

## ESTUDO DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E INFORMATIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DA METROLOGIA LEGAL

*Rodrigo O. O. Oliveira*<sup>1</sup>, *Henrique A. Alves*<sup>2</sup>, *Daniele C. Soares*<sup>3</sup>, *Jacqueline S. Coriolano*<sup>4</sup>,  
<sup>1,2,3,4</sup>Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Normalização Industrial – INMETRO  
Diretoria de Metrologia Legal/ Gerência de Serviços Metrológicos

### 1. Resumo

Uma das grandes preocupações que qualquer laboratório, tanto na área de ensaio quanto calibração, é resposta para a seguinte pergunta: “será que a automação dos processos de calibração/ensaios realizados pelo meu laboratório é realmente a melhor solução, ou existe outra forma mais viável para dinamizar o processo”? Procurando responder esta e outras perguntas igualmente críticas, este estudo propõe uma série de procedimentos através de um estudo de caso – implantação de sistemas de informatização/automação dos laboratórios da Divisão de Metrologia nas Relações Comerciais (Dimer) – para verificar a viabilidade, ou não, desta ferramenta e comprovar a aplicabilidade deste recurso em detrimento de outros.

**Palavras-chaves:** *qualidade, automação e viabilidade*

### 2. Introdução

A Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML (Inmetro, 2000<sup>a</sup>, p.11) conceitua metrologia Legal como sendo “parte da metrologia que se refere as exigências legais, técnicas e administrativas, relativas às unidades de medidas, aos métodos de medição, aos instrumentos de medir e às medidas materializadas”. A Metrologia Legal tem como objetivo principal proteger o consumidor tratando das unidades de medida, métodos e instrumentos de medição, de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias. Como em todas as sociedades organizadas, o desenvolvimento tecnológico, econômico e social tem, também no Brasil, determinado a efetiva implantação do controle metrológico dos instrumentos de medição. Cobrindo inicialmente apenas as medições em transações comerciais, as atividades de metrologia legal vêm sendo estendidas, gradualmente, às demais áreas previstas na legislação.

Novos instrumentos de medição devem ter seu modelo aprovado pelo Inmetro, que examina, ensaia e verifica se o mesmo está adequado para a sua finalidade.

Em vista disso, surge uma preocupação: com a demanda cada vez maior de modelos para a aprovação (tanto em

diversidade como em quantidade) faz-se necessária uma maior dinamização nos processos de apreciação de modelos afim de que se diminua o tempo desta apreciação técnica. Desta forma este processo se otimizaria e a nova abordagem tornar-se-ia mais proativa balizada em ações preventivas.

Para tanto, um estudo de viabilidade para a implantação de sistemas de automação e informatização dos laboratórios da metrologia legal está sendo realizado para comprovar a aplicabilidade deste recurso em detrimento de outros, com base na melhor relação custo/benefício.

### 2. Objetivo

O objetivo deste estudo é verificar a viabilidade de automação/informatização dos laboratórios da Metrologia Legal.

### 3. Metodologia

Inicialmente, foi aplicada na Divisão de Metrologia nas Relações Comerciais (Dimer) e será propagada para todos os laboratórios da Dimel, constatada a sua eficácia e eficiência.

Através de fluxograma abaixo [1], o processo de apreciação de modelos de balanças foi mapeado e analisado de forma a identificar os possíveis pontos críticos.<sup>1</sup>

Realizou-se uma série de *Brainstormings* para detecção dos Micro Problemas, ou seja: os que contribuem para o aparecimento do *Macro Problema*: “excesso de trabalho dos técnicos da Dimer”.

No 1º *Brainstorming* foi elaborado um *Diagrama de Causa e Efeito* onde foram detectadas as principais causas do problema

---

<sup>1</sup> Foram feitos também fluxogramas de todos os ensaios realizados pela Dimer, porém, como não é o escopo deste trabalho, não estão aqui descritos.

