

**Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia (Dimci)**  
**Divisão de Metrologia Mecânica (Dimec)**  
**Laboratório de Pressão (Lapre)**

## **Lucro Social**

**Autores:**

**Jackson da Silva Oliveira**  
**Paulo Roberto Guimarães Couto**  
**Paulo Lyra Simões Ferreira**

Duque de Caxias  
2017

## Sumário

Resumo.....	2
1. Introdução .....	4
2. Sinmetro, Conmetro e Inmetro.....	5
3. Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (Dimci).....	7
4. Importância da Medição de Pressão.....	8
5. Laboratório de Pressão (Lapre).....	9
6. Serviços de calibração realizados pelo Lapre para os laboratórios da Dimci .....	10
7. Serviços de calibração realizados pelo Lapre para Metrologia Legal.....	10
8. Rede Brasileira de Calibração e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio. ....	10
8.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - método respirométrico.....	11
8.2. Calibração de linhas de inspeção veicular.....	12
8.3. Ensaio Coast Down.....	13
9. Estudo de Caso do Lucro Social do Lapre rastreabilidade dos padrões de pressão da Indústria.....	14
10. Estudo de Caso do Lucro Social do Lapre (Disseminação do conhecimento).....	15
10.1. Curso Técnico de Metrologia.....	16
10.2. Mestrado de Metrologia e Qualidade.....	16
10.3. Orientações de Teses de Mestrado .....	17
10.4. Metrologia Avançada da Grandeza Pressão.....	17
10.5. Avaliação de Incerteza de Medição.....	17
11. Considerações dos autores .....	18
Referências.....	20

## Resumo

O objetivo deste relatório é analisar o lucro social (relação custo x benefício) do Laboratório de Pressão e a relevância da sua inclusão na publicação do balanço social do Inmetro.

Ao contrário dos serviços de medição e calibração que são essencialmente orientados pelo mercado, a maioria dos padrões nacionais de medição requer financiamento público permanente. [2]

Atualmente, o financiamento público às atividades de metrologia (como qualquer outra) está sujeito à responsabilidade perante os contribuintes do orçamento do Estado. Por esta razão, a avaliação contínua dos benefícios e custos da execução das tarefas metrológicas financiadas pelo setor público é importante, mas na prática não é frequentemente efetuada. [2]

No financiamento dos institutos nacionais de metrologia, embora os benefícios das medições sejam amplamente reconhecidos na literatura, nenhum estudo fornece uma comparação qualitativa / quantitativa (em termos de valor para o dinheiro) dos serviços de metrologia subsidiados publicamente entre países. [2]

As medições são feitas na mais ampla gama possível de áreas. Muitas medições, como por exemplo, em saúde, meio ambiente, proteção ao consumidor, ciência etc., não estão diretamente relacionadas a qualquer atividade industrial e / ou comercial.

Assim, comparar a infraestrutura de medição com os únicos desempenhos econômicos dos países seria de fato menos relevante. Por essa razão, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) fornece, desde 1990, uma estimativa bastante representativa da qualidade de vida através da classificação por país do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Além do bem-estar econômico, o índice integra estatísticas sobre alfabetização e expectativa de vida de adultos, bem como anos médios de escolaridade, para captar a variável conhecimento. [2]

No Brasil não existe a obrigatoriedade da publicação do balanço social, mesmo este sendo reconhecido como uma prática de transparência de empresas cidadãs que têm como um dos objetivos a responsabilidade social. [1].

O cálculo do lucro social do Laboratório de Pressão do Inmetro – Lapre foi desenvolvido por intermédio de uma metodologia própria para melhor apresentar os resultados obtidos com relação aos investimentos na indústria, a disseminação de conhecimento, apoio à Coordenadoria Geral de Acreditação (Cgcre) e o apoio a outras Unidades Organizacionais do Inmetro.

Através da utilização de dados reais, este estudo consiste em uma pesquisa exploratória, descritiva e de simulação, que busca compreender e explicar o fenômeno.

Os resultados mostram que o Lapre consegue quantificar o lucro social (relação custo x benefício) utilizando-se dos indicadores de seu balanço social. Por se tratar de um laboratório de padronização primária conclui-se que o cálculo do lucro social real, que

retrate toda a sua abrangência, é complexo e tem grande validade como um instrumento de transparência na demonstração dos resultados.

Em atendimento a uma demanda da Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia, este é o primeiro relatório que aborda lucro social elaborado pelos autores. A razão pela qual há inúmeras citações é porque geralmente as medições realizadas em laboratório de um Instituto Nacional de Metrologia não estão diretamente relacionadas a qualquer atividade industrial e / ou comercial.

## **1. Introdução**

A metrologia tornou-se uma parte natural e vital da nossa vida cotidiana: o café e as tábuas de madeira são comprados por peso ou por tamanho; água, eletricidade e calor também são medidos, e isso afeta nossas economias privadas. Balanças de banheiro afetam nosso humor – assim como os radares de velocidade da polícia e as possíveis consequências financeiras. A quantidade de substâncias ativas em medicamentos, as medições em amostras de sangue e o efeito do laser do cirurgião devem ser também precisos para que a saúde dos doentes não seja posta em risco. Descobrimos que é quase impossível descrever qualquer coisa sem se referir a pesos e medidas: horas de sol, medições de tórax, porcentagens de álcool, pesos de cartas, temperatura ambiente, pressão dos pneus e assim por diante.[4]

A metrologia, a ciência da medição, é impulsionada pelo desenvolvimento contínuo da ciência, da tecnologia e da produção industrial. [5]

A metrologia desempenha um papel importante no fornecimento de uma base para o comércio justo e exato, a otimização da produção, o fomento da confiança dos consumidores e das empresas em produtos e no desenvolvimento de novas tecnologias e inovação. [5]

Na área de petróleo, de acordo com [6] “a medição é a ‘caixa registradora’ da Petrobras, que aumenta de exatidão e exigência a cada passo que se aproxima dos pontos de entrega, onde diferenças de 0,01% são discutidas”.

