

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Engenharia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGE3M

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE PRODUTO COM VISTAS À  
CERTIFICAÇÃO

Etiene Benini Mendes

Dissertação para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia

Porto Alegre  
2010

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Engenharia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGE3M

ENSAIOS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE PRODUTO COM VISTAS À  
CERTIFICAÇÃO

Etiene Benini Mendes  
Engenheira Metalúrgica,

Trabalho realizado no Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da UFRGS, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGE3M, como parte dos requisitos para a obtenção do título Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais

Porto Alegre  
2010

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Reguly

Co-Orientadora: Profa Dra Rejane Maria Candiota Tubino

Banca Examinadora:

Dra. Ieda Maria Vieira Caminha

Prof. Dr. Mario Wolfart Júnior

Prof. Dr. Telmo Roberto Strohaecker

Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann  
Coordenador do PPGE3M

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Afonso Reguly pela orientação neste trabalho e nas atividades do dia-a-dia no LAMEF.

Ao Prof. Dr. Telmo Roberto Strohaecker pela oportunidade de implementar o Sistema de Gestão no Laboratório e pela confiança no meu trabalho.

À Profa. Dra. Rejane Maria Candiota Tubino pela co-orientação.

Aos colegas que colaboraram na realização deste trabalho, em especial ao Fabiano Mattei, Felipe Aguiar, Mariane Chludzinski e Jonas Buzzatti do PROENG.

A todos os colegas do LAMEF que tem contribuído para a melhoria do Sistema de Gestão da Qualidade no laboratório.

Ao meu marido Gustavo e ao meu filho Guilherme pelo incentivo, carinho e compreensão ao longo do tempo, contribuindo assim no sucesso de mais esta etapa da minha vida.

Aos meus irmãos Giovanna e Antonio Felipe, meus pais Dinis e Sonia pelo apoio e carinho.

Ao CNPq, ao LAMEF, à Petrobras e à UFRGS pelo apoio técnico e financeiro para realização deste trabalho.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostrar a adequação do Sistema de Gestão do Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF) para a realização de ensaios de certificação de produto, no caso o pino-rei.

Por se tratar de um laboratório não acreditado pela RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios), o Sistema de Gestão deveria atender aos requisitos estabelecidos no Anexo C da Portaria nº 070/2008 do Inmetro, Portaria esta que regulamenta a certificação do pino-rei.

A adequação do Sistema de Gestão foi realizada segundo as etapas do ciclo de melhoria PDCA, tendo em vista o fato de o Laboratório estar implementando a NBR ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração – em alguns Grupos de Pesquisa.

A etapa ‘Planejar’ foi subdividida em duas subetapas que consistiam na comparação entre os requisitos da Norma e os requisitos da Portaria e na definição de quais documentos precisariam ser elaborados. Na etapa ‘Executar’ os requisitos foram comparados e os documentos considerados necessários foram elaborados. A etapa ‘Verificar’ consistiu na auditoria do OCP (Organismo Certificador de Produto) e a etapa ‘Agir’ na eliminação das não-conformidades encontradas e uma análise crítica do planejamento para avaliação dos erros.

O resultado da adequação do sistema foi considerado satisfatório, tendo-se em vista o baixo número de não-conformidades evidenciadas durante a auditoria e levando-se em conta o curto tempo para a implementação do sistema de gestão.

## ABSTRACT

This paper aims to show the adequacy of the Management System of the Laboratory of Physical Metallurgy (LAMEF) for certification testing of product, in this case the kingpin.

Since the LAMEF is not accredited by RBLE (Brazilian Network of Testing Laboratories), the Management System should meet the requirements set out in Annex C of Ordinance No. 070/2008 Inmetro, that regulates the certification of the kingpin.

The adequacy of the management system was performed according to the steps of the PDCA improvement cycle, considering the fact that the Laboratory was implementing the ISO / IEC 17025:2005 - General requirements for the competence of laboratories testing and calibration - in some research groups.

The stage "Plan" was subdivided into two substeps consisting in comparing the requirements of the standard and requirements of the Ordinance and the definition of which documents need to be written. In the stage "Do" the requirements were compared and the documents necessary were made. The stage "Check" consisted in the audit of the OCP (Product Certification Body) and the stage "Action" in the eliminating non-conformities evidenced and a critical analysis of planning for error evaluation.

The result of the adequacy of the system was considered satisfactory, bearing in mind the low number of non-conformities evidenced during the audit and taking in view the short time to implement the Management System.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1: EXEMPLO DE UM PINO REI DE 8 FUROS, NA POSIÇÃO EM QUE É UTILIZADO. FONTE: HTTP://WWW.JOST.COM.BR/PRODUTO.ASPX?AREA_ID=20&SECTION_ID=2030&LINK_ID=20 3010&TIPO=LINK&CD_TIPO=203010&IDIOMA=BR EM 28/01/2010. ....	3
FIGURA 2.2: EXEMPLO DE POSICIONAMENTO DO PINO-REI EM UM SEMI-REBOQUE EQUIPADO COM SUSPENSÃO MECÂNICA DE 3 EIXOS. FONTE: HTTP://WWW.ABCR.ORG.BR/PUBLI/SEMINARIO_PDF/0504.PDF EM 28/01/2010. ....	4
FIGURA 2.3: PINO SENDO INSTALADO EM UM CAMINHÃO. FONTE: HTTP://WWW.SERV- MOLAS.COM.BR/PHOTO/SHOWPIC.PHP?PICID=191 EM 28/01/2010. ....	4
FIGURA 2.4: DIAGRAMA DO MÉTODO DA ESTIMATIVA DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO. FONTE: PIZZOLATO, 2006. ....	20
FIGURA 2.5: APLICAÇÃO DA CARGA DE ENSAIO HORIZONTAL $F_{H,T}$ CONFORME A NBR NM ISO 8716:2001. ....	23
FIGURA 2.6: ORGANOGRAMA DO LAMEF. FONTE: MANUAL DA QUALIDADE LAMEF, REV 00, 13/11/2008. ....	24
FIGURA 2.7: ESTRUTURA DA DOCUMENTAÇÃO DO LAMEF. FONTE: MANUAL DA QUALIDADE LAMEF, REV 00, 13/11/2008. ....	25
FIGURA 3.1: ETAPAS DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO. FONTE: WWW.PORTALDAADMINISTRACAO.ORG/POSTIMAGE/0036.JPG EM 29/12/2009. ....	29
FIGURA 4.1: CHECK LIST ELABORADO RELACIONANDO O REQUISITO DO ANEXO COM O DOCUMENTO JÁ EXISTENTE NO LAMEF. ....	34
FIGURA 4.2: AMOSTRAS DE PINOS REI DE 2” E 3,5” COM OITO E DOZE FUROS PARA FIXAÇÃO. .	35
FIGURA 4.3: AMOSTRAS DE PINOS REI SENDO FIXADA AO DISPOSITIVO DE ENSAIO. ....	36
FIGURA 4.4: EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS UTILIZADOS NO ENSAIO. ....	36
FIGURA 4.5: EXEMPLO DE PLANILHA ELABORADA PARA O CÁLCULO DE INCERTEZA DO ENSAIO. FONTE: SISTEMA DE GESTÃO LAMEF. ....	39

## LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1: COMPARAÇÃO ENTRE OS REQUISITOS SOLICITADOS PELA NBR 17025 E O ANEXO C DA PORTARIA Nº 070/2008.....	32
TABELA 4.2: RESULTADO DOS ENSAIOS DE FADIGA. ....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
DC	Documento Complementar
FC	Formulário de Calibração
FE	Formulário de Ensaio
FG	Formulário Geral
Hz	Hertz
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
kN	quilonewton
LAMEF	Laboratório de Metalurgia Física
MQ	Manual da Qualidade
OCP	Organismo Certificador de Produto
PA	Procedimento Auxiliar
PC	Procedimento de Calibração
PE	Procedimento de Ensaio
PG	Procedimento Gerencial

PO	Procedimento Operacional
PROENG	Grupo de Projetos em Engenharia
RAC	Regulamento de Avaliação da Conformidade
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios
RMRS	Rede Metrológica do Rio Grande do Sul
SBAC	Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS</b> .....	<b>IX</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>X</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1 PINO REI.....	3
2.2 CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO .....	4
2.2.1 <i>Benefícios da certificação de produtos</i> .....	5
2.2.2 <i>Importância da certificação</i> .....	5
2.2.3 <i>Modelos ISO de certificação de produtos, processos ou serviços</i> .....	5
2.2.4 <i>Tipos de Certificação</i> .....	7
2.3 REGULAMENTO TÉCNICO .....	8
2.3.1 <i>Portaria do Inmetro</i> .....	9
2.3.2 <i>Anexo C da Portaria nº 070/2008</i> .....	10
2.4 ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.....	15
2.4.1 <i>Requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005</i> .....	15
2.4.2 <i>Incerteza de Medição</i> .....	18
2.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DO PINO-REI CONFORME ABNT NBR 8716:2001	
21	
2.5.1 <i>Requisitos gerais de ensaio</i> .....	21
2.5.2 <i>Determinação da capacidade <math>F_h</math></i> .....	22

2.5.3	<i>Aplicação da carga de ensaio</i> .....	22
2.5.4	<i>Ciclo de carga e frequência</i> .....	23
2.5.5	<i>Critério de resistência</i> .....	23
2.6	ESTRUTURA DO SISTEMA DE GESTÃO DO LAMEF .....	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1	ETAPAS DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO .....	28
3.2	ETAPA PLANEJAR .....	29
3.2.1	<i>Comparação entre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC17025:2005 e o Anexo C da Portaria nº 070/2008</i> .....	29
3.2.2	<i>Definição da documentação a ser elaborada ou adaptada</i> .....	30
3.3	ETAPA EXECUTAR .....	30
3.4	ETAPA VERIFICAR .....	30
3.5	ETAPA AGIR .....	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
4.1	RESULTADOS DA ETAPA PLANEJAR .....	31
4.1.1	<i>Comparação entre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC17025:2005 e o Anexo C da Portaria nº070/2008</i> .....	32
4.1.2	<i>Definição da documentação a ser elaborada ou adaptada</i> .....	33
4.2	RESULTADOS DA ETAPA DO .....	34
4.2.1	<i>Elaboração dos documentos e treinamento</i> .....	34
4.2.2	<i>Realização do ensaio</i> .....	35
4.3	RESULTADOS DA ETAPA VERIFICAR .....	39
4.3.1	<i>Não-conformidade 1</i> .....	40
4.3.2	<i>Não-conformidade 2</i> .....	40
4.3.3	<i>Não-conformidade 3</i> .....	41
4.3.4	<i>Não-conformidade 4</i> .....	41
4.3.5	<i>Não-conformidade 5</i> .....	42
4.4	RESULTADOS DA ETAPA AGIR.....	42
4.4.1	<i>Não-conformidade 1</i> .....	42
4.4.2	<i>Não-conformidade 2</i> .....	43
4.4.3	<i>Não-conformidade 3</i> .....	43
4.4.4	<i>Não-conformidade 4</i> .....	43
4.4.5	<i>Não-conformidade 5</i> .....	43
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b> .....	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A certificação de produtos tem se tornado cada vez mais comum em função de uma imposição do mercado e pode ser vista como uma exigência dos consumidores que visam qualidade e preço justo. Serve como um eficaz instrumento para o desenvolvimento industrial e para a proteção do consumidor, sendo reconhecida pela sociedade como indispensável para elevar e manter o nível de qualidade dos produtos, serviços e empresas de um país.