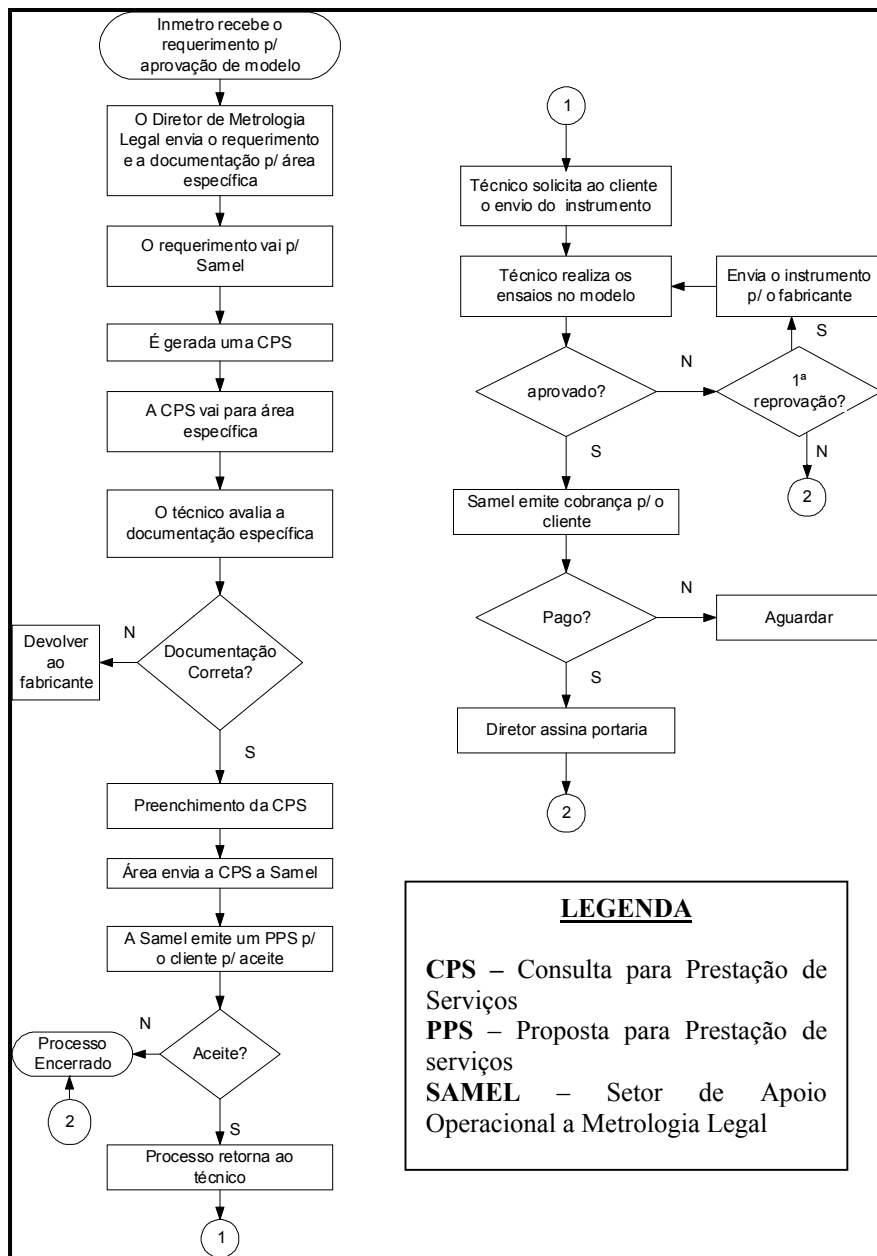
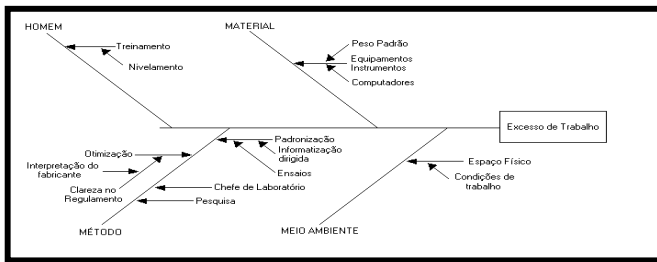
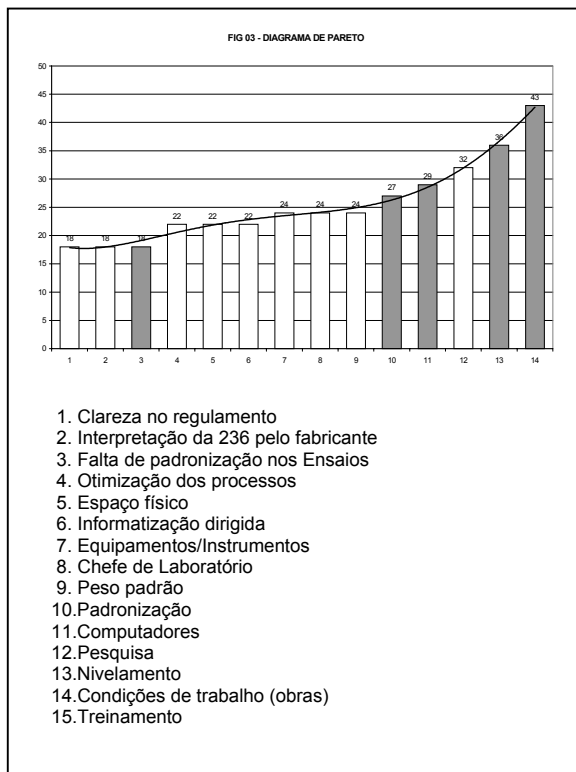


Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos de Avaliação Técnica de Modelo (ATM)



**Figura 2 –Diagrama de Causa Efeito**

No 2º *Brainstorming* foram ordenados os Micro Problemas encontrados e elencados (discriminados na figura abaixo) aqueles que sanados resolveriam de forma direta ou indireta os demais micro problemas. Como podemos ver, foram eleitos 5 micro problemas chave.



**Figura 3 – Diagrama de Pareto**

Após os Brainstormings, foi feita uma reunião de análise crítica entre os membros do GT – Automação, onde foram apontados os principais “Micro Problemas” responsáveis pelo “Macro

Problema” – excesso de trabalho. São eles, a saber:

- ❖ Falta de treinamento
- ❖ Falta de um chefe de laboratório
- ❖ Falta de Pesquisa
- ❖ Falta de pesos padrão
- ❖ Falta de padronização nos processos de ATM
- ❖ Falta de otimização dos processos

- ❖ Falta de Nivelamento
- ❖ Falta de Informatização Dirigida
- ❖ Falta de Espaço Físico
- ❖ Falta de Equipamentos e Instrumentos
- ❖ Falta de Condições de trabalho
- ❖ Falta de Computadores
- ❖ Falta de Padronização nos Ensaios
- ❖ Falta de Clareza no regulamento (236)
- ❖ Interpretação equivocada da 236 pelo Fabricante

Dentre estes 15 “Micro problemas”, os membros, assim como os técnicos, levantaram os seguintes pontos:

1. **Treinamento em número insuficiente** – a informatização/automação obrigatoriamente deve ser precedida de treinamento, o que reduziria ou eliminaria este problema.
2. **Número insuficiente de pesquisa e desenvolvimento** – com a aquisição e tratamento de dados dos ensaios automatizados/informatizados, deverá haver uma redução no tempo de apreciação técnica de modelo (ATM), o que reverter-se-ia em desenvolvimento e pesquisa, já que a demanda por aprovação é finita \*
3. **Falta de padronização no processo** – Uma vez implantada a informatização/automação no processo de ATM, naturalmente haverá uma padronização, visto que a maioria das atividades pode ser pré programada e disposta de forma que uma ação, obrigatoriamente, deva ser precedida por outra pré determinada
4. **Falta de otimização dos processos** – um caminho natural quando se implanta um sistema de informatização/automação. Em tese, o computador poderia definir qual é a seqüência de ensaios mas adequada para melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (tempo, pessoal, etc.)
5. **Desnivelamento** – com o treinamento exigido para a informatização/automação, o nivelamento torna-se uma consequência natural no processo
6. **Falta de uma informatização dirigida** – impacto direto neste ponto, a implantação do sistema simplesmente extinguirá este micro problema.
7. **Falta de padronização nos ensaios** – da mesma forma que no item 3 – este ponto seria um dos mais atingidos. A norma 236, em alguns pontos, não é totalmente clara no que diz respeito a algumas ações específicas em ensaios. Esta característica, denota a norma, sob alguns aspectos, o rótulo de ambígua, permitindo, interpretações diferentes para um mesmo problema, em situações especiais. Com um sistema de informatização/automação, a forma de aquisição de dados, o tempo, os cálculos, só para citar alguns pontos, serão padronizados e, em primeira instância fornecerão o

status do ensaio (apto, não apto), deixando a cargo do técnico apenas a confirmação ou não do resultado