É importante também salientar que a importância da metrologia vai muito além dos benefícios econômicos, tais como nos domínios da saúde e da segurança, do ambiente, da lei e da ordem, da defesa, da segurança, do lazer e do comércio. [5]

Embora a importância da medição em áreas como engenharia, construção e fabricação seja conhecida, o papel importante que desempenha na economia pode ser facilmente negligenciado [5].

Os crescentes volumes e valores do comércio transfronteiriço trouxeram a questão de uma medida comparável à cena internacional. [2]

As transações comerciais baseiam-se no apoio de normas e infraestruturas de conformidade que incluem metrologia, normas documentais, acreditação de laboratórios e sistemas de qualidade e certificação. O sistema de medição nacional deve ser formal e coerente de forma a garantir que as medições podem ser feitas de forma consistente em todo o país. [2]

Diante de todo o exposto, da mesma maneira que em [7], pode-se concluir que uma economia não sobrevive sem um sistema de medição nacional.

““Aquello que no podemos medir, no lo entendemos correctamente y, por lo tanto, no lo podemos controlar, ni fabricar, ni procesar de una forma fiable...”

...ahora más que nunca se requieren medidas precisas y fiables para impulsar la innovación y el crecimiento económico en nuestra economía basada en el conocimiento””. [3].

## **2. Sinmetro, Conmetro e Inmetro**

A economia global de hoje depende de medições e testes confiáveis, e aceitos internacionalmente. Eles não devem criar barreiras técnicas ao comércio e uma pré-condição para isso é uma infraestrutura metrológica amplamente utilizada e robusta. [4]

A Convenção do Metro deu origem a um instituto científico: Bureau International des Poids et des Mesures (BIPM). Este fato forneceu a base para o estabelecimento da maioria dos Institutos Nacionais de Metrologia (NMIs). Estes foram estabelecidos para desenvolver e manter padrões nacionais de medição para uma ou mais grandezas. Seu papel fundamental consistiu em viabilizar a rastreabilidade metrológica de resultados de medição realizados por atores econômicos dentro das fronteiras nacionais. [2]

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro - é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Serviços, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade

Industrial (Sinmetro). O Sinmetro, o Conmetro e o Inmetro foram criados pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973.[ <http://intranet/>]

No âmbito de sua ampla missão institucional, o Inmetro objetiva prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos. Por meio da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.

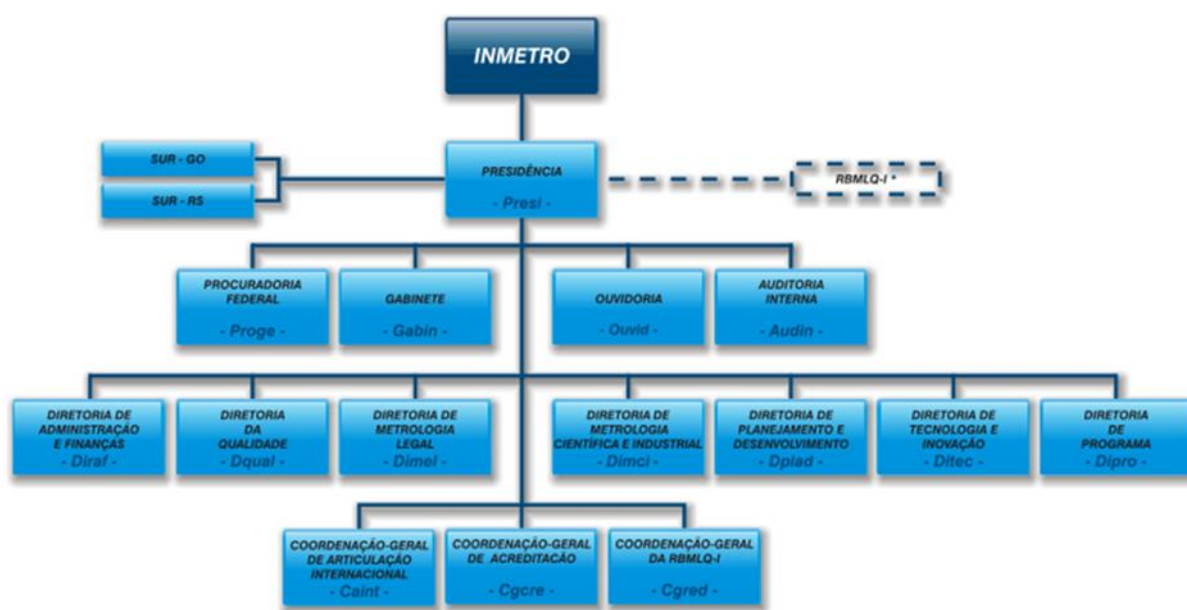
Em conformidade com esta missão, vislumbra-se que o Inmetro é o órgão de Estado Fundamental e estratégico ao desenvolvimento socioeconômico do Brasil, pela relevância e qualidade de seus serviços, pelo apoio à inovação, por sua excelência técnica, científica e de gestão, com amplo reconhecimento nacional e internacional.