A certificação é a demonstração formal de que um produto, devidamente identificado, atende aos requisitos de normas ou regulamentos técnicos específicos e podem ser do tipo voluntárias ou compulsórias.

A certificação compulsória é condição obrigatória, e sem ela, o produto não tem permissão para ser comercializado. É regulamentada por lei ou portaria, dá prioridade às questões de segurança, saúde e meio ambiente e obriga a colocação de uma identificação da conformidade à certificação (Selo de identificação). São exemplos de certificações compulsórias brinquedos, produtos para segurança elétrica, pino-rei, entre tantos outros.

A voluntária é de ação espontânea, não possui qualquer regulamentação de órgão oficial, mas pode ser um diferencial perante a competitividade do mercado exigente. Como exemplo, pode-se citar as certificações de sistema de gestão de qualidade e de gestão ambiental.

Sendo assim, em 22 de fevereiro de 2008, foi baixada a Portaria nº 070/2008 do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) instituindo a certificação compulsória para o pino-rei utilizado em veículos rodoviários que transportam cargas e produtos perigosos e que deve ser realizada por um OCP (Organismo Certificador de Produto), acreditado pelo Inmetro.

Como atualmente, não há no Brasil nenhum laboratório acreditado no Inmetro que realize ensaio de resistência do pino-rei (NBR NM-ISO 8716:2001 - Veículos Rodoviários Comerciais - Pino-rei para Quinta Roda - Ensaio de Resistência) o Laboratório de Metalurgia Física - LAMEF do Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da UFRGS foi contratado para a realização deste ensaio, uma vez que realiza esse tipo de ensaio. Essa

contratação foi possível porque de acordo com o item 12 do anexo da Portaria ‘quando da impossibilidade da execução dos ensaios em Laboratório de Ensaio acreditado, pode ser aceita a utilização de Laboratório de Ensaio não acreditado. Nesse caso o OCP deve avaliar esse Laboratório de Ensaio de acordo com os requisitos estabelecidos no Anexo C deste RAC’ (Regulamento de Avaliação da Conformidade) (INMETRO, 2008).

Apesar de realizar esse tipo de ensaio há bastante tempo, o Grupo de Projetos em Engenharia (ProEng) do LAMEF não tinha um sistema de gestão implementado. Como o sistema de gestão do LAMEF foi concebido de maneira que, quando necessário, seria simples estendê-lo a todos os grupos de ensaio foi iniciado o trabalho de implementação dos requisitos solicitados no Anexo C da Portaria nº 070/2008.

Essa adequação do sistema de gestão do LAMEF para atender aos requisitos do Anexo C é apresentada neste trabalho, assim como as etapas de planejamento, execução, realização do ensaio e dificuldades encontradas ao longo da adequação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção será apresentada uma pequena revisão de conceitos que serão úteis para o bom entendimento do desenvolvimento deste trabalho.

### 2.1 PINO REI

O pino-rei, conforme mostrado na Figura 1, é um componente automotivo que serve para unir o caminhão à carroceria de carretas. É um item de extrema importância porque durante a movimentação do caminhão e da carreta, todo o peso da carreta incide diretamente sobre o pino-rei. Em função disso, pinos fora da especificação, com defeitos de fabricação ou danificados com o uso podem romper-se e fazer com que a carreta se desprenda do caminhão e perca seu curso.



Figura 2.1: Exemplo de um pino rei de 8 furos, na posição em que é utilizado. Fonte: [http://www.jost.com.br/produto.aspx?area\\_id=20&section\\_id=2030&link\\_id=203010&tipo=link&cd\\_tipo=203010&idioma=br](http://www.jost.com.br/produto.aspx?area_id=20&section_id=2030&link_id=203010&tipo=link&cd_tipo=203010&idioma=br) em 28/01/2010.

O acoplamento do caminhão com a carroceria acontece quando se engata o pino-rei na quinta roda. A quinta roda é o equipamento de engate de um caminhão tipo cavalo-trator a um

semi-reboque. Tem um formato circular e geralmente é instalado em um caminhão com quatro rodas, por isso o nome de quinta roda. Na Figura 2.2 observa-se a posição do acoplamento do pino-rei na quinta roda e na figura 2.3 a instalação do pino-rei.

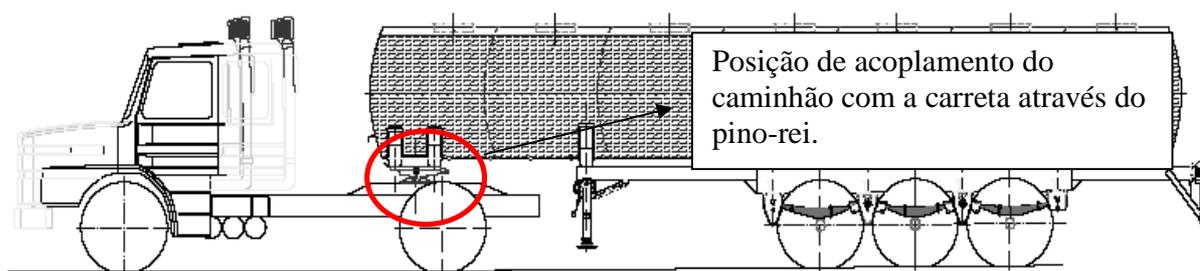


Figura 2.2: Exemplo de posicionamento do pino-rei em um semi-reboque equipado com suspensão mecânica de 3 eixos. Fonte: [http://www.abcr.org.br/publi/seminario\\_pdf/0504.pdf](http://www.abcr.org.br/publi/seminario_pdf/0504.pdf) em 28/01/2010.



Figura 2.3: Pino sendo instalado em um caminhão. Fonte: <http://www.serv-molas.com.br/photo/showpic.php?picid=191> em 28/01/2010.

## 2.2 CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO

A certificação é um dos principais mecanismos existentes para a avaliação da conformidade de um produto em relação a uma determinada norma técnica. Esta avaliação pode ser feita pela realização de ensaios de produtos e de auditorias em sistemas de controle e garantia da qualidade, no âmbito de um processo sistematizado, acompanhado e avaliado, visando proporcionar a maior confiabilidade possível, dentro de parâmetros e recursos que viabilizem a opção por este mecanismo de avaliação. O processo de avaliação é realizado por

uma organização independente, acreditada por um organismo regulador (no Brasil, pelo Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial).

### **2.2.1 Benefícios da certificação de produtos**

Para a indústria que tem um produto certificado diversos são os benefícios, como:

- maior aceitação de seus produtos no mercado;
- uso da certificação como meio de controle da produção;
- influência da certificação no aumento da produtividade e do nível da qualidade de toda uma indústria, quando aplicada em nível nacional;
- influência junto a determinadas camadas de fornecedores;
- defesa de ações legais relacionadas com seus produtos;
- melhoria da relação cliente-fornecedor (confiança);
- diminuição dos controles e avaliação por parte dos seus clientes.

### **2.2.2 Importância da certificação**

Existem muitos benefícios decorrentes da certificação de produto, mas os principais beneficiados são as indústrias e os clientes.

Para as indústrias a certificação resulta, além do aumento do nível de qualidade de seus serviços, em um aumento de sua competitividade, diferenciando-as dos seus concorrentes.

A certificação pode ser explorada do ponto de vista comercial (sendo aproveitada pelo Marketing) e também como uma superação às barreiras técnicas em mercados internacionais. Já para os consumidores a certificação oferece um novo e importante parâmetro na decisão de compra: a melhoria da qualidade. Ela pode ser considerada uma aliada do Código de Defesa do Consumidor, pois é o que garante a conformidade de um produto ou serviço com o que foi pré-estabelecido em um contrato ou especificado em uma embalagem, além de garantir a segurança do consumidor.

### **2.2.3 Modelos ISO de certificação de produtos, processos ou serviços**

Existem modelos internacionalmente reconhecidos para a realização de uma certificação. Os modelos a seguir foram definidos pela ISO no ISO/IEC GUIDE 67:2004.

- a) Modelo 1 - Ensaio de Tipo: fornece uma comprovação de conformidade de um item, em um dado momento. É o mais simples e limitado dos modelos: corresponde a um ensaio, realizado em uma única amostra;
- b) Modelo 2 - Ensaio de Tipo + Coleta de Amostras do Comércio: baseado no ensaio de tipo do produto, combinado com ações posteriores para verificação da continuidade da conformidade da sua produção. São realizados ensaios em amostras retiradas no comércio;
- c) Modelo 3 - Ensaio de Tipo + Coleta de Amostras do Fabricante: também é baseado no ensaio de tipo e combinado com ações posteriores para verificar se a produção continua conforme em amostras retiradas na própria fábrica;
- d) Modelo 4 - Ensaio de Tipo + Coleta de Amostras do Fabricante e do Comércio: combinação dos Modelos 2 e 3, com ensaio de tipo e verificações posteriores por ensaios em amostras retiradas na fábrica e no comércio;
- e) Modelo 5 - Ensaio de Tipo + Coleta de Amostras do Fabricante e do Comércio + Avaliação do Sistema da Qualidade do Fabricante: além de todas as características contidas no Modelo 4, contempla uma avaliação das ações do fabricante para o controle da qualidade de sua produção e ainda promove um acompanhamento regular, por auditorias, da manutenção do controle de qualidade inicialmente encontrado. Este é o modelo mais utilizado no SBAC – Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – e proporciona um sistema confiável e completo de avaliação de conformidade de produto fabricado em série e em grande escala. Por esta razão, é usado na grande maioria das indústrias de processamento que adotam certificação de produto. O ISO/IEC GUIDE 28:2004, por exemplo, que estabelece diretrizes gerais para sistemas de certificação de produtos por terceira parte, utiliza o Modelo 5;
- f) Modelo 6 - Avaliação do Sistema de Controle de Qualidade: avalia a capacidade de uma empresa para fabricar um produto conforme determinada especificação. Mas não é adequado para a certificação de produto, uma vez que não se avalia a conformidade do produto final;

- g) Modelo 7 - Ensaio de Lote: estabelece a realização de ensaio em amostras tomadas de um lote de fabricação do produto, cujo resultado final é a aceitação ou não de todo o lote. Cada lote avaliado é aprovado independentemente;
- h) Modelo 8 - Ensaio 100%: corresponde à verificação de todos os critérios estabelecidos em uma norma ou regulamento técnico sobre o produto em que os ensaios não podem ser destrutivos. Além da inviabilidade técnica para alguns tipos de produtos, seus custos são geralmente elevados.