8. **Número insuficiente de equipamentos e instrumentos** – O nível de automação proposta contempla sistemas que permitirão a diminuição dos tipos de equipamentos utilizados pelos técnicos (multímetros, cronômetros, etc.)
9. **Interpretação equivocada da portaria 236 por parte dos Técnicos** – como dito no item 7, com a informatização, a decisão, em primeira instância, será sempre do programa, cabendo ao técnico ratificá-la ou não, o que reduziria, em princípio, consideravelmente esta questão, uma vez que o programa será feito com a participação direta de todos os técnicos.

Após esta discussão, foi verificado que mais de 50% dos “Micro problemas” poderiam ser solucionados com a implantação do sistema. E mais, dos outros problemas apontados, a grande maioria seria solucionada em tempo hábil, ou não dependia diretamente das pessoas envolvidas para sua solução. São eles:

1. **Ausência de um chefe de laboratório** – A estrutura de cargos DAS (chefia) não prevê a figura do chefe de laboratório, sendo necessária uma reestruturação do regimento interno e ciência e aprovação de níveis mais altos na cadeia de comando do serviço público federal (ministro do MDIC e Presidente da República)\*
2. **Número insuficiente de massas padrão** - Na data da reunião de análise crítica, o chefe da divisão já os havia providenciado e estava apenas aguardando a liberação dos mesmos.
3. **Espaço físico insuficiente**– Isto foi causado pela obra para troca dos condicionadores de ar nos laboratórios e salas, assim como dos pisos dos corredores, o que inviabilizou a utilização dos laboratórios. Como a obra tem um prazo limite para seu término, este problema, a curto prazo, será solucionado.
4. **Falta de Condições de trabalho** – Também gerado pela obra, este problema tem tempo de duração curto.
5. **Número insuficiente de computadores** – A entrada de novos servidores a partir de março de 2002 gerou este problema. O processo de aquisição de computadores é moroso e depende de fatores externos que vão da liberação de verbas até a ampliação dos pontos de rede. De acordo com informações fornecidas pela direção, o processo já encontra-se em fase adiantada e a chegada de novos micros será apenas uma questão de tempo (liberação pela alfândega é um dos fatores)
6. **Interpretação equivocada da portaria 236 por parte dos fabricantes**- Este “Micro problema” , de acordo

com os técnicos, passa obrigatoriamente pela revisão da norma. Esforços neste sentido já estão sendo feitos e foi decidido no último Brainstorming realizado no setor (contramedidas a serem tomadas) que esta revisão será feita na primeira quinzena de março de 2003, em encontro promovido pelo próprio setor.

Após o terceiro Brainstorming, um novo *Diagrama de Pareto* foi gerado com as “Micro Soluções” sugeridas pelos técnicos da divisão, com a ciência da chefia de divisão. A forma encontrada para que as contribuições geradas pelas “ Micro Soluções” gerassem a “Macro Solução” – automação de laboratório

- foi uma análise crítica abordando os seguintes questionamentos:

- Automatizando o laboratório da Dimer, quanto estarei contribuindo para que se sane o problema principal, excesso de trabalho?
- Quanto a automação reduzirá cada causa do problema apontado?
- Com a automação sobrarão quanto tempo para treinamento?