Dentre as competências e atribuições do Inmetro destacam-se:

- Executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- Verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- Fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, bem assim aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva;
- Fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;
- Planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, de inspeção, de treinamento e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País; e

•Desenvolvimento, no âmbito do Sinmetro, de programas de avaliação da conformidade, nas áreas de produtos, processos, serviços e pessoal, compulsórios ou voluntários, que envolvem a aprovação de regulamentos.

Para cumprir a sua missão, o Inmetro atua por intermédio de Diretorias de Técnicas e de Diretorias Administrativas e está presente em quase todos os Estados da Federação por intermédio dos Institutos de Pesos e Medidas (IPEM) e das Superintendências (SUR) que atuam geralmente na Metrologia Legal. O organograma do Inmetro segue conforme a figura 1.



\* Composta por 27 Institutos de Pesos e Medidas (Órgão Delegado - via convênio).

Figura 1-Organograma do Inmetro

### 3. Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia (Dimci)

Dentre as competências atribuídas ao Inmetro a Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia (Dimci) é responsável por:

- Manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- Executar as políticas nacionais de metrologia;

- Fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;

- Prestar suporte técnico ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, como também aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva.

Adicionalmente a Dimci atua também na formação de pessoal de níveis técnico de metrologia e de mestrado, por intermédio da atuação dos seus profissionais como professores do Curso Técnico de Metrologia do Inmetro e do Curso Mestrado de Metrologia e Qualidade.

#### **4. Importância da Medição de Pressão**

Juntamente com a temperatura, a pressão é uma das grandezas físicas mais importantes no nosso ambiente. A pressão é um parâmetro significativo em disciplinas tão variadas como termodinâmica, aerodinâmica, acústica, mecânica dos fluidos, mecânica do solo e biofísica.

Neste sentido a medição de pressão é importante em centrais hidroelétricas, térmicas, nucleares, eólicas e outras que geram energia mecânica, térmica ou elétrica que exigem a monitorização e o controle constante da pressão. [8]

As grandezas pressão e a temperatura são também parâmetros de importância central no controle de vários processos como, por exemplo, a utilização ótima da energia, a reprodutibilidade da qualidade de um produto, a confiança e segurança das instalações e equipamentos.

Na aviação, a capacidade de receber e transmitir todas as informações que um piloto pode querer de forma precisa e facilmente compreensível, tem sido um desafio ao longo da história. Os instrumentos sensores de pressão podem ser encontrados nos grupos de voo e de motores. Estes são alguns dos instrumentos mais críticos na aeronave e devem informar com precisão o piloto para manter operações seguras. [8]

O piloto não pode voar com segurança sem conhecer a velocidade aerodinâmica e a altitude. Na aviação civil, a pequena separação vertical entre os níveis de voo atribuídos pelos controladores de tráfego aéreo baseia-se no conhecimento preciso da altitude através da medição de pressão. [9]



Adicionalmente, quanto ao estudo da aerodinâmica de uma aeronave até certo ponto, o estudo pode ser realizado em túneis de vento, mas as medições de túnel de vento não podem substituir as medições em voo. [9]

A medição da pressão é essencial para a extração otimizada dos hidrocarbonetos e também nos aspectos a segurança de toda área de petróleo e gás.

De acordo [15], existem atualmente 17 milhões de hipertensos. Superestimar a pressão arterial verdadeira em 5 mm Hg levaria a um tratamento inadequado com medicamentos anti-hipertensivos em quase 17 milhões de brasileiros, com exposição a efeitos adversos de drogas, efeitos psicológicos de diagnósticos errados e custo desnecessário. [10]

Em todas estas atividades relatadas e outras que não foram citadas, em seus sistemas de medição o primeiro elemento é o sensor de pressão, e este fornece dados relativos à pressão de ar comprimido, gás, vapor, óleo ou outros fluidos, determinando o funcionamento correto de máquinas ou sistemas.

## **5. Laboratório de Pressão (Lapre)**

O Laboratório de Pressão (Lapre), pertence à Divisão de Metrologia Mecânica (Dimec) da Diretoria de Metrologia Científica e Tecnologia (Dimci), padroniza e dissemina a unidade da grandeza pressão pascal (Pa) para todo território nacional, no intervalo de medição de  $2,7 \times 10^{-6}$  Pa a 250 MPa. O Lapre realiza calibrações de medidores de alto vácuo, barômetros, altímetros, balanças de pressão, transdutores de pressão, manômetro digital de pistão, etc. Adicionalmente o Laboratório realiza os seguintes serviços: avaliação de Laboratórios de Pressão para a Cgcre, Minистраção de Cursos (níveis técnico e superior de Metrologia da Grandeza Pressão, Avaliação da Incerteza de Medição), Treinamento, Consultoria em Metrologia de Pressão e Avaliação de Comparações Interlaboratoriais.

Os técnicos do Lapre atuam também como professores e orientadores de teses do curso de mestrado em metrologia e qualidade do Inmetro, desde a sua implantação.

Atuação do Lapre na disseminação do conhecimento no curso técnico de metrologia, converge de alguma forma com a política do governo que liberou R\$ 850 milhões para programas voltados ao ensino médio objetivando assegurar a oferta de vagas profissionalizantes e incentivar a implantação de Escolas em Tempo Integral. O projeto garante que pelo menos 82 mil vagas do MedioTec serão oferecidas em 2017, com investimento de R\$ 700 milhões em 18 estados e no Distrito Federal [11].