#### **2.2.4 Tipos de Certificação**

As certificações podem ser do tipo compulsória ou voluntária, dependendo do grau de periculosidade que o produto, por exemplo, apresente na fabricação ou no descarte final para as pessoas, saúde, segurança e meio ambiente (TICONA 2003).

- a) Certificação compulsória – Quando o Estado considerar não ser suficiente, em virtude dos riscos envolvidos, o atendimento a determinadas normas ou regulamentos técnicos, ele pode exigir a demonstração prévia da conformidade a esses requisitos específicos para então o produto, processo ou serviço ser oferecido ao mercado. A certificação compulsória é obrigatória e o não-cumprimento representa uma ilegalidade. Deve ser efetuada por organismos credenciados de certificação, assim legitimando ao Estado aceitar o certificado que atesta a conformidade dos produtos objeto da compulsoriedade. Em paralelo, o governo estabelece mecanismos de fiscalização para os mercados nacionais e internacionais, de modo a poder garantir o seu efetivo cumprimento. A certificação compulsória deve ser executada com base no regulamento técnico (e não em norma voluntária) indicado no documento legal que a criou (que pode ser uma lei, uma portaria ou outro ato legal emitido por uma autoridade) e complementada por regra específica de certificação. Por conter regras obrigatórias, o regulamento técnico é restrito ao que é considerado essencial e constitui-se em “papel do Estado”, impondo assim garantias para assegurar os aspectos relacionados com a saúde, segurança, proteção do consumidor e do meio ambiente, e da justa e leal concorrência que deveria ser própria dos mercados abertos.

- b) Certificação voluntária - A certificação voluntária tem como objetivo garantir a conformidade de processos ou serviços às normas e é decisão exclusiva da empresa que fabrica produtos e/ou fornece serviços. Assim, quando a certificação é voluntária, podem coexistir no mercado produtos e serviços certificados e não certificados. Nestes casos, a certificação torna-se um diferencial de mercado, passando a ser um valor agregado ao produto, o que é altamente significativo em favor das empresas que adotam a certificação. A certificação voluntária, no âmbito do sistema brasileiro de certificação, deve ser executada com base nas normas brasileiras, regionais ou internacionais, mas também pode se basear em outras normas, desde que seu campo de ação não esteja coberto por aquelas. No âmbito internacional, o organismo de referência é a ISO e, no Brasil, compete à ABNT a gestão do sistema brasileiro de normalização voluntária.

### 2.3 REGULAMENTO TÉCNICO

Os programas de Avaliação da Conformidade compulsórios têm como documento de referência um regulamento técnico, enquanto os voluntários são baseados em uma norma. A principal diferença entre um regulamento técnico e uma norma é que o primeiro tem seu uso obrigatório e, o segundo, voluntário.

Enquanto o regulamento técnico é estabelecido pelo Poder Público, a norma é consensual, ou seja, estabelecida após ampla discussão pela sociedade e emitida por uma organização não governamental. No caso específico do Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, foi reconhecida, através da Resolução Conmetro nº 7<sup>1</sup>, de 24 de agosto de 1992 como o Fórum Nacional de Normalização.

Outra característica que deve ser ressaltada é que o regulamento técnico pode referenciar uma norma técnica, tornando seus critérios, ou parte deles, a princípio voluntários, como de caráter compulsório. Tanto quanto possível, o regulamento deve basear-se em uma Norma

---

<sup>1</sup> Resolução Conmetro nº 7 de 24 de agosto de 1992. Apud: INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). Avaliação da Conformidade. 5.ed. Rio de Janeiro: Diretoria da Qualidade, 2007.

Técnica, tornando obrigatórios os requisitos ligados a proteção do cidadão, do meio ambiente e da nação. (INMETRO, 2007).

### **2.3.1 Portaria do Inmetro**

Para avaliação da conformidade e posterior certificação do pino-rei foi publicada a Portaria nº 070, de 22 de fevereiro de 2008 que baixou, entre outras, a seguinte resolução: “Art. 3º Instituir, no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade – SBAC, a certificação compulsória para o pino-rei utilizado em veículos rodoviários que transportam cargas e produtos perigosos, a qual deverá ser realizada por Organismo de Certificação de Produto (OCP), acreditado pelo Inmetro, consoante o estabelecido no Regulamento ora aprovado” (INMETRO, 2008).

O objetivo principal da Portaria foi estabelecer os critérios para o programa de avaliação da conformidade de pino-rei, utilizado em veículos rodoviários, com foco na segurança, através do mecanismo de certificação compulsória, atendendo aos requisitos especificados nas Normas NBR NM-ISO 337:2001 (Veículos Rodoviários - Pino-rei de 50mm para Semi-Reboques - Dimensões Básicas de Montagem e Intercambiabilidade), NBR NM-ISO 4086:2006 (Veículos Rodoviários - Pino-rei de 90mm para Semi-Reboques – Intercambiabilidade) e NBR NM-ISO 8716:2001 (Veículos Rodoviários Comerciais - Pino-rei para Quinta Roda - Ensaio de Resistência), visando propiciar o aumento da segurança no transporte rodoviário em geral.

A Portaria permite que a empresa solicitante (fabricante do pino-rei) defina qual o Modelo de Certificação a ser utilizado entre os três sugeridos: Certificação Modelo 3, Certificação Modelo 5 ou Certificação Modelo 7.

Dependendo do modelo de certificação escolhido, as solicitações do OCP podem variar, mas para qualquer uma delas, a necessidade de ensaio do produto se faz necessária. Ainda de acordo com a Portaria cabe ao OCP selecionar o laboratório a ser contratado para a realização dos ensaios relativos ao processo de certificação do produto, com a concordância da empresa solicitante.

No item 12 do Anexo da Portaria, estão definidas as condições para escolha do Laboratório de Ensaio que realizará o ensaio de resistência do pino-rei. O primeiro critério a

ser considerado na escolha do Laboratório é que o mesmo faça parte da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE), isto é, seja acreditado pelo Inmetro. Em caráter excepcional e precário, desde que condicionado a uma avaliação pelo OCP, com base nas regras definidas no Anexo C da Portaria nº 070/2008, um laboratório de ensaio não acreditado poderá ser usado para o escopo específico, quando configurada uma das seguintes hipóteses:

- a) Quando não houver Laboratório de Ensaio acreditado para o escopo do programa de avaliação da conformidade;
- b) Quando houver somente um Laboratório de Ensaio acreditado, e o OCP, evidencie que o preço das análises ou ensaios do Laboratório de Ensaio não acreditado em comparação com o acreditado, seja, no mínimo, inferior a 50%;
- c) Quando o(s) Laboratório(s) de Ensaio acreditado(s) não atender(em), em no máximo 02 (dois) meses, o prazo para o início das análises ou ensaios previstos no Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC);
- d) Quando o(s) Laboratório(s) de Ensaio acreditado(s) estiver(em) em local(is) distante(s) da Empresa Solicitante, a ponto de criar dificuldades do transporte das amostras, inclusive quebra e danos das mesmas ou prejudicar o prazo para entrega no Laboratório de Ensaio (INMETRO, Portaria nº 70/2008).

### **2.3.2 Anexo C da Portaria nº 070/2008**

O Anexo C da Portaria nº 070/2008 é formado pelos Requisitos Gerais para Avaliação de Laboratório de Ensaios Não Acreditados. Os requisitos apresentados no Anexo C avaliam questões relacionadas ao Sistema de Gestão do Laboratório e Competência Técnica para realização dos ensaios. Baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e de calibração), o Anexo C apresenta bem menos requisitos e com exigências diferentes para os mesmos.

A seguir, são apresentados os requisitos do Anexo C conforme constam na Portaria.

## **1 Confidencialidade**

**1.1** O Laboratório de Ensaio deve possuir procedimentos documentados e implementados para preservar a proteção da confidencialidade e integridade das informações, considerando, pelo menos:

- a) o acesso aos arquivos, inclusive os computadorizados;
- b) o acesso restrito ao Laboratório de Ensaio;
- c) o conhecimento do pessoal do Laboratório de Ensaio a respeito da confidencialidade das informações.

## **2 Organização**

**2.1** O Laboratório de Ensaio deve designar os signatários para assinar os relatórios de ensaio e ter total responsabilidade técnica pelo seu conteúdo.

**2.2** O Laboratório de Ensaio deve possuir um gerente técnico e um substituto (qualquer que seja a denominação) com responsabilidade global pelas suas operações técnicas.

**2.3** Quando o Laboratório de Ensaio for de primeira parte, as responsabilidades do pessoal-chave da organização que tenha envolvimento ou influência nos ensaios do Laboratório de Ensaio devem ser definidas, de modo a identificar potenciais conflitos de interesse.

**2.3.1** Convém, também, que os arranjos organizacionais sejam tais que os departamentos que tenham potenciais conflitos de interesses, tais como produção, marketing comercial ou financeiro, não influenciem negativamente a conformidade do Laboratório de Ensaio com os requisitos deste Anexo.

## **3 Sistema de Gestão**

**3.1** Todos os documentos necessários para o correto desempenho das atividades do Laboratório de Ensaio, devem ser identificados de forma unívoca e conter a data de sua emissão, o seu número de revisão e a autorização para a sua emissão.

**3.2** Todos os documentos necessários para o correto desempenho das atividades do Laboratório de Ensaio, devem estar atualizados e acessíveis ao seu pessoal.

**3.3** O Laboratório de Ensaio deve documentar as atribuições e responsabilidades do gerente técnico e do pessoal técnico envolvido nos ensaios, considerando, pelo menos, as responsabilidades quanto:

- a) à execução dos ensaios;
- b) ao planejamento dos ensaios, avaliação dos resultados e emissão de relatórios de ensaio;
- c) à modificação, desenvolvimento, caracterização e validação de novos métodos de ensaio;
- d) às atividades gerenciais.

**3.4** O Laboratório de Ensaio deve possuir a identificação dos signatários autorizados (onde esse conceito for apropriado).

**3.5** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos documentados e implementados para a obtenção da rastreabilidade das medições.

**3.6** O Laboratório de Ensaio deve ter formalizada a abrangência dos seus serviços e disposições para garantir que possui instalações e recursos apropriados.

**3.7** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos documentados e implementados para manuseio dos itens de ensaio.

**3.8** O Laboratório de Ensaio deve ter a listagem dos equipamentos e padrões de referência utilizados, incluindo a respectiva identificação.

**3.9** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos documentados e implementados, para retroalimentação e ação corretiva, sempre que forem detectadas não-conformidades nos ensaios.

#### **4 Pessoal**

**4.1** O Laboratório de Ensaio deve ter pessoal suficiente, com a necessária escolaridade, treinamento, conhecimento técnico e experiência para as funções designadas.

**4.2** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos para a utilização de técnicos em processo de treinamento estabelecendo, para isso, os registros de supervisão dos mesmos e criando mecanismos para garantir que sua utilização não prejudique os resultados dos ensaios.