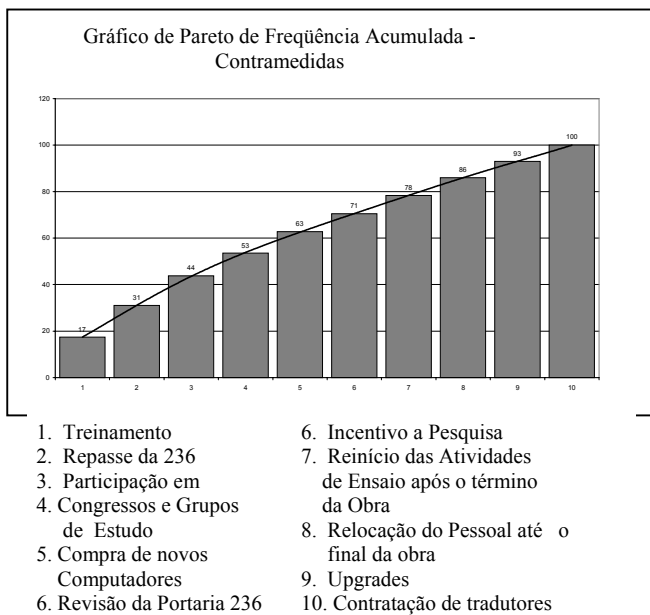
As formas de responder estas perguntas e verificar a eficácia do processo, foram:

- Estudos de gráficos gerados no processo;
- Questionários, correlacionado idade, tempo de atividade na função em relação as respostas dadas, afim de gerar gráficos de dispersão para garantir a credibilidade e validade do processo<sup>2</sup>
- Software desenvolvido para monitoração, cálculo e geração de relatórios de atividades (ensaios, etc.). *Ressaltamos que, até a data de entrega deste artigo, o software encontrava-se em fase de elaboração com cerca de 30% das etapas já concluídas e testadas, sendo seu término previsto para a primeira quinzena de junho de 2003.*
- Automação de um modelo de balança (captação de dados através de conectores RS232) de classe III, de forma a conduzir ensaios de aprovação de modelos para posterior comparação. *Salientamos também que, apesar de a coleta de dados usando o software **Lab view** já estarem em fase bastante adiantada (cerca de 90% das etapas concluídas), os testes envolvendo esta atividade estão linkados ao software citado no item anterior. Os testes finais estão previstos para a primeira quinzena de agosto de 2003;*
- Tratamento estatístico para monitoramento e validação de teorias formuladas ao longo do processo.
- Análise das incertezas associadas a implantação deste novo processo.

A figura abaixo mostra o *Diagrama de Pareto* para as contramedidas adotadas

---

<sup>2</sup> Esta prática fez-se necessária devido ao fato de recentemente o setor Ter recebido uma quantidade significativa de novos funcionários (aumento de 20% na mão de obra). Estudos Posteriores mostraram não haver tendências uma vez que o setor é relativamente novo e 70% dos funcionários exercem esta função a menos de 2 anos.



**Figura 4 – Diagrama de Pareto de Frequência Acumulada - Contramedidas**

A análise crítica de todos os *Brainstormings* e dos *Diagramas de Pareto* mostrados na figuras anteriores, gerou nos técnicos, a certeza de que a implantação de um sistema de automação deverá reduzir substancialmente o volume de trabalho despendido em cada apreciação de modelo, uma vez que etapas envolvendo preenchimento de formulários e aquisição e tratamento de dados nos ensaios será drasticamente reduzida, indo de encontro ao identificado, em princípio, pelo GT - Automação.

Após a implementação das etapas descritas acima, em caso de ratificação da proposta, plano de ação, controle de ações e monitoramento sofrerão análises críticas periódicas para aprimoramento contínuo e posterior implantação em outros setores.

#### 4. Conclusão

A conclusão deste trabalho está intimamente relacionada ao tratamento estatístico mencionado no final do item anterior pois somente após uma análise comparativa entre o fluxo de trabalho antes e depois da implantação do sistema de Automação e Informatização dos Laboratórios da Metrologia Legal é que poderemos chegar a conclusões mais significativas.

Análise preliminar, realizada em apenas um dos 24 ensaios previstos para aprovação de modelo, **mostrou uma redução de cerca de 22 minutos** no tempo de execução do ensaio utilizando o software desenvolvido para este ensaio, o que nos dá uma perspectiva promissora com relação a automação completa do processo, uma vez que sistema aquisição de dados ainda não foi testado. O estudo

completo, previsto para o término de novembro, proceder-se-á de forma comparativa, que será feita através de gráficos e tabelas expositivas, que incluam a variável tempo de uma etapa ou total de trabalho.