## **6. Serviços de calibração realizados pelo Lapre para os laboratórios da Dimci**

Geralmente, os serviços prestados pelo Lapre para os laboratórios da Dimci são a calibração de barômetros. No período de 2013 a 2016 foram realizadas 60 calibrações de barômetros.

## **7. Serviços de calibração realizados pelo Lapre para Metrologia Legal**

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. Após a fabricação, cada instrumento deve ser submetido à verificação inicial para assegurar sua exatidão antes de seu uso. Quando está em utilização, o seu detentor é o responsável pela manutenção de sua exatidão e uso correto, sendo o mesmo controlado por verificações periódicas e inspeções. A Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade, presente em cada estado, através de órgãos delegados pelo Inmetro, efetua o controle de equipamentos e instrumentos para assegurar que os consumidores estão recebendo medidas corretas.

Os padrões da Diretoria de Metrologia Legal (Dimel), que realizam a aprovação de modelos de esfigmomanômetros, são rastreados aos padrões de pressão do Lapre.

Conforme informação de um técnico do Ipem - São Paulo que atua na área de aprovação de modelos de esfigmomanômetros, de janeiro a agosto de 2016, aproximadamente 140.000 esfigmomanômetros passaram por verificação inicial só no Estado de São Paulo em 2015. No Brasil, entre produção e exportação, foram no total de 2.668.086 esfigmomanômetros.

## **8. Rede Brasileira de Calibração e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios.**

Constituída por laboratórios acreditados pelo Inmetro, a Rede Brasileira de Calibração (RBC) congrega competências técnicas e capacitações vinculadas às indústrias, universidades e institutos tecnológicos, habilitados à realização de serviços de calibração. A acreditação subentende a comprovação da competência técnica, credibilidade e capacidade operacional do laboratório.

A concessão da acreditação atribuída pelo Inmetro, por intermédio da Divisão de Acreditação de Laboratórios de Calibração (Dicla), vinculada à Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), efetua-se em conformidade com procedimentos internacionais de "acreditação" constantes em [16].

Conforme informações da Dicla existem atualmente 138 laboratórios de pressão acreditados na RBC cujos padrões, dependendo das suas exatidões, apresentam rastreabilidade ao Lapre de formas direta ou indireta. Estes laboratórios realizam inúmeras calibrações de medidores de pressão, cuja quantidade de calibrações é de difícil previsão. Os serviços de calibração realizados por estes laboratórios são de: medidores de alto vácuo e médio vácuo, barômetros, altímetros, balanças de pressão, transdutores de pressão, manômetro digital de pistão, manômetro, manovacuômetro, vacuômetro e outros medidores que necessitam da medição da grandeza pressão para quantificar grandezas de outros tipos, como por exemplo, o Medidor de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Certamente, a demanda por serviços de um laboratório aumenta a partir do momento que ele passa a ser acreditado na Rede Brasileira de Calibração.

Os técnicos do Lapre costumam periodicamente participar na avaliação técnica dos laboratórios de pressão da Rede Brasileira de Calibração. Adicionalmente prestam consultoria técnica de novos serviços solicitados à Cgcre. Como exemplo, foi incluído na NIT Dicla12 o serviço de calibração de medidores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (método respirométrico). Em ensaios da área automobilista como, por exemplo, a calibração de frenômetros e o ensaio Coast Down houve a participação intensa dos técnicos do Lapre na pesquisa, elaboração de procedimentos e avaliação técnica dos ensaios citados.

### **8.1. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - método respirométrico**

A medição da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é muito importante para o controle de processos de várias áreas tais como: química, bioquímica, petroquímica, alimentícia, farmacêutica, meio ambiente, etc.

O medidor do tipo respirométrico mede a DBO em função de uma pressão diferencial, a qual é gerada a partir do oxigênio consumido pelas bactérias contidas numa amostra analisada em balão volumétrico [17]. Até o final de 2013, na Rede Brasileira de Calibração (RBC), não existiam laboratórios acreditados para calibração de medidores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A partir do trabalho de pesquisa desenvolvido no Lapre, foi possível elaborar o procedimento de calibração de medidor respirométrico que é utilizado como base para os laboratórios que solicitam a

acreditação para a calibração deste tipo de instrumento. Participaram da elaboração deste procedimento dois técnicos de nível superior, perfazendo o total de 100 h, tendo o custo total de US\$2 343,75 (R\$9 375,00)

Segundo informação de um laboratório acreditado para este serviço ele calibra em média 40 medidores mensalmente e o preço da calibração de cada instrumento é US\$30,00 (R\$ 120,00). No período de 03 anos o preço total da calibração de 1440 instrumentos foi US\$ 43 200,00 (R\$ 172 800,00). O Lucro Social (diferença entre os valores do benefício e o custo) referente à realização de serviço ao longo de três anos é então US\$ 40 856,25 (R\$ 163 425,00).

## **8.2. Calibração de linhas de inspeção veicular**

De acordo com os dados do Relatório da Frota Circulante de 2016 do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores – Sindipeças, no Brasil existem aproximadamente 41,5 milhões de veículos circulantes, entre automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus cuja vida útil média é de nove anos. Deste modo, ressalta-se o impacto e importância do frenômetro como avaliador das condições dos freios dos veículos. [14]

A norma ABNT NBR 14040: 1998 - Inspeção de Segurança Veicular Veículos Leves e Pesados estabelece as diretrizes básicas da inspeção técnica de segurança para veículos ou conjunto de veículos terrestres, abrangendo os princípios, as obrigações e os controles básicos, que se aplicam às pessoas jurídicas envolvidas nessa inspeção. A norma também estabelece os requisitos de fabricação da linha de inspeção de segurança veicular, porém não contempla os requisitos metrológicos. [14]

No Brasil existem aproximadamente 800 linhas de inspeção em operação no Brasil e cada linha possui dois frenômetros. [14]

O procedimento proposto pelos técnicos do Lapre leva em conta os parâmetros relacionados à dinâmica veicular e as características construtivas do frenômetro, que podem influenciar a medição. [14]. A base técnica desenvolvida no procedimento assegura a rastreabilidade das medições realizadas por intermédio da calibração estática o que propiciou a elaboração da NIT DIOS - 016 – Requisitos para Verificação e Calibração das Linhas de Inspeção.