**4.3** O Laboratório de Ensaio deve ter e manter registros atualizados de todo o seu pessoal técnico envolvido nos ensaios. Estes registros devem possuir data da autorização, pelo menos, para:

- a) realizar os diferentes tipos de amostragem, quando aplicável;
- b) realizar os diferentes tipos de ensaios;
- c) assinar os relatórios de ensaios;
- d) operar os diferentes tipos de equipamentos.

#### **5 Acomodações e Condições Ambientais**

**5.1** As acomodações do Laboratório de Ensaio, áreas de ensaios, fontes de energia, iluminação e ventilação devem possibilitar o desempenho apropriado dos ensaios.

**5.2** O Laboratório de Ensaio deve ter instalações com a monitoração efetiva, o controle e o registro das condições ambientais, sempre que necessário.

**5.3** O Laboratório de Ensaio deve manter uma separação efetiva entre áreas vizinhas, quando houver atividades incompatíveis.

#### **6 Equipamentos e Materiais de Referência**

**6.1** O Laboratório de Ensaio deve possuir todos os equipamentos, inclusive os materiais de referência necessários à correta realização dos ensaios.

**6.2** Antes da execução do ensaio, o Laboratório de Ensaio deve verificar se algum item do equipamento está apresentando resultados suspeitos. Caso isso ocorra, o equipamento deve ser colocado fora de operação, identificado como fora de uso, reparado e demonstrado por calibração, verificação ou ensaio, que voltou a operar satisfatoriamente, antes de ser colocado novamente em uso.

**6.3** Cada equipamento deve ser rotulado, marcado ou identificado, para indicar o estado de calibração. Este estado de calibração deve indicar a última e a próxima calibração, de forma visível.

**6.4** Cada equipamento deve ter um registro que indique, no mínimo:

- a) nome do equipamento;
- b) nome do fabricante, identificação de tipo, número de série ou outra identificação específica;
- c) condição de recebimento, quando apropriado;
- d) cópia das instruções do fabricante, quando apropriado;
- e) datas e resultados das calibrações e/ou verificações e data da próxima calibração e/ou verificação;
- f) manutenções realizadas (preventivas e corretivas), e planejamento das preventivas futuras;
- g) histórico de cada dano, modificação ou reparo.

**6.5** Cada material de referência deve ser rotulado ou identificado, para indicar a certificação ou a padronização. O rótulo deve conter, no mínimo:

- a) nome do material de referência;
- b) responsável pela certificação ou padronização (firma ou pessoa);
- c) composição, quando apropriado;
- d) data de validade.

## **7 Rastreabilidade das Medições e Calibrações**

**7.1** O Laboratório de Ensaio deve ter um programa estabelecido para a calibração e a verificação dos seus equipamentos, a fim de garantir o uso de equipamentos calibrados e/ou verificados, na data da execução dos ensaios.

**7.2** Os certificados de calibração dos padrões de referência devem ser emitidos por:

- a) laboratórios nacionais de metrologia;
- b) laboratórios de calibração acreditados pela Cgcre;
- c) laboratórios integrantes de Institutos Nacionais de Metrologia de outros países, nos seguintes casos:

- quando a rastreabilidade for obtida diretamente de uma instituição que detenha o padrão primário de grandeza associada, ou;

- quando a instituição participar de programas de comparação interlaboratorial, juntamente com a Cgcre, obtendo resultados compatíveis;

- laboratórios acreditados por Organismos de Acreditação de outros países, quando houver acordo de reconhecimento mútuo ou de cooperação entre o Inmetro e esses Organismos.

**7.3** Os certificados dos equipamentos de medição e de ensaio de um Laboratório de Ensaio devem atender aos requisitos do item anterior.

**7.4** Os padrões de referência mantidos pelo Laboratório de Ensaio devem ser usados apenas para calibrações, a menos que possa ser demonstrado que seu desempenho como padrão de referência não seja invalidado.

## **8 Calibração e Método de Ensaio**

**8.1** Todas as instruções, normas e dados de referência pertinentes ao trabalho do Laboratório de Ensaio, devem estar documentados, mantidos atualizados e prontamente disponíveis ao pessoal do Laboratório de Ensaio.

**8.2** O Laboratório de Ensaio deve utilizar procedimentos documentados e técnicas estatísticas apropriadas, de seleção de amostras, quando realizar a amostragem como parte do ensaio.

**8.3** O Laboratório de Ensaio deve submeter os cálculos e as transferências de dados a verificações apropriadas.

**8.4** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos para a prevenção de segurança dos dados dos registros computacionais.

## **9 Manuseio dos Itens**

**9.1** O Laboratório de Ensaio deve identificar de forma unívoca os itens a serem ensaiados, de forma a não haver equívoco, em qualquer tempo, quanto à sua identificação.

**9.2** O Laboratório de Ensaio deve ter procedimentos documentados e instalações adequadas para evitar deterioração ou dano ao item do ensaio durante o armazenamento, manuseio e preparo do item de ensaio.

## **10 Registros**

**10.1** O Laboratório de Ensaio deve manter um sistema de registro adequado às suas circunstâncias particulares e deve atender aos regulamentos aplicáveis, bem como o registro de todas as observações originais, cálculos e dados decorrentes, registros e cópia dos relatórios de ensaio, durante um período, de pelo menos, 04 (quatro) anos.

**10.2** As alterações e/ou erros dos registros devem ser riscados, não removendo ou tornando ilegível a escrita ou a anotação anterior, e a nova anotação deve ser registrada ao lado da anterior riscada, de forma legível que não permita dúvida interpretação, e conter a assinatura ou a rubrica do responsável.

**10.3** Os registros dos dados de ensaio devem conter, no mínimo:

- a) identificação do Laboratório de Ensaio;
- b) identificação da amostra;
- c) identificação do equipamento utilizado;
- d) condições ambientais relevantes;
- e) resultado da medição e suas incertezas, quando apropriado;
- f) data e assinatura do pessoal que realizou o trabalho.

**10.4** Todos os registros impressos por computador ou calculadoras, gráficos e outros devem ser datados, rubricados e anexados aos registros das medições.

**10.5** Todos os registros (técnicos e da qualidade) devem ser mantidos pelo Laboratório de Ensaio quanto à segurança e confidencialidade.

### **11 Certificados e Relatórios de Ensaio**

**11.1** Os resultados de cada ensaio ou série de ensaios realizados pelo Laboratório de Ensaio, devem ser relatados, de forma precisa, clara e objetiva, sem ambiguidades em um relatório de ensaio e devem incluir todas as informações necessárias para a interpretação dos resultados de ensaio, conforme exigido pelo método utilizado.

**11.2** O Laboratório de Ensaio deve registrar todas as informações necessárias para a repetição do ensaio e estes registros devem estar disponíveis para o cliente.

**11.3** Todo relatório de ensaio deve incluir, pelo menos, as seguintes informações:

- a) título;
- b) nome e endereço do Laboratório de Ensaio;
- c) identificação única do relatório;
- d) nome e endereço do cliente;
- e) descrição e identificação, sem ambiguidades, do item ensaiado;
- f) caracterização e condição do item ensaiado;
- g) data do recebimento do item e data da realização do ensaio;
- h) referência aos procedimentos de amostragem quando pertinente;
- i) quaisquer desvios, adições ou exclusões do método de ensaio e qualquer outra informação pertinente a um ensaio específico, tal como condições ambientais;
- j) medições, verificações e resultados decorrentes, apoiados por tabelas, gráficos, esquemas e fotografias;
- k) declaração de incerteza estimada do resultado do ensaio (quando pertinente);
- l) assinatura, título ou identificação equivalente de pessoal responsável pelo conteúdo do relatório e data de emissão;
- m) quando pertinente, declaração de que os resultados se referem somente aos itens ensaiados;
- n) declaração de que o relatório só deve ser reproduzido por inteiro e com a aprovação do cliente;
- o) identificação do item;
- p) referência à especificação da norma utilizada.

### **12 Serviços de Apoio e Fornecimentos Externos**

**12.1** O Laboratório de Ensaio deve manter registros referentes à aquisição de equipamentos, materiais e serviços, incluindo:

- a) especificação da compra;
- b) inspeção de recebimento;
- c) calibração ou verificação.

## 2.4 ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 foi elaborada como resultado de ampla experiência na implementação do ABNT NBR ISO/IEC Guia 25 e da EN 45001 (norma europeia), que agora estão substituídos e cancelados, permanecendo em vigor apenas a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Ela contém todos os requisitos que os laboratórios de ensaio e calibrações devem atender se desejam demonstrar que tem implementado um sistema da qualidade, são tecnicamente competentes e que são capazes de produzir resultados tecnicamente válidos.

Os principais objetivos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 são:

- Estabelecer um padrão internacional e único para atestara competência dos laboratórios para realizarem ensaios e/ou calibrações, incluindo amostragem. Tal padrão facilita o estabelecimento de acordos de reconhecimento mútuo entre os organismos de credenciamento nacionais;
- Facilitar a interpretação e a aplicação dos requisitos, evitando ao máximo opiniões divergentes e conflitantes. Ao incluir muitas notas que apresentam esclarecimentos sobre o texto, exemplos e orientações, a NBR ISO/IEC reduz a necessidade de documentos explicativos adicionais.
- Fornecer extensão do escopo em relação à ISO Guia 25, abrangendo também amostragem, desenvolvimento de novos métodos e melhoria.
- Estabelecer uma relação mais estreita, clara e sem ambiguidade com a ISO 9001 (LIMA, 2005).

### 2.4.1 Requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

A numeração apresentada segue a mesma numeração dos requisitos apresentados na norma.

#### *4 Requisitos Gerenciais:*

*4.1 Organização* – tem por objetivo definir as estruturas organizacional e gerencial do laboratório, suas responsabilidades e autoridade e o seu inter-relacionamento do pessoal.

- 4.2 *Sistema da qualidade* – tem por objetivo estabelecer, implementar e manter um sistema da qualidade apropriado ao escopo das atividades, tipo e volume de ensaios do laboratório. A gerência do laboratório deve documentar sua política, o sistema da qualidade, os procedimentos e instruções, de modo a garantir a qualidade dos resultados dos ensaios.
- 4.3 *Controle de documentos* – tem por objetivo estabelecer e manter procedimentos para controlar todos os documentos que façam parte da documentação da qualidade, incluindo documentos de origem externa, tais como regulamentações, normas, métodos de ensaio/calibração, bem como, especificações, instruções e manuais.
- 4.4 *Análise crítica de contrato* – tem por objetivo assegurar a concordância entre cliente/fornecedor a respeito dos requisitos especificados, métodos adotados bem como a real capacidade e recursos disponíveis para atendimentos das especificações.
- 4.5 *Subcontratação de ensaios e calibração* – tem por objetivo garantir que os serviços de ensaios e calibração fornecidos por laboratórios externos sigam os mesmos critérios desta norma e com isto apresentem a mesma qualidade.
- 4.6 *Aquisição de serviços e suprimentos* – tem por objetivo garantir a qualidade dos serviços e suprimentos adquiridos de forma tal que não comprometam a qualidade dos serviços prestados pelo laboratório.
- 4.7 *Atendimento ao cliente* – tem por objetivo facilitar o relacionamento com o cliente e monitorar a performance do laboratório com relação aos serviços prestados.
- 4.8 *Reclamações* – tem por objetivo controlar as reclamações recebidas, de forma a proceder sua investigação das causas e tomar as ações corretivas adequadas.
- 4.9 *Controle de ensaios não-conformes* – tem por objetivo promover o devido tratamento a toda e qualquer não-conformidade encontrada nos trabalhos de calibração e ensaio de modo a não comprometer a qualidade final dos trabalhos.
- 4.10 *Melhoria* – tem por objetivo promover a melhoria contínua dos processos do laboratório.

- 4.11 *Ação corretiva* – tem por objetivo identificar as causas das não-conformidades ocorridas, propor as ações corretivas correspondentes bem como o seu monitoramento.
- 4.12 *Ação preventiva* – tem por objetivo identificar melhorias sobre as fontes potenciais de problemas ou no sistema de qualidade, de modo a evitar a ocorrência de não-conformidades.
- 4.13 *Registros* – tem por objetivo manter o histórico dos registros da qualidade e técnicos do laboratório.
- 4.14 *Auditoria interna* – tem por objetivo verificar se o sistema da qualidade está sendo seguido conforme estabelecido nos procedimentos e políticas.
- 4.15 *Análise crítica do sistema* – tem por objetivo verificar a eficácia do sistema da qualidade através dos resultados das auditorias internas e análise do acompanhamento das ações corretivas e preventivas.

#### *5 Requisitos Técnicos:*

- 5.1 *Generalidades* – tem por objetivo apresentar os vários fatores que contribuem para a determinação da precisão e confiabilidade dos ensaios e/ou calibrações efetuados pelo laboratório.
- 5.2 *Pessoal* – tem por objetivo estabelecer e controlar a competência técnica e gerencial de todo o pessoal envolvido com as atividades do laboratório
- 5.3 *Instalações e condições ambientais* – tem por objetivo estabelecer e controlar as instalações e condições ambientais adequadas para a realização dos trabalhos.
- 5.4 *Método de ensaio, calibração e validação de método* – tem por objetivo selecionar, desenvolver e validar métodos adequados de modo a atender os requisitos dos ensaios e calibrações.
- 5.5 *Equipamentos* – tem por objetivo assegurar a manutenção e calibração dos equipamentos utilizados para realizar os ensaios e calibrações.

- 5.6 *Rastreabilidade da medida* – tem por objetivo estabelecer a rastreabilidade das medidas dos ensaios e calibrações com base em padrões reconhecidos.
- 5.7 *Amostragem* – tem por objetivo estabelecer planos e procedimentos de amostragem de modo a caracterizar as medições efetuadas.
- 5.8 *Manuseio de itens de ensaio e calibração* – tem por objetivo garantir a integridade dos itens de calibração e ensaio, durante o seu manuseio e transporte.
- 5.9 *Garantia da qualidade* – tem por objetivo garantir a qualidade dos resultados dos ensaios e calibrações através do seu monitoramento.
- 5.10 *Apresentação dos resultados* – tem por objetivo estabelecer procedimentos para a correta emissão dos relatórios dos resultados dos ensaios e calibrações.

#### **2.4.2 Incerteza de Medição**

A norma NBR ISO/IEC 17025 estabelece que o relato da incerteza em um relatório de ensaio é necessário quando informações sobre ela são relevantes para a validade ou a aplicação dos resultados dos ensaios, quando o cliente solicitar ou quando a incerteza afetar a conformidade com relação a limites de especificação.

A avaliação da incerteza de medição é necessária para as calibrações e para os ensaios. A complexidade dos diferentes tipos de ensaios pode determinar graus de rigorismo diferentes na avaliação da incerteza. Esta estimativa pode levar em consideração a experiência prévia do laboratório, utilizando dados oriundos da validação de métodos, cartas de controle, ensaios de proficiência e outros (REDE METROLÓGICA, RM 59, 2006).

Para ajudar nos cálculos de incerteza de medição, em 1993 foi desenvolvido o Guia para Incerteza de Medição (conhecido como ISO GUM). O método apresentado pelo ISO GUM estabelece regras gerais para avaliar e expressar a incerteza de medição, podendo ser aplicado do chão de fábrica à pesquisa fundamental.

O princípio do ISO GUM consiste em demonstrar que a incerteza global do ensaio ou calibração incorpora diversas fontes de incerteza, que surgem de feitos sistemáticos, além de aleatórios, conduzindo a uma intrínseca indicação de comparabilidade de resultados. A

implementação desse princípio desenvolveu no ISO GUM confiança no modelo quantitativo do sistema de medida, tipicamente imbuído de uma equação matemática (equação da medição propriamente dita) que inclui todas as contribuições relevantes para o ensaio ou calibração. A incerteza global é então estimada pela lei da propagação da incerteza, seguindo a identificação e a quantificação da incerteza individual dos fatores de influência (ELLISON; BARWICK, 1998)<sup>2</sup>.

A incerteza de medição compreende, em geral, muitos componentes. Alguns desses componentes podem ser estimados com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições e podem ser caracterizados por desvios padrão experimentais. Outros componentes, que também podem ser caracterizados por desvios padrão, são avaliados por meio de distribuições de probabilidade assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações. Em geral, o resultado de uma medição, após correção dos efeitos sistemáticos reconhecidos, é somente uma aproximação ou estimativa do valor do mensurando e, assim, só é completa quando acompanhada pela declaração da incerteza dessa estimativa (PIZZOLATO, 2006).

Segundo ABNT/INMETRO (2003)<sup>3</sup>, dentre as grandezas de entrada (fontes de variabilidade) da incerteza em uma medição, pode-se citar:

- a) realização imperfeita da definição do mensurando e definição incompleta;
- b) amostragem não representativa do mensurando definido;
- c) conhecimento inadequado dos efeitos e das condições ambientais sobre a medição ou medição imperfeita das condições ambientais;
- d) erro de tendência pessoal na leitura de equipamentos analógicos;
- e) resolução finita do equipamento ou limiar de mobilidade;
- f) valores inexatos dos padrões de medição e materiais de referência;

---

<sup>2</sup> ELLISON, Stephen L.R. and BARWICK, Vicki J. Using validation data for ISO measurement uncertainty estimation: Part 1 – Principles of an approach using cause and effect analysis. *The Analyst*, v.123, p.1387-1392, junho de 2008. Apud: PIZZOLATO, 2006.

<sup>3</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS E INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Guia para expressão da incerteza de medição**, 3. ed., Rio de Janeiro, 2003. Apud: PIZZOLATO, 2006.

- g) valores inexatos de constantes e de outros parâmetros obtidos de fontes externas e usados no algoritmo de redução de dados;
- h) aproximações e suposições incorporadas ao método e procedimento de medição;
- i) variações nas observações repetidas do mensurando sob condições aparentemente idênticas.

Com base nas grandezas de entrada citadas, observa-se o quão importante é a caracterização adequada do processo de medição. Cada grandeza acrescenta um componente de incerteza ao resultado de medição e todas devem ser consideradas e combinadas para que se obtenha uma estimativa realista da incerteza do processo de medição. O tratamento dado às grandezas de entrada possibilita chegar a um valor para a estimativa da incerteza (PIZZOLATO, 2006).

De acordo com a Figura 2.4, o método da estimativa da incerteza de medição pode ser subdividido em quatro etapas.

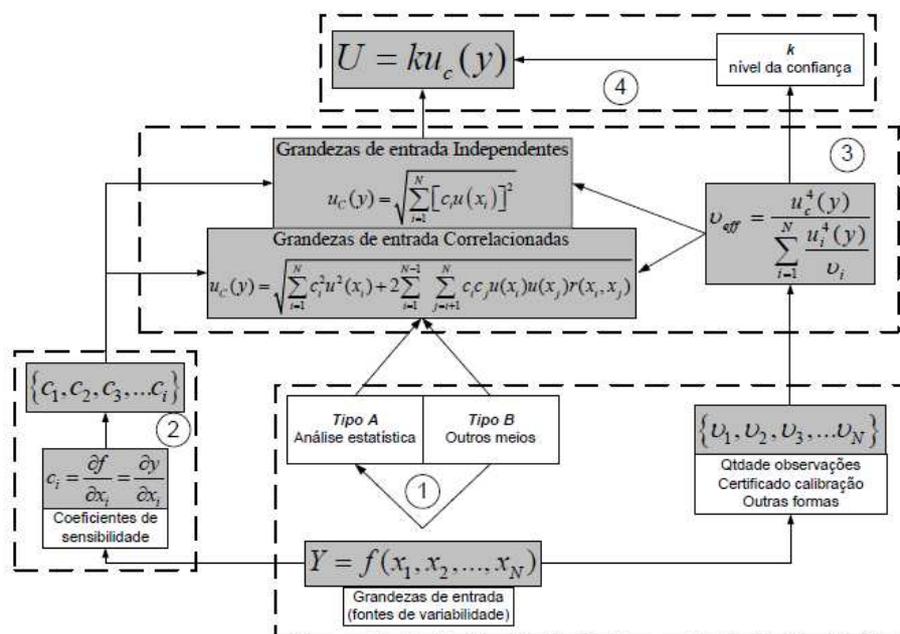


Figura 2.4: Diagrama do método da estimativa da incerteza de medição. Fonte: Pizzolato, 2006.

*Etapa 1:* Definir as grandezas de entrada ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) a considerar para que se obtenha a estimativa da incerteza de medição, determinando a forma como elas se relacionam, ou seja, o modelo matemático que rege a variabilidade de medição que está sendo realizado. Para cada grandeza determina-se a distribuição de probabilidade que representa seu comportamento, bem como, seus respectivos graus de liberdade ( $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$ ). Levar em consideração que as grandezas de

entrada podem ser estimadas com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições (caracterizados por um desvio padrão experimental – tipo A) e, ainda, outros componentes, que podem ser caracterizados por desvios padrão (tipo B), mas avaliados por meio de distribuições de probabilidade assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações. É nesta etapa que se verifica o relacionamento das grandezas de entrada, ou seja, se elas são independentes ou correlacionadas. A combinação dessas grandezas, realizada na etapa 3, é diferente de acordo com o tipo de relacionamento existente entre elas.

*Etapa 2:* Determinar o coeficiente de sensibilidade ( $c_1, \dots, c_i$ ) que descreve como a estimativa de saída varia com as alterações nos valores das estimativas de entrada ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ). Nesta etapa também pode-se verificar quanto cada fonte contribui para a incerteza global do ensaio ou calibração.

*Etapa 3:* Calcular a incerteza padrão combinada ( $u_c$ ), que é a incerteza do ensaio ou da calibração, considerando todas as fontes de incerteza, como um desvio padrão. Deve-se observar o relacionamento das grandezas de entrada, pois a combinação das incertezas padrão (o desvio padrão combinado) é realizada distintamente, dependendo do caso. A incerteza padrão combinada é uma contribuição de diferentes distribuições de probabilidade das grandezas de entrada (desde que elas sejam independentes), fundamentada no teorema do limite central, desse modo, se faz necessário calcular seus graus efetivos de liberdade ( $v_{eff}$ ).

*Etapa 4:* Calcular a incerteza expandida ( $U$ ), que é a incerteza do ensaio ou calibração, considerando-se todas as grandezas de entrada com desvio padrão relevante para obter-se um maior nível de confiança naquela estimativa (PIZZOLATO, 2006).

## 2.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA DO PINO-REI CONFORME ABNT NBR 8716:2001

De acordo com a Portaria nº 070/2008 a resistência do pino rei deve ser avaliada conforme a NBR NM-ISO 8716:2001 – “Veículos rodoviários comerciais – Pino rei para quinta roda – Ensaio de resistência”.

Esta norma tem como principal objetivo declarar as condições de ensaio e requisitos de resistência para serem atendidos pelos pinos reis.

### 2.5.1 Requisitos gerais de ensaio

Os ensaios devem ser desenvolvidos com o pino dentro do dimensionamento estabelecido nas normas NM-ISO 337 ou NM-ISO 4086. São ensaios dinâmicos e que devem ser realizados em bancada de ensaio.

Os elementos de fixação para o pino rei na bancada de ensaio devem ser aqueles destinados para sua fixação no semi-reboque, conforme instruções do fabricante. Mas é

importante que o pino seja ensaiado em separado, isto é, não acoplado à quinta-roda, com um dispositivo de travamento.

### 2.5.2 Determinação da capacidade $F_h$

A carga horizontal  $F_h$  a ser aplicada no ensaio deve ser determinada através dos cálculos para as forças longitudinais que ocorrem entre o veículo de tração e o semi-reboque.

O valor  $F_h$ , expresso em quilonewtons, deve ser calculado pela equação 2.1 estabelecida pela norma NBR NM ISO 8716:2001 :

$$F_h = g n \frac{0,6 \times m_1 \times m_2}{m_1 + m_2 - m_3} \quad (\text{Equação 2.1})$$

onde,

$m_1$  é a massa total do projeto do veículo de tração, incluindo  $m_3$ , que é para tracionar o semi-reboque, em toneladas;

$m_2$  é a massa máxima de projeto do semi-reboque que deve ser tracionado com o pino rei em toneladas;

$m_3$  é a carga vertical máxima de projeto, suportada pelo veículo de tração do semi-reboque, em toneladas;

$g$  é a aceleração devido a gravidade:

$$g = 9,80665 \text{ m/s}^2.$$

### 2.5.3 Aplicação da carga de ensaio

A carga de ensaio horizontal  $F_{h,t}$  que simula as cargas práticas em condições de dirigibilidade. Esta carga deve ser uma força alternativa aplicada no local e direção indicados na Figura 2.5.  $F_{h,t}$  deve ser aplicada por intermédio de um dispositivo especial de encaixe justo, sem folga (similar ao dispositivo de travamento da quinta-roda).

$F_{h,t}$  deve alternar entre  $+0,6 F_h$  e  $-0,6 F_h$ .

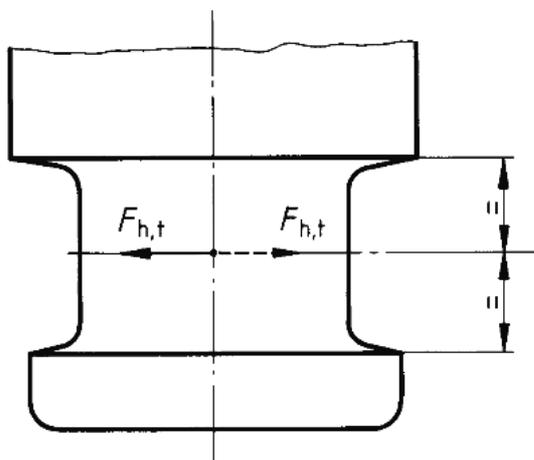


Figura 2.5: Aplicação da carga de ensaio horizontal  $F_{h,t}$  conforme a NBR NM ISO 8716:2001..

#### 2.5.4 Ciclo de carga e frequência

O ensaio dinâmico deve ser desenvolvido sinusoidalmente e o número de ciclos deve ser  $2 \times 10^6$ .

A frequência escolhida não deve exceder a 30 Hz e não deve coincidir com a frequência natural do sistema.

#### 2.5.5 Critério de resistência

O ensaio dinâmico descrito anteriormente não deve causar deformações permanentes, fissuras ou ruptura.

### 2.6 ESTRUTURA DO SISTEMA DE GESTÃO DO LAMEF

O LAMEF é um laboratório universitário ligado ao Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da UFRGS.

Sob a Coordenação do Prof. Dr. Telmo Strohaecker, o laboratório conta hoje com mais dois Professores, quatro engenheiros e um técnico do quadro de funcionários da UFRGS, que em conjunto com alunos de graduação e pós-graduação formam a equipe do laboratório.

Essa equipe está dividida em quatro sedes, sendo elas uma sala no 6º andar da Escola de Engenharia Nova e o Térreo do prédio Histórico do Chatêau localizados no Campus Central, duas salas no prédio 74 do Setor IV e a Casa de Desenvolvimento Tecnológico (CADETEC) localizados no Campus do Vale onde são desenvolvidos os trabalhos de pesquisa e um laboratório de ensino no Setor IV do Campus do Vale.

As áreas de pesquisa são divididas por Grupos, que podem trabalhar independentemente, em conjunto com outros grupos ou em parceria com empresas, através de convênios. Os Grupos de Pesquisa foram divididos da seguinte forma: Grupo de Análise Falhas (GAF), Grupo de Projeto em Engenharia (ProEng), Grupo de Ensaio Não-Destrutivos (GEND), Grupo de Ensaio em Corrosão à Fadiga (GECOR), Grupo de Ensaio Mecânicos (GEM) e Grupo de Robótica, Controle e Automação (RCA), conforme apresentado na Figura 2.6.

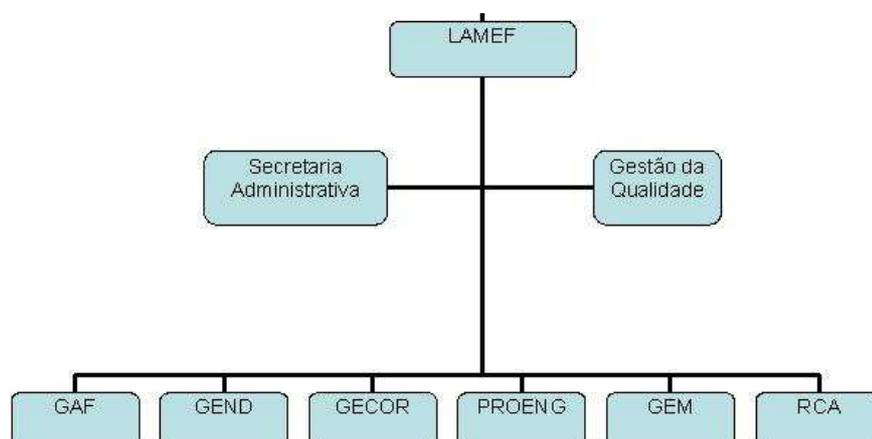


Figura 2.6: Organograma do LAMEF. Fonte: Manual da Qualidade LAMEF, rev 00, 13/11/2008.

O histórico da qualidade no LAMEF iniciou-se em 2005 com a implementação de um sistema de gestão da qualidade no GAF, sistema esse baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Com a intenção de que posteriormente o sistema fosse estendido para os demais Grupos, a estrutura da documentação foi definida de maneira a facilitar essa extensão.

Sendo assim, os documentos foram definidos em quatro níveis hierárquicos. Os dois primeiros níveis são comuns a todos os Grupos e os dois últimos níveis são específicos para cada.

A estrutura da documentação do LAMEF é apresentada na Figura 2.7

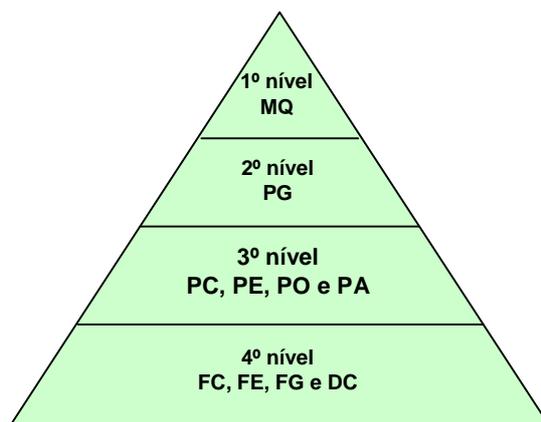


Figura 2.7: Estrutura da documentação do LAMEF. Fonte: Manual da Qualidade LAMEF, rev 00, 13/11/2008.

No primeiro nível está o Manual da Qualidade (MQ), documento que especifica a descrição do sistema de gestão do Laboratório, incluindo a Política da Qualidade, as Políticas Administrativas e referencia os procedimentos do sistema de gestão. No segundo nível, os Procedimentos Gerenciais (PG) definem as práticas a serem seguidas de maneira a assegurar a continuidade da competência técnica, ou seja, atendem ao requisito 4 da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Os documentos de terceiro nível são específicos de cada Grupo e possuem na frente do tipo do procedimento a sigla do Grupo, como por exemplo PROENG – PE XXX, PROENG – PA XXX. Os PAs são Procedimentos Auxiliares e tem como principal função dar as diretrizes de funcionamento do Grupo, uma vez que com uma variada linha de ensaios, as realidades de cada um dentro do LAMEF são completamente diferentes.

Os oito primeiros PAs tem título e estrutura padrão semi-definidos para todos os Grupos, de modo que, por exemplo, o X – PA 003 tratará de Manuseio de Itens para Grupos e o procedimento modelo conterá os requisitos mínimos que devem aparecer neste documento conforme solicitado na norma.

Já os documentos de quarto nível, são formulários para registro, podendo ser um modelo comum para todos os Grupos, como no caso dos Formulários Gerenciais (FG) e alguns Documentos Complementares (DC) ou específicos do Grupo, como no caso dos Formulários de Ensaio (FE).

Estruturado dessa forma, o sistema pode ser implementado em um dos Grupos a qualquer momento, sendo necessário apenas finalizar os Procedimentos Auxiliares levando-se em conta a realidade do Grupo e elaborar os documentos relacionados aos ensaios que serão realizados.

### **3 METODOLOGIA**

Para implementar o sistema de gestão de acordo com as exigências da Portaria nº 070/2008 (INMETRO, 2008) e adequar o laboratório para a realização do ensaio de resistência do pino-rei, foi utilizada a metodologia PDCA.

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Shewhart, Ciclo da Qualidade ou Ciclo de Deming, é uma metodologia que tem como função básica o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais, sendo extremamente útil para a solução de problemas. Poucos instrumentos se mostram tão efetivos para a busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações (QUINQUIOLO, 2002).

O Ciclo está dividido em 4 fases bem definidas e distintas, conforme detalhado a seguir:

- Primeira Fase: P (Plan = Planejar)

Esta fase é caracterizada pelo estabelecimento de um plano de ações e está dividida em duas etapas:

- a) a primeira consiste em definir o que se quer, com a finalidade de planejar o que será feito. Esse planejamento envolve a definição de objetivos, estratégias e ações, os quais devem ser claramente quantificáveis (metas);
- b) a segunda consiste em definir quais os métodos que serão utilizados para se atingir os objetivos traçados.

- Segunda Fase: D (Do = Executar)

Caracteriza-se pela execução do que foi planejado e, da mesma forma que a primeira fase, está dividida em duas etapas:

- a) Consiste em capacitar a organização para que a implementação do que foi planejado possa ocorrer. Envolve, portanto, aprendizagem individual e organizacional;
- b) Consiste em implementar o que foi planejado.

- Terceira Fase: C (Check = Verificar)

Esta fase consiste em checar, comparando os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano, com a finalidade de verificar se os resultados estão sendo atingidos conforme o que foi planejado. A diferença entre o desejável (planejado) e o resultado real

alcançado constitui um problema a ser resolvido. Dessa forma, esta etapa envolve a coleta de dados do processo e a comparação destes com os do padrão e a análise dos dados do processo fornece subsídios relevantes à próxima etapa.

- Quarta Fase: A (Action = Agir)

Esta fase consiste em agir, ou melhor, fazer as correções necessárias com o intuito de evitar que a repetição do problema venha a ocorrer. Podem ser ações corretivas ou de melhorias que tenham sido constatadas como necessárias na fase anterior. Envolve a busca por melhoria contínua até se atingir o padrão, sendo que essa busca da solução dos problemas, por sua vez, orienta para: a necessidade de capacitação; o preenchimento das lacunas de conhecimento necessário à solução do problema, propiciando a criação de novos conhecimentos e a atualizações do padrão (CHOO, 2003).

### 3.1 ETAPAS DA ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO

Tendo em vista que o LAMEF estava em fase de implementação da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, foi necessário adequar o sistema de gestão aos requisitos da Portaria nº 070/2008 para a realização do ensaio do pino-rei.

Essa adequação do sistema de gestão do Laboratório foi dividida em quatro macro-etapas, conforme o ciclo PDCA na Figura 3.1: Planejar (Planejamento), Executar (Execução), Verificar (Verificação) e Agir (Ação). As etapas são apresentadas a seguir:

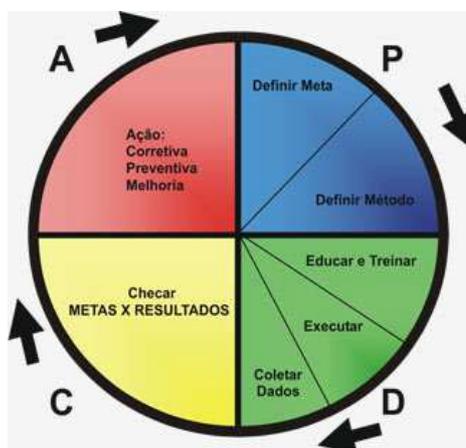


Figura 3.1: Etapas da adequação do sistema de gestão. Fonte: [www.portaldaadministracao.org/postimage/0036.jpg](http://www.portaldaadministracao.org/postimage/0036.jpg) em 29/12/2009

Na seqüência, são descritas detalhadamente cada uma das etapas.

## 3.2 ETAPA PLANEJAR

A etapa planejar consiste no planejamento das ações que deverão ser realizadas para implementação da melhoria. Nela são definidos metas e métodos para a melhoria (JORNADA, 2009).

Neste caso, a meta é a realização do ensaio de resistência do pino-rei atendendo as exigências do Anexo C da Portaria nº 070/2008 do INMETRO. A metodologia utilizada para tanto é implementar um sistema de gestão no PROENG, utilizando como base o sistema já existente no LAMEF (baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005), mas adequando-o aos requisitos do Anexo C.

A etapa de planejamento foi dividida em 2 subetapas: comparação entre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025 e o Anexo C da Portaria e a definição dos documentos que precisam ser implantados ou adequados. Na primeira etapa do trabalho, foi feita uma comparação entre os requisitos do Anexo C da Portaria nº 070/2008 com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, tendo em vista que a norma já estava em fase de implementação em alguns grupos de pesquisa do LAMEF. Ao comparar as duas, é possível perceber os requisitos que são comuns entre ambas e estendê-los para o Grupo de Projetos em Engenharia (PROENG).

### **3.2.1 Comparação entre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC17025:2005 e o Anexo C da Portaria nº 070/2008**

Tendo em vista que o Laboratório já estava implantando a ABNT NBR ISO/IEC 17025 em alguns grupos de ensaio, a comparação entre os requisitos da norma e do anexo tem como objetivo saber o que é comum entre ambos.

### **3.2.2 Definição da documentação a ser elaborada ou adaptada**

Após a comparação entre os requisitos da norma e do anexo, é possível definir-se quais os documentos precisam ser elaborados ou podem ser adequados para atenderem às exigências da Portaria.

## **3.3 ETAPA EXECUTAR**

A etapa executar consiste na execução daquilo que foi planejado anteriormente. Sendo assim, esta etapa é constituída pela elaboração e adequação dos documentos, treinamento das pessoas e a realização do ensaio.

Tendo em vista que o Laboratório já possuía um sistema de gestão, a elaboração dos documentos deve ser baseada no Procedimento de Elaboração e Controle de Documentos já existente.

## **3.4 ETAPA VERIFICAR**

Nesta etapa é feita a verificação daquilo que foi realizado em comparação ao que foi planejado, ou seja, compara-se o resultado da etapa executar com o previsto na etapa planejar. Neste caso, a etapa verificar é a auditoria realizada pelo Organismo Certificador de Produto (OCP). Esta auditoria é realizada com base nos requisitos do Anexo C da Portaria e visa avaliar se o Laboratório tem condições de realizar o ensaio atendendo a todos os requisitos do Anexo.

## **3.5 ETAPA AGIR**

A etapa agir consiste em corrigir para adequar o que foi realizado na etapa executar para atender plenamente ao planejado anteriormente na etapa planejar, bem como agir no sentido de padronizar a melhoria introduzida (JORNADA, 2009).

Esta etapa foi subdividida em duas, que são: ações corretivas para eliminar as não-conformidades da auditoria e uma análise crítica do planejamento para avaliação dos erros cometidos, sendo que a análise crítica será apresentada no Capítulo 5. Discussões deste trabalho.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 RESULTADOS DA ETAPA PLANEJAR**

#### 4.1.1 Comparação entre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC17025:2005 e o Anexo C da Portaria nº070/2008

Esta etapa iniciou-se com um estudo comparativo entre os requisitos solicitados pelo Anexo e os requisitos da NBR 17025. Esse estudo permitiu concluir que a estrutura existente do Sistema de Gestão do LAMEF atenderia aos requisitos solicitados, sendo apenas necessário fazer-se a extensão ao PROENG dos documentos que são específicos para os grupos. Mas é importante ressaltar que apesar de existirem requisitos semelhantes como se pode observar na Tabela 4.1, as exigências dentro destes requisitos podem ser diferentes como será visto mais à frente, no Capítulo 5 deste trabalho.

Tabela 4.1: Comparação entre os requisitos solicitados pela NBR 17025 e o Anexo C da Portaria nº 070/2008.

	Anexo C											
NBR 17025	1 Confidencialidade	2 Organização	3 Sistema de Gestão	4 Pessoal	5 Acom e Cond Ambien	6 Equip e Mat de Refer	7 Rastreab de Medição	8 Calibr e Mét de Ensaíd	9 Manuseio de Itens	10 Registros	11 Certif e Relat de Ens	12 Serv Ap e Fornec Ext
4.1 Organização	X	X										
4.2 Sistema de Gestão			X									
4.3 Controle de documentos												
4.4 Anál crítc ped, prop e contr												
4.5 Subcontrat de ens e calibr												
4.6 Aquisição de serv e supr												X
4.7 Atendimento ao cliente												
4.8 Reclamações												
4.9 Contr de trab ens e calibr NC												
4.10 Melhoria												
4.11 Ação corretiva												
4.12 Ação preventiva												
4.13 Registros										X		
4.14 Auditorias internas												
4.15 Análise crítica pela AD												
5.1 Generalidades												
5.2 Pessoal				X								
5.3 Acomod e cond ambientais					X							
5.4 Mét de ens e calibr e validação								X				
5.5 Equipamentos						X						
5.6 Rastreabilidade de medição							X					
5.7 Amostragem												
5.8 Manuseio de itens									X			
5.9 Garantia da qualidade												
5.10 Apresentação de resultados												X

A Tabela 4.1 apresenta uma correlação entre os requisitos da NBR 17025 e o Anexo C, onde o “X” representa o ponto de interseção dos mesmos, ou seja, um requisito comum entre ambos os documentos.

Na análise dos dados, verifica-se que todos os requisitos do Anexo C estão cobertos por algum requisito da norma, mas o contrário não ocorre. Ou seja, como pode-se observar na Tabela 4.1, nem todos os requisitos da NBR 17025 encontram um requisito correspondente no Anexo C da Portaria nº 070/2008.

#### **4.1.2 Definição da documentação a ser elaborada ou adaptada**

Com a verificação de que o sistema que estava sendo implementado no Laboratório atenderia às exigências do Anexo C da Portaria, foi elaborado uma espécie de *check list* relacionando o requisito do anexo com o documento existente no LAMEF. Um exemplo dessa listagem é apresentado na Figura 4.1.

Como já há documentos do LAMEF que tratam sobre os requisitos de confidencialidade, organização, sistema de gestão, pessoal, acomodações e condições ambientais, equipamentos e materiais de referência, rastreabilidade de medição, manuseio de itens, registros, certificados e relatórios de ensaio e serviços de apoio e fornecimento externo, torna-se necessário apenas a elaboração de documentos relacionados ao ensaio que será realizado.

Sendo assim, os documentos que necessitam ser elaborados estão diretamente ligados ao ensaio do pino-rei. São eles:

- Procedimento para operação do equipamento
- Procedimento para realização do ensaio
- Formulário para registro das informações do ensaio
- Cálculo de incerteza

Check List Pré-Auditoria		
<b>1. Confidencialidade</b>		
a) acesso aos arquivos	PG 012 X - PA 004 PG 007	
b) acesso restrito ao laboratório	PG 012 PA 001	
c) conhecimento do pessoal do lab quanto a confidencialidade	PG 012 FG 004	
<b>2. Organização</b>		
2.1 Designar responsável por assinar	X - PA 007 MQ	
2.2 Gerente técnico e substituto	X - PA 007 MQ	
2.3 Responsabilidades do pessoal-chave	MQ	
2.3.1 Conformidade dos arranjos organizacionais	MQ	
<b>3. Sistema de Gestão</b>		
3.1 Identificação dos documentos	PG 005	
3.2 Docs atualizados e acessíveis	PG 005	
3.3 Documentar atribuições e responsabilidades	X - PA 007	
a) execução dos ensaios		
b) planejamento dos ensaios, avaliação de resultados	X - PA 007	
c) modificação, desenvolvimento, validação de método	X - PA 007	
d) atividades gerenciais	X - PA 007	
3.4 Identificação signatários autorizados	X - PA 007	
3.5 Doc para rastreabilidade das medições	PG 017	
3.6 Abrangência de serviços (escopo)	MQ	
3.7 Manuseio de itens de ensaio	PG 008 X - PA 003	
3.8 Listagem dos equipamentos e padrões de referência	Fazer	
3.9 Procedimento para ação corretiva e preventiva	PG 011	
<b>4. Pessoal</b>		
4.1 Pessoal suficiente	X - PA 007 PG 001	
4.2 Utilização de pessoal em treinamento	PG 003 X - PA 007	
4.3 Autorização para		
a) amostragem	N.A	
b) realizar diferentes tipos de ensaios	X - PA 007	
c) assinar os relatórios	X - PA 007	
d) operar equipamentos	X - PA 007	
<b>5. Acordos e condições ambientais</b>		

Figura 4.1: Check list elaborado relacionando o requisito do anexo com o documento já existente no LAMEF.

## 4.2 RESULTADOS DA ETAPA DO

### 4.2.1 Elaboração dos documentos e treinamento

Definidos os documentos a serem elaborados, os mesmos foram feitos segundo o PG 005 – Procedimento de Elaboração e Controle de Documentos do LAMEF.

De acordo com a metodologia utilizada pelo Laboratório, o primeiro documento escrito foi o PROENG – PO 101 “Procedimento Operacional para Ensaios Mecânicos”. Este procedimento tem como objetivo padronizar a operação do equipamento onde será realizado o

ensaio e é elaborado com base no manual do fabricante e na experiência do Coordenador do Grupo em operá-lo.

O segundo documento elaborado foi o PROENG – PE 101 “Procedimento de Ensaio de Fadiga para Pino-Rei” e foi escrito baseado na norma ABNT NBR NM ISO 8716:2001.

Após a elaboração dos procedimentos para operação e realização dos ensaios, elaborou-se o formulário para registro das informações e foi criada uma planilha para o cálculo de incerteza.

Com base no PROENG – DC 108 “Cargos e funções” dos membros do Grupo e nos critérios definidos para operação do equipamento no procedimento PROENG – PO 101 as pessoas aptas a realizarem os ensaios foram treinadas e capacitadas para a execução do mesmo.

Além disso, todos os membros do Grupo receberam treinamento sobre o Sistema de Gestão do LAMEF (incluindo todos os Procedimentos Gerenciais e o Manual da Qualidade) e a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.

#### 4.2.2 Realização do ensaio

Foram recebidas 9 (nove) peças para realização de ensaios de fadiga do pino rei, sendo três de 2” com oito furos para fixação, três de 3,5” com oito furos e três com 12 furos conforme ilustra a Figura 4.2.



Figura 4.2: Amostras de Pinos Rei de 2” e 3,5” com oito e doze furos para fixação.

O ensaio foi realizado através de um atuador hidráulico da marca MTS com capacidade de 250 kN fixado a uma bancada, onde foi feita sua fixação. Através da célula de carga conectada ao atuador pode ser realizada a aquisição dos valores de força durante o

ensaio. A fixação da amostra e o dispositivo utilizado com a amostra montada são apresentados nas Figura 4.3 e 4.4.



Figura 4.3: Amostras de pinos rei sendo fixada ao dispositivo de ensaio.



Figura 4.4: Equipamentos e dispositivos utilizados no ensaio.

O sistema utilizado para o monitoramento e controle do ensaio é o FlexTest (MTS) acoplado a um computador. Essa versão possibilita o monitoramento on-line, ou seja, parâmetros como tempo de resposta e auto-ajuste permitem melhor confiabilidade.

Os ensaios de fadiga foram realizados baseando-se na norma ABNT NBR ISO 8716:2001, “Veículos rodoviários comerciais – Pino rei para quinta roda – Ensaio de resistência” item 5 “Condições de ensaio”.

Para o ensaio a norma cita que a força aplicada deve ser de forma senoidal, horizontal e perpendicular ao eixo do pino e que a força resultante  $F_{h,t}$  deve variar de  $+0,6.F_h$  a  $-0,6.F_h$  até atingir  $2 \times 10^6$  ciclos. Sendo  $F_h$  obtido da seguinte fórmula (Equação 4.1):

$$F_h = g \cdot (0,6 \cdot m_1 \cdot m_2) / (m_1 + m_2 - m_3) \quad (\text{Equação 4.1})$$

Sendo:

$F_h$  = força resultante

$g$  = força da gravidade  $9,80665 \text{ m/s}^2$ ;

$m_1$  = massa total máxima de projeto do veículo de tração, incluindo  $m_3$ , que é para tracionar o semi-reboque, em toneladas;

$m_2$  = massa máxima de projeto do semi-reboque que deve ser tracionado com o pino rei, em toneladas;

$m_3$  = carga vertical máxima de projeto suportada pelo veículo de tração do semi-reboque, em toneladas.

Nos pinos rei de 2" e nos pinos rei de 3,5" com oito furos para fixação, a força  $F_h$  foi fornecida pelo fabricante como sendo 162 kN. Assim a força de aplicação deve variar entre  $+97,2$  /  $-97,2$  kN (tração/compressão), respectivamente, até atingir  $2 \times 10^6$  ciclos.

Nos pinos rei de 3,5" com doze furos para fixação, a força  $F_h$  foi fornecida pelo fabricante como sendo 200 kN, assim a força de aplicação deve variar entre  $+120$  /  $-120$  kN (tração/compressão), respectivamente, até atingir  $2 \times 10^6$  ciclos.

A Tabela 4.2 mostra a identificação dos pinos rei, número de ciclos, cargas máximas e mínimas aplicadas.

Tabela 4.2: Resultado dos ensaios de fadiga.

Amostra	Força Min (kN)	Força Max (kN)	Incerteza (kN)	Freq. (Hz)	Data Início	Nº de Ciclos
P1	-97,2	97,2	+/-0,1	10	29/05/2009	2.000.000
P2	-97,2	97,2	+/-0,1	10	01/06/2009	2.000.000
P3	-97,2	97,2	+/-0,1	10	08/06/2009	2.000.000
P4	-97,2	97,2	+/-0,1	12	10/06/2009	2.000.000
P5	-97,2	97,2	+/-0,1	12	15/06/2009	2.000.000
P6	-97,2	97,2	+/-0,1	12	17/06/2009	2.000.000
P7	-120	120	+/-0,2	8	19/06/2009	2.000.000
P8	-120	120	+/-0,2	8	23/06/2009	2.000.000
P9	-120	120	+/-0,2	8	26/06/2009	2.000.000

Para os ensaios dinâmicos foram realizados os cálculos de incerteza expandida para uma distribuição de t de student correspondente a uma probabilidade de abrangência de 95%. Esta incerteza é proveniente da combinação entre a incerteza herdada do certificado de calibração, a resolução do equipamento e o desvio padrão experimental dos pontos máximos e mínimos de carga adquiridos a cada 200 ciclos. A Figura 4.5 apresenta um exemplo da planilha utilizada para o cálculo da incerteza.

LABORATÓRIO DE METALURGIA FÍSICA - LAMEF				PROENG - FE 103	
FORMULÁRIO DE ENSAIO				REVISÃO	
Cálculo de Incerteza Expandida				0	
resolução do equipamento:	65536	bits	obs: padrão MTS 6563 bits Identificação amostra:		
célula de carga:	CC 250	Escala:	500	[kN]	Analista: Data:
Completar a tabela conforme o ensaio		Máximos	Minimos	Resultados	
Número de amostras do ensaio:	10000	10000	Cargas: Forças: Incerteza (+-)		
Desvio padrão das amostras do ensaio:	0.0979	0.0861291	[kN]	Máximas	97.2 0.10 [kN]
Valor médio adquiridos do ensaio:	97.1961	-97.199128	[kN]	Mínimas	-97.2 0.10 [kN]
Data da Última Verificação:	15/7/2009	Status:			
Data da Próxima verificação:	15/7/2010	Refazer Verificação			
Elaborado por:	Aprovado por:		Data de Emissão:		

Figura 4.5: Exemplo de planilha elaborada para o cálculo de incerteza do ensaio. Fonte: Sistema de Gestão LAMEF.

### 4.3 RESULTADOS DA ETAPA VERIFICAR

Esta etapa consistiu na realização da auditoria pelo OCP, em que foi avaliada a capacidade do Laboratório em atender aos requisitos solicitados no Anexo C da Portaria nº070/2008. A auditoria foi realizada durante 2 (dois) dias e aconteceu aproximadamente 4 (quatro) meses após o primeiro contato do OCP.

Esse curto espaço de tempo entre o primeiro contato do OCP e a realização da auditoria em si, foi possível porque o LAMEF já estava implementando um sistema de gestão da qualidade baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 e precisou apenas estender e adequar o sistema de gestão para o PROENG.

Durante a auditoria outros requisitos além dos solicitados no Anexo C foram avaliados, porque de alguma maneira estavam interligados com os do Anexo. Um exemplo que pode ser citado é o Manual da Qualidade. Em nenhum dos requisitos do Anexo ele é

solicitado ou mesmo mencionado. Mesmo assim ele foi apresentado por conter todos os procedimentos gerenciais do Laboratório.

Ao final da auditoria foram descritas 05 (cinco) não-conformidades no sistema, que estão descritas a seguir, de acordo com os requisitos do Anexo. Esse número pequeno de não-conformidades pode ser atribuído ao fato do sistema de gestão já estar sendo implementado no LAMEF e a experiência adquirida durante as auditorias internas realizadas anteriormente.

A seguir são apresentados os requisitos conforme solicitados no Anexo e a não-conformidade relacionada, tal e qual constante no Relatório de Auditoria do OCP.

#### **4.3.1 Não-conformidade 1**

Requisito 4.3: O Laboratório de Ensaio deve ter e manter registros atualizados de todo o seu pessoal técnico envolvido nos ensaios. Estes registros devem possuir data da autorização, pelo menos, para:

- a) realizar os diferentes tipos de amostragem, quando aplicável;
- b) realizar os diferentes tipos de ensaios;
- c) assinar os relatórios de ensaios;
- d) operar os diferentes tipos de equipamentos.

*NÃO-CONFORMIDADE:* Não foram evidenciados registros de pessoal