Para comprovar a eficiência da implantação do sistema, analisaremos a relação custo/ benefício levando em consideração:

- Tempo total médio ganho na apreciação de modelos em relação ao período pre-automação multiplicado pelo valor homem/hora; (A)
  - Tempo gasto no treinamento dos técnicos e adequação da nova tecnologia multiplicado pelo valor homem/hora; (B)
  - Valor gasto com a aquisição da nova tecnologia; (C)
- A expressão matemática gerada para esta análise será:

$$\text{Benefício} = A - (B + C)$$

Em caso de Benefício >0, será realizado um teste de hipótese para validar o processo. Esperamos que o tempo ganho no processo de apreciação de modelos seja revertido em pesquisa e desenvolvimento, aperfeiçoamento e treinamento dos técnicos da rede nacional de metrologia legal (RNML), participação em congressos e fóruns de debate, enfim, atividades cada vez mais proativas.

#### 5. Agradecimentos

Aos técnicos da Dimer, sobretudo ao Técnico Marlos Losik, cujo auxílio e participação permitiu a realização deste estudo.

#### 6. Referências

1074 IEEE. *Software Life Cycle Processes*.

ABNT. *NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração*. Rio de Janeiro: 2001

\_\_\_\_\_. *NBR/ISO 9000: Sistema de Gestão da Qualidade – Fundamentos e Vocabulário*. Rio de Janeiro: 2000a

\_\_\_\_\_. *NBR/ISO 9001: Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos*. Rio de Janeiro: 2000b.

BEARZOTI, Eduardo. *Introdução a Inferência estatística*. Centro de Editoração FAEPE, 1999.

BRASSARD, Michael. *Qualidade, Ferramentas para uma Melhoria Contínua*. Rio de Janeiro: LATEC – UFF, 1985.

BUSSAD, Wilton O; MORETTIN, Pedro A.. *Estatística Básica*. São Paulo: Atual, 1987

CAMPOS, Vicente Falconi, *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia*. 7. ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998.

GODOY, Maria Helena Pádua Coelho de. *Brainstorming: como Atingir Metas*. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1998.

INMETRO. *Vocabulário de Metrologia Legal*. 2 ed. Brasília: SENAI/DN, 2000a.

*Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia*. 2. ed. Brasília: SENAI/DN, 2000b.

MUNIZ, Joel Augusto. *Técnicas de Amostragem*. Centro de Editoração FAEPE, 1999.

SIQUEIRA, Luiz Gustavo Primo. *Controle Estatístico de Processo*. Equipe Griffio. São Paulo: Pioneira, 1997.

SPIVEY, W. Allen. *Linear Optimization*. United States of America: Holt, Rinehart and Winston Inc, 1970.

Guia para expressão da Incerteza de Medição; [1998], 2ª ed., Rio de Janeiro

---

**Autores:**

- Físico, Rodrigo O. O. Oliveira, Inmetro, A Avenida Nossa Senhora das Graças, 50 – CEP: 25.250-020 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Tel.: 21 2679-9170 – Fax: 21 2679-1761 – E-mail: rooliveira@inmetro.gov.br

- Engenheira de Processo, Daniele C Soares, Inmetro, Avenida Nossa Senhora das Graças, 50 – CEP: 25.250-020 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Tel.: 21 2679-9170 – Fax: 21 2679-1761 – E-mail: dsoares@inmetro.gov.br;

- Técnico em Eletrônica, Henrique A. Alves, Inmetro, Avenida Nossa Senhora das Graças, 50 – CEP: 25.250-020 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Tel.: 21 2679-9166 – Fax: 21 2679-1761 – E-mail: divel@inmetro.gov.br;

- Secretária Executiva, Jacqueline S. Coriolano, Inmetro, Avenida Nossa Senhora das Graças, 50 – CEP: 25.250-020 – Xerém – Duque de Caxias – RJ – Tel.: 21 2679-9131 – Fax: 21 2679-1761 – E-mail: gesem@inmetro.gov.br;