **LABAN**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0199 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.395 / 230.403 |
| 30,98  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.398 / 230.404 |
| 714,65 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.401 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | N° | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 61 | 65,7374  | 66,1291   | 0,3917        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,3917        |

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 | 28/12/11 | 2      |

|                         |         |                                      |        |  |         |                          |        |           |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|--------|--|---------|--------------------------|--------|-----------|------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = | 44,310  | (R) Tc =                             | 718,50 | ("Hg)Patm=                             | 29,250  | ("H <sub>2</sub> O)Pest= | -0,903 | (mm) Øb = | 8,50 |
| (R) Tm =                | 552,45  | ("H <sub>2</sub> O)ΔH=               | 1,600  | (ft <sup>3</sup> ) Vm =                | 39,520  | Cp =                     | 0,852  | (m) ØC =  | 4,77 |
| FCM =                   | 1,00    | Pms =                                | 29,660 | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = | 0,372   | (min) @ =                | 60     |           |      |
| (mg)M.P. =              | 411,600 | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | 30,975 | (mg)SO <sub>2</sub> =                  | 714,650 |                          |        |           |      |

|                                     |  |              |                      |  |
|-------------------------------------|--|--------------|----------------------|--|
| Pc =                                | Pressão na chaminé   | 29,184       | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm =                                | Pressão no medidor de gas                                  | 29,368       | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc =                              | Volume agua nas condições de chaminé                       | 2,917        | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc =                              | Volume gases medido nas condições chaminé                  | 51,723       | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva =                              | Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                | 0,053        |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu =                               | Peso molecular base úmida                                  | 29,038       |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc =                                | Velocidade na chaminé                                      | 1498,674     | 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                                      | 7,613        | 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                 | 489779,953   | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs =                           | Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | 309591,099   | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc   |
| Vmcnbs =                            | Volume amostrado nas condições normais, base seca          | 0,978        | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.=                             | Concentração de M.P. no efluente                           | 420,76       | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.=                            | Taxa de Emissão de M.P.                                    | 130,264      | 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 | 31,66        | 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>          | 9,803        | 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                | 730,56       | 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>                         | 226,173      | 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 CHAMINÉ DE FONTES ESTACIONÁRIAS**  
**PLANILHA 7 - PLANILHA DE AMOSTRAGEM DE CAMPO AMOSTRAGEM 3**

| EMPRESA<br>CGTEE          |              |                             | LOCAL<br>Caldeira 1 - Chaminé |                                |                                     | DATA<br>28/12/11    |                                     | NUMERO<br>3                  |                         |
|---------------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Amostragem de<br>M.P SOx  |              |                             | Duto<br>4,77 m                |                                | Pressão Barométrica<br>29,25 pol Hg |                     | Duração da amostragem<br>60 minutos |                              |                         |
| Amostrador<br>Luiz Zolair |              |                             | K<br>11,5                     | Boquilha<br>8,5 mm             | FCM<br>1                            | Cp<br>0,852         | Início<br>18:15                     | Fim<br>19:20                 |                         |
| 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                        | 0,12                          | -                              | 1,38                                | 29                  | 26                                  | 126                          | 571,750                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,14                          | -0,89                          | 1,61                                | 32                  | 27                                  | 126                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,16                          | -                              | 1,84                                | 34                  | 28                                  | 126                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,16                          | -0,90                          | 1,84                                | 36                  | 29                                  | 126                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,14                          | -                              | 1,61                                | 38                  | 30                                  | 126                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,12                          | -0,89                          | 1,38                                | 39                  | 31                                  | 126                          | 591,550                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 1                         | 5            | 21,0                        | 0,13                          | -                              | 1,50                                | 38                  | 31                                  | 126                          | 591,550                 |
| 2                         | 5            | 69,6                        | 0,14                          | 0,90                           | 1,61                                | 39                  | 32                                  | 126                          | -                       |
| 3                         | 5            | 141,2                       | 0,15                          | -                              | 1,73                                | 40                  | 33                                  | 125                          | -                       |
| 4                         | 5            | 335,8                       | 0,16                          | -0,91                          | 1,84                                | 41                  | 34                                  | 125                          | -                       |
| 5                         | 5            | 407,4                       | 0,14                          | -                              | 1,61                                | 42                  | 35                                  | 125                          | -                       |
| 6                         | 5            | 456,0                       | 0,13                          | -0,90                          | 1,50                                | 43                  | 36                                  | 125                          | 611,590                 |
| 7                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 8                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 9                         | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 10                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 11                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| 12                        | -            | -                           | -                             | -                              | -                                   | -                   | -                                   | -                            | -                       |
| MÉDIA                     | 60           | -                           | 0,141                         | -0,598                         | 1,620                               | 37,6                | 31,0                                | 125,7                        | 39,840                  |

**Monitoramentos**

|                               |   |   |    |    |
|-------------------------------|---|---|----|----|
| Temperatura do Forno (°C)     | - | - | -  | -  |
| Temperatura Sonda Rígida (°C) | - | - | -  | -  |
| Temperatura borbulhadores(°C) | 9 | 9 | 10 | 10 |

**Identificação dos equipamentos**

|                  |        |
|------------------|--------|
| Barômetro        | EA 074 |
| Cronômetro       | EA 135 |
| Sonda Rígida     | EA 026 |
| Coluna U         | EA 010 |
| Termopar Chaminé | EA 069 |
| Aparelho         | EA 001 |
| Pitot            | P 11   |
| Boquilha         | 8,5    |

**Teste de Vazamento do trem**

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

**Teste de Vazamento do Pitot**

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

**Verificação da temperatura antes da amostragem \***

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

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

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>28/12/11 | <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% | 602,10   | 605,24    | 3,14          |
| 2                        | 200        | H2O2 5%                 | 750,33   | 776,27    | 25,94         |
| 3                        | 200        | H2O2 5%                 | 748,25   | 756,41    | 8,16          |
| 4                        | -          | Silica Gel              | 720,17   | 727,54    | 7,37          |
| 5                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 6                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 7                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| 8                        | -          | -                       | -        | -         | -             |
| <b>TOTAL</b>             |            |                         | 2820,85  | 2865,46   | 44,61         |

**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**

|        |    |    |       |                |                   |
|--------|----|----|-------|----------------|-------------------|
| 0,0199 | g  | de | M.P.  | Certificado nº | 230.396 / 230.403 |
| 29,32  | mg | de | H2SO4 | Certificado nº | 230.399 / 230.404 |
| 741,49 | mg | de | SO2   | Certificado nº | 230.402 / 230.405 |

**Resultados das Pesagens de Material Particulado**

Responsável **Luiz Zolair**

| Elemento Filtrante | N° | Tara (g) | Final (g) | Diferença (g) |
|--------------------|----|----------|-----------|---------------|
| Capsula            | 62 | 64,6902  | 65,1027   | 0,4125        |
| Filtro             | -  | -        | -         | -             |
| Ciclone            | -  | -        | -         | -             |
| <b>Total</b>       |    |          |           | 0,4125        |

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

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



| EMPRESA | LOCAL                | DATA     | NÚMERO |
|---------|----------------------|----------|--------|
| CGTEE   | Caldeira 1 - Chaminé | 28/12/11 | 3      |

|                         |         |                                      |        |  |         |                          |        |           |      |
|-------------------------|---------|--------------------------------------|--------|--|---------|--------------------------|--------|-----------|------|
| (g) MH <sub>2</sub> O = | 44,610  | (R) Tc =                             | 718,20 | ("Hg)Patm=                             | 29,250  | ("H <sub>2</sub> O)Pest= | -0,598 | (mm) Θb = | 8,50 |
| (R) Tm =                | 553,73  | ("H <sub>2</sub> O)ΔH=               | 1,620  | (ft <sup>3</sup> ) Vm =                | 39,840  | Cp =                     | 0,852  | (m) ΘC =  | 4,77 |
| FCM =                   | 1,00    | Pms =                                | 29,672 | ("H <sub>2</sub> O)ΔP <sup>1/2</sup> = | 0,375   | (min) @ =                | 60     |           |      |
| (mg)M.P. =              | 432,400 | (mg)H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = | 29,315 | (mg)SO <sub>2</sub> =                  | 741,490 |                          |        |           |      |

|                                     |  |              |                      |  |
|-------------------------------------|--|--------------|----------------------|--|
| Pc =                                | Pressão na chaminé   | 29,206       | "Hg                  | Pc = Patm + Pest / 13,6  |
| Pm =                                | Pressão no medidor de gas                                  | 29,369       | "Hg                  | Pm = Patm + ΔH / 13,6  |
| Vacc =                              | Volume agua nas condições de chaminé                       | 2,933        | ft <sup>3</sup>      | Vacc = (MH <sub>2</sub> O * Tc) / (374 * Pc)   |
| Vmcc =                              | Volume gases medido nas condições chaminé                  | 51,962       | ft <sup>3</sup>      | Vmcc = (Vm * Tc * Pm * FCM) / (Tm * Pc)  |
| Pvva =                              | Proporção vol. vapor'agua nos gases chaminé                | 0,053        |                      | Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)  |
| Pmu =                               | Peso molecular base úmida                                  | 29,048       |                      | Pmu = Pms * (1 - Pvva) + (18 * Pvva)   |
| Vc =                                | Velocidade na chaminé                                      | 1506,985     | 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                                      | 7,655        | 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                 | 492496,213   | m <sup>3</sup> / h   | Vaacc = Ac * Vc * 18,288   |
| Vaecnbs =                           | Vazão do efluente nas condições normais, base seca         | 311661,766   | Nm <sup>3</sup> / h  | Vaecnbs = [Vaacc * Pc * (1 - Pvva) * 16,44] / Tc   |
| Vmcnbs =                            | Volume amostrado nas condições normais, base seca          | 0,984        | Nm <sup>3</sup>      | Vmcnbs = (Vm * Pm * FCM) / (Tm * 2,1476)   |
| C M.P.=                             | Concentração de M.P. no efluente                           | 439,46       | mg / Nm <sup>3</sup> | C M.P.= M.P. / Vmcnbs  |
| Te M.P.=                            | Taxa de Emissão de M.P.                                    | 136,964      | 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 | 29,79        | 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>          | 9,286        | 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                | 753,60       | 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>                         | 234,869      | 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**

**ISATEC**

|                         |                                      |                          |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>EMPRESA</b><br>CGIEE | <b>LOCAL</b><br>Caldeira 1 - Chaminé | <b>DATA</b><br>28/12/111 |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|

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   | 28/12/111                  | Data   | 28/12/111                  | Data   | 28/12/111                  | Data   | 28/12/111                  |
| Hora   | 12:30                      | Hora   | 12:35                      | Hora   | 12:40                      | Hora   | 12:45                      |
| Pressão Atmosférica inicial  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica inicial  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica inicial  | 743 mmHg                   | Pressão Atmosférica inicial  | 743 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)                                  | 343 mmHg                   | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 343 mmHg                   | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 343 mmHg                   | Pressão absoluta inicial do Frasco (Pi)                                  | 343 mmHg                   |
| Temperatura inicial do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 26 °C                      | Temperatura inicial do Frasco  | 26 °C                      |
| Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 299 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 299 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 299 K                      | Temperatura absoluta inicial do Frasco (Ti)                              | 299 K                      |
| Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            | Condições Finais   |                            |
| Data   | 29/12/2011                 | Data   | 29/12/2011                 | Data   | 29/12/2011                 | Data   | 29/12/2011                 |
| Hora   | 09:00                      | Hora   | 09:05                      | Hora   | 09:10                      | Hora   | 09:15                      |
| Pressão Atmosférica Final  | 744,47 mmHg                | Pressão Atmosférica Final  | 744,47 mmHg                | Pressão Atmosférica Final  | 744,47 mmHg                | Pressão Atmosférica Final  | 744,47 mmHg                |
| Pressão final do Frasco  | 10 mmHg                    | Pressão final do Frasco  | 5 mmHg                     | Pressão final do Frasco  | 10 mmHg                    | Pressão final do Frasco  | 5 mmHg                     |
| Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 734,47 mmHg                | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 739,47 mmHg                | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 734,47 mmHg                | Pressão absoluta final do Frasco (Pf)                                    | 739,47 mmHg                |
| Temperatura final do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 25 °C                      | Temperatura final do Frasco  | 25 °C                      |
| Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 298 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 298 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 298 K                      | Temperatura absoluta final do Frasco (Tf)                                | 298 K                      |
| Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            | Resultados de Análise  |                            |
| Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 254,361 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 243,344 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 243,608 µg                 | Massa Total de NOx (m <sub>NOx</sub> )                                   | 255,66 µg                  |
| Cert Ensaio N°   | 230.406 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.407 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.408 / 230.410          | Cert Ensaio N°   | 230.409 / 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)                 | 1035,92 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1058,85 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1042,17 mL                 | Volume da amostra nas condições normais, base seca (Van)                 | 1066,85 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> ) | 245,540 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 229,820 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 233,750 mg/Nm <sup>3</sup> | Concentração de NOx nas condições normais, base seca (C <sub>NOx</sub> ) | 239,640 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 (Vaecnbs)  | 310392 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (Vaecnbs)  | 310392 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (Vaecnbs)  | 310392 Nm <sup>3</sup> /h  | Vazão (Vaecnbs)  | 310392 Nm <sup>3</sup> /h  |
| Taxa de Emissão de NOx (Te <sub>NOx</sub> )                              | 76,214 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (Te <sub>NOx</sub> )                              | 71,334 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (Te <sub>NOx</sub> )                              | 72,554 Kg/h                | Taxa de Emissão de NOx (Te <sub>NOx</sub> )                              | 74,382 Kg/h                |

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

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

$$Te_{NOx} = C_{NOx} * Vaecnbs * 10^{-6}$$

Limite de detecção do método: 1,32µg

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



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
**CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - 5ª REGIÃO**

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

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

**Nº 72994**

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

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

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

Porto Alegre, 14 de junho de 2011.

Visto: Julian Bobbarello

**MARISTELA MENDES DALMÁS**  
CHEFE DO DEPARTAMENTO