No estudo da base técnica na NIT DIOS -016 participaram dois técnicos NS do Lapre durante 456 h. O custo total da participação dos técnicos do Lapre foi US\$10 687,50 (R\$ 42 750,00). Conforme requisito da NIT DIOS -016, as linhas devem ser calibradas anualmente e o preço da calibração por linha de inspeção é US\$ 625,00 (R\$ 2500,00). Baseando-se no número atual de linhas de inspeção existente no País, no período de um ano serão realizadas 800 calibrações com o custo total de US\$ 500000,00 (R\$ 2000000,00). O lucro social referente a esta tarefa é US\$ 489 312,50 (R\$ 1 957 250,00).

### **8.3. Ensaio Coast Down**

A norma ABNT NBR 10312- 2014 apresenta uma metodologia do “ensaio para a determinação da resistência ao deslocamento por desaceleração livre em pista de rolamento e simulação em dinamômetro” (Coast Down), cujo objetivo é o levantamento de uma curva de força de desaceleração do veículo.

A importância desta curva de desaceleração na simulação da inércia do veículo ensaiado é fundamental para ajuste do dinamômetro no ensaio de emissões e para a determinação do consumo de veículos leves, garantindo desta forma a comparabilidade dos resultados e a possibilidade de ensaios de proficiência robustos.

Outra utilidade da norma é também a avaliação de toda a modificação ou inovação colocada em um veículo uma vez que as alterações de peso, características de carroceria, elementos de transmissão e freios incluindo alterações em pneus influenciam no arrasto de atrito e aerodinâmica que podem ser comparados.

A importância e a abrangência de aplicação da norma ABNT NBR 10312 - 2014 para o desenvolvimento de inovações e de modelos em veículos leves dentro do contexto de acreditação pode-se ter a garantia da rastreabilidade e comparabilidade de resultados do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) com relação à Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Por solicitação da Cgcre os técnicos do Lapre participaram do processo de acreditação da Fiat Chrysler Automotive (FCA) de acordo com norma a ABNT NBR 10312 - 2014. Para avaliação foram elaboradas pelo Lapre procedimentos e planilhas da avaliação de

incertezas dos dois métodos citados na norma: o contínuo e o segmentado, os quais serão aplicados nas futuras avaliações realizadas pelo Inmetro do ensaio Coast Down.

Participaram dois técnicos de nível superior contabilizando o total 554 horas e custo total de US\$ 12 984,38 (R\$ 51 937,50). De acordo informação de laboratório que realiza este serviço, o valor cobrado pelo ensaio de Coast Down é US\$2500,00 (R\$ 10000,00). Mensalmente são realizados 15 ensaios, perfazendo o total de 180 ensaios, no período de 12 meses e custo total de US\$ 450 000,00 (R\$ 1 800 000,00), deste modo o lucro social é de US\$ 437 015,63 (R\$1 748 062,50) na realização do ensaio de Coast Down.

## **9. Estudo de Caso do Lucro Social do Lapre rastreabilidade dos padrões de pressão da Indústria**

Podem ser citadas 08 indústrias de fabricação de medidores de pressão atuando no Brasil: Willy Instrumentos de Medição e Controle Ltda, Presys Instrumentos e Sistemas, Yokogawa América do Sul, Emerson/Rosemount, Wika do Brasil, Smar Equipamentos do Brasil, Honeywell do Brasil e GE/Druck.

Por exemplo, a WIKA é líder mundial em medição de pressão, temperatura e nível. Por ano, fornece 50 milhões de produtos qualificados, em mais de 100 países, com vendas chegam a 845 Milhões de Euros. Tem Produção diária de aproximadamente 200.000 peças [19].

A Wika mundialmente tem aproximadamente 9000 empregados e tem uma produção de aproximadamente 200.000 peças. Atualmente, a fábrica no Brasil tem 200 empregados [20].

Os laboratórios pressão acreditados ou não destas indústrias têm seus padrões que apresentam rastreabilidade direta aos padrões do laboratório de Pressão do Inmetro.

A balança de pressão é o medidor fundamental da grandeza pressão. Ela mede a pressão a partir da ação de uma força, originária de um conjunto de massas sob a ação da gravidade, atuando no topo de um pistão de área conhecida. Os padrões de referência do Lapre no intervalo de medição de faixa de 1,4 kPa até 250 MPa são balanças de pressão. Para atender toda as medições no intervalo citado são utilizados 07 conjuntos pistão

cilindro. A calibração de um conjunto pistão cilindro realizada no Inmetro custa US\$ 751,88 (R\$ 3.007,50). De acordo pesquisa preços em outros NMI's o valor da calibração no exterior de um conjunto pistão cilindro é em média US\$ 2 120,00 (R\$ 8480,00).

Tomando-se como referência o número de conjuntos pistão cilindro existente no Lapre, as oito indústrias no total teriam aproximadamente 56 conjuntos pistão cilindro. O valor da calibração dos 56 conjuntos pistão cilindro no Brasil é US\$ 42 105,00 (R\$ 168420,00) e no exterior seria US\$ 112 000,00 (R\$ 448 000,00). Deste modo a calibração dos 56 conjuntos pistão cilindro geraria uma economia de US\$ 69 895,00 (R\$ 279 580,00) o que equivale a 166%. A validade da calibração de um conjunto pistão cilindro é de 03 anos, deste modo, são necessárias realizar no período de 10 anos 03 calibrações. Em dez anos então com a realização das calibrações no exterior as indústrias deixam de economizar US\$ 209 685,00 (R\$838 740,00).

Atualmente, a partir de pesquisas realizadas em sites de buscas na Internet, pode-se verificar que o preço de venda de um instrumento varia entre US\$ 700,00 a US\$ 1.000,00 dependendo da aplicação, recursos, necessidades técnicas e metrológicas [13]

Considerando-se o preço médio do instrumento sendo US\$ 850,00 (R\$ 3 400,00). A economia média ao longo dos 10 anos equivale a 247 instrumentos.

A Emerson Process Management, no ano de 2008, inaugurou uma linha de fabricação/montagem de alta tecnologia de transdutores/transmissores de pressão com capacidade para produção de 19 000 unidades/ano. [12]. Levando-se em conta esta produção anual como base, as oitos indústrias produziriam um total de 152000 instrumentos o que origina uma produção diária de 416 instrumentos. O desperdício no período é de 59% de uma produção diária das indústrias, se os 56 padrões forem calibrados no exterior no período de dez 10 anos.

## **10. Estudo de Caso do Lucro Social do Lapre (Disseminação do conhecimento)**

Como citado anteriormente o Lapre também atua na disseminação do conhecimento por intermédio da participação dos seus técnicos como professores nos cursos: técnico de metrologia, metrologia “avançada” da grandeza pressão, avaliação de incerteza de medição e mestrado em metrologia e qualidade do Inmetro. Adicionalmente no curso de mestrado do Inmetro os técnicos do Lapre também orientam teses.

Nós parágrafos seguintes serão feitas as descrições das metodologias aplicadas para a avaliação do lucro social de cada tarefa realizada pelos técnicos do Lapre na área da disseminação do conhecimento, no período de 2014 a 2016.

### **10.1. Curso Técnico de Metrologia**

O Curso técnico de Metrologia do Inmetro tem 13 anos de existência e formaram-se neste período cerca de 260 alunos. Na disciplina de metrologia da grandeza pressão, que ocorre anualmente, atuam 03 técnicos do Lapre um de nível superior e outro de nível médio. As aulas são ministradas em doze semanas, sendo que cada uma delas têm a carga horária de 3 horas. Das 36 horas aula há as participações do nível superior em 70% e os 30% restantes do nível médio. Com esta composição o valor anual do curso técnico de metrologia da grandeza pressão é US\$ 877,50 (R\$ 3 510,00). Durante o período de três anos o preço total do curso técnico de metrologia da grandeza pressão é US\$ 2632,50 (R\$ 10530,00). Considerando-se que 70% do número de alunos formados em três anos (42) estejam empregados com o salário mensal de US\$375,00 (R\$1500,00) resulta no total de US\$ 47250,00 (R\$189 000,00). Em relação a carga horária do curso (1800 h) a metrologia da grandeza pressão equivale a 2% da carga total. Deste modo do valor referente a grandeza pressão o custo total do curso é US\$ 52,65 (R\$210,60). Paralelamente, a parte correspondente à contribuição da metrologia da grandeza pressão no valor total dos salários é US\$ 945,00 (R\$3780,00). O lucro social ao longo de três anos referente à metrologia da grandeza pressão para o curso técnico metrologia é US\$ 892,35 (R\$ 3569,40) o que equivale a 1695 %

### **10.2. Mestrado de Metrologia e Qualidade**

O técnico do Lapre é o responsável pela disciplina Avaliação de Incerteza de Medição do curso de mestrado de Metrologia e Qualidade do Inmetro. Esta disciplina é ministrada anualmente com carga horária de 30 h, equivalendo 02 créditos total do curso. O custo anual da disciplina é US\$ 703,13 (R\$ 2812,50). No período de 03 anos o custo total da disciplina é US\$2109,38 (R\$ 8437,50).

O site <http://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/bolsas.html> , que trata do preço de curso de mestrado de características semelhante ao do Inmetro de outra instituição apresenta



as seguintes informações: o valor por cada crédito é US\$66,00 (R\$264,00), deste modo o valor da disciplina avaliação da incerteza de medição ministrado no local da informação é US\$132,00 (R\$ 528,00). Tomando como base o curso do Inmetro, o número de alunos que cursa a disciplina de avaliação da incerteza de medição está em torno de 10. Deste modo, preço total do período de 03 anos da disciplina incerteza de medição cursada na instituição citada é de US\$ 3960,00 (R\$ 15840,00). O Lucro social neste caso é US\$ 1850,63 (R\$7402,50).

### **10.3. Orientações de Teses de Mestrado**

O Lapre ao longo dos três últimos anos orientou 05 teses de mestrado. A orientações ocorreram durante o período de 02 anos, com duração de 02 horas mensais, perfazendo o total de 240 horas. Considerando-se o valor da hora de trabalho do NS do Inmetro como US\$ 23,44 (R\$ 93,75), o valor total das 05 orientações é US\$ 5625,00 (R\$ 22500,00). O site <http://www.puc-rio.br/ensinopesq/ccpg/bolsas.html> informa também que o preço anual para orientação de tese é US\$ 6747,00 (R\$ 26988,00). Desta forma o preço total das orientações de 05 teses em dois anos é US\$ 67470,00 (R\$269880,00). O Lucro social desta atividade é então US\$ 61845,00 (R\$ 247380,00).

### **10.4. Metrologia Avançada da Grandeza Pressão**

O Lapre anualmente ministra o curso de metrologia avançada de pressão. O preço do curso por aluno é US\$ 375,00 (R\$ 1500,00). Geralmente as turmas anuais são de 20 alunos. Deste modo o preço total dos três cursos realizados no Inmetro é US\$22500,00 (R\$ 90000,00). Segundo o site [www.ibp.org.br/cursos/](http://www.ibp.org.br/cursos/) de instituição que ministra curso semelhante ao do Lapre consta a informação do preço do curso por aluno é US\$ 500,00 (R\$ 2000,00). Considerando-se o mesmo número de alunos das turmas anuais do Inmetro de 20 de alunos, o preço total do curso para 60 alunos é US\$ 30000,00 (R\$120000). Deste modo o Lucro Social para a ministração do curso avançado de metrologia da grandeza pressão é US\$ 7500,00 (R\$ 30000,00).

### **10.5. Avaliação de Incerteza de Medição**

Anualmente são ministrados dois cursos de avaliação da incerteza de medição. O preço por aluno do curso no Inmetro é US\$ 375,00 (R\$ 1500,00). Os seis cursos ministrados, para 120 alunos, no Inmetro ao longo dos três anos apresentam o valor de US\$ 45000,00 (R\$180000,00). Segundo o site [www.ibp.org.br/cursos/](http://www.ibp.org.br/cursos/) de instituição que ministra curso semelhante ao do Lapre consta a informação do preço do curso por aluno é US\$ 500,00 (R\$ 2000,00). O preço total dos seis cursos ministrados para 120 alunos na instituição citada é US\$ 60000,00 (R\$ 240000,00). O Lucro social referente a ministração do curso de incerteza em 03 anos é US\$ 15000,00 (R\$60000,00).

O lucro total social do Lapre na área de disseminação do conhecimento é atuação do Lapre chega a ser U\$ 87087,98 (R\$ 348351,90) ao longo de 03 anos.

#### 10.6. Balanço total do Lucro Social do Lapre

Indicador	Valor do Lucro Social	
	US\$	R\$
Rastreabilidade do padrões da Indústria	209.685,00	838.740,00
Educação	87.087,98	348.351,90
<b>Apoio à Cgcre</b>		
Calibração	40.856,25	163.425,00
Ensaio	926.328,13	3.705.312,50
<b>Total</b>	<b>1.263.957,35</b>	<b>5.055.829,40</b>

#### 11. Considerações dos autores

Devido à infinidade de aplicações da metrologia e o tempo curto para realização de uma pesquisa melhor elaborada, os números dos estudos de casos apresentados neste relatório, não retratam perfeitamente a realidade porque os valores da diferença entre o benefício da metrologia e o seu custo são bem maiores. Por exemplo, nos estudos de casos não se formulou discussão sobre o impacto da metrologia em relação a aspectos tais como, balança comercial, segurança, saúde, segurança, etc. Porém os estudos de caso realizados no relatório apontam para a ponta do “iceberg”.

O assunto do presente relatório é de abrangência infinita e outras discussões devem ser estabelecidas. Algumas delas estão ligadas diretamente ao Inmetro, como por exemplo, o caso da Resolução Conjunta ANP/INMETRO N°. 1, de 10 de junho de 2013 (Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural) que estabelece as incertezas dos sistemas de medição de gás que devem ser projetados, instalados e calibrados na medição de vazão ou volume. Conforme o regulamento as incertezas dos sistemas variam de 1,5% a 5%. Baseando-se na produção de gás natural do Brasil de aproximadamente 77,3 MMm<sup>3</sup>/d (milhões de m<sup>3</sup> por dia). Fonte: Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural -Março de 2013 - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural

e Biocombustíveis), utilizando-se um sistema de medição cuja incerteza é 1,5% leva à uma dúvida diária no volume de 1.159.500 m<sup>3</sup> de gás natural. O balanço desta dúvida diária do volume de gás, em 30 dias, conduz ao volume total de 34 785 00 m<sup>3</sup>/mês. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (ABEGÁS) no seu boletim de 3 de junho de 2014, consumo diário de gás natural das regiões do estão listados conforme a tabela.

Região	Consumo Diário	Incerteza/Consumo
Sudeste	16.200.000	≅2
Nordeste	3.400.000	≅10
Sul	2.100.000	≅17
Norte	1.100.000	≅32
Centro-Oeste	892.000	≅39

Fonte: Agência Brasil/Abegás - 3 de junho de 2014

Percebe-se que a relação entre o desperdício ocasionado pela incerteza de medição do sistema aplicado e o consumo diário das regiões chegam até aproximadamente 39 dias de consumo da região centro-oeste.

Existem também inúmeras questões que não estão ligadas diretamente ao Inmetro que também podem ser motivo de discussões semelhantes em áreas tais como: farmacêutica, biotecnologia, energia, médica, etc. Por exemplo na área farmacêutica, aceita-se uma variação de princípios ativos, em relação às quantidades declaradas, compreendidas entre 90% e 110%. A variação tolerável é  $\pm 10\%$  do valor mais provável do princípio ativo. Esta tolerância é demasiada com relação ao efeito terapêutico do medicamento. Adicionalmente, de acordo com o informe <https://www.clickpb.com.br/saude/populacao-ja-adquiriu-30-milhoes-de-medicamentos-a-preco-de-custo-109347.html> (visitado em 09.12.2015 às 22:44) “Por meio de parcerias entre o Ministério da Saúde, prefeituras, secretarias estaduais de saúde e entidades filantrópicas, o Programa Farmácia Popular do Brasil já repassou à população cerca de 30 milhões de unidades de medicamentos”. Considerando-se que os medicamentos sejam comprimidos cuja dosagem do princípio é 25 mg, levando-se em conta a quantidade de unidades citadas no artigo será ocasionado no final de um mês o desperdício de 100 000 caixas cujo conteúdo é de 30 comprimidos.

A integração técnica do Inmetro, mais especificamente a Dimci, com outros atores do cenário nacional, como por exemplo, as agências reguladoras é uma forma a comprovar tecnicamente o lucro social obtido pelas atividades desenvolvidas no Inmetro.

Todas as discussões em relação ao tema do relatório apresentadas ou não, retratam a forma contundente da comprovação de que as carreiras do Inmetro devem ser consideradas típicas de Estado. A partir do estabelecimento desta política de contabilização de Lucro Social para todo o Inmetro será mais fácil justificar as demandas da instituição objetivando a ratificação da importância das carreiras do Inmetro. Se todas as Diretorias do Inmetro trabalharem de forma integrada nos aspectos

técnicos, administrativos e pessoais, a consolidação do Lucro Social será estabelecida de maneira mais fácil.

## Referências

- 1) PEREIRA, Rozana Carvalho; FAGUNDES, Mayra Batista Bitencourt; ANDRADE, Elisabeth de Souza; DRESCH, Leonardo de Oliveira; SOPRANE, Glendade Almeida. Balanço social e o indicador de lucro social para empresas cidadãs: o caso Embrapa. Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Rio de Janeiro – RJ, v. 4, n. 2, p. 519-543, 2010.
- 2) Nikola Poposki Æ Nineta Majcen Æ Philip Taylor; Assessing publically financed metrology expenditure against economic parameter; Accred Qual Assur (2009) 14:359–368 DOI 10.1007/s00769-009-0538-3
- 3) CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA; MEMORIA 2015; NIPO 074-16-002-4
- 4) “Metrology – in short” 3rd edition July 2008; EURAMET project 1011, participants: DFM Denmark, NPL United Kingdom, PTB Germany
- 5) Kristel Robertson and Jan A. Swanepoel; The economics of metrology; RESEARCH PAPER 6/2015; JEL Codes: A12, H41; September 2015
- 6) Paulo Sérgio e Silva; José Alberto Pinheiro da Silva Filho; A importância da metrologia na Petrobrás; <http://www.banasqualidade.com.br/revistas/metrologianapetrobras.pdf>
- 7) Brian R Bowsher Managing Director of the National Physical Laboratory, the UK’s National Measurement Institute;” Can the economy survive without a national measurement system?” Meeting of the Parliamentary and Scientific Committee on Tuesday 15th February 2011.
- 8) MIGEON, André; LENEL, Anne-Elisabeth- “Pressure Sensors”; [www.iste.co.uk/data/doc\\_zyxkztsuofok.pdf](http://www.iste.co.uk/data/doc_zyxkztsuofok.pdf) – Aircraft Instrument Systems [https://www.faa.gov/regulations.../aircraft/amt.../ama\\_Ch10.pdf](https://www.faa.gov/regulations.../aircraft/amt.../ama_Ch10.pdf)
- 9) Edward A. Haering, Jr. Airdata Measurement and Calibration; National Aeronautics and Space Administration; 1995
- 10) Joel Handler, MD; The Importance of Accurate Blood Pressure Measurement; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2911816/>

- 11) [<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2016/12/governo-repassa-r-850-mi-para-programas-voltados-ao-ensino-medio>]
- 12) Revista Controle & Instrumentação – Edição nº 135 – 2008]
- 13) [http://pt.aliexpress.com/price/rosemount-pressure-transmitter\\_price.html](http://pt.aliexpress.com/price/rosemount-pressure-transmitter_price.html)  
(Modelo 3051)
- 14) Lyra ,PSF, Couto, PRG 2; Cabral, LC, Reis R G , Zillner, M; “Uma proposta para a calibração dinâmica de frenômetro de linhas inspeção de segurança veicular”; 3º CINMEC- Gramado- Novembro 2014
- 15) <http://www.sbh.org.br/geral/noticias.asp?id=69>
- 16) ABNT NBR ISO/IEC 17025 – 2005
- 17) Oliveira, JS; Couto, PRG; Paraguassu LH; Rodoval RF; “ Incerteza de Medição da Calibração de Medidor da Demanda Bioquímica de Oxigênio Tipo Respirométrico”; 7th Brazilian Congress on Metrology, Ouro Preto/MG, Nov. 2013;
- 18) <https://www.clickpb.com.br/saude/populacao-ja-adquiriu-30-milhoes-de-medicamentos-a-preco-de-custo-109347.html-09.12.2015> às 22:44
- 19) [http://www.wika.com.br/company\\_facts\\_figures\\_pt\\_br.WIKA](http://www.wika.com.br/company_facts_figures_pt_br.WIKA)
- 20) [<http://publicacoes.findthecompany.com.br/l/150119124/Wika-Do-Brasil-Industria-e-Comercio-Ltda-em-Ipero-SP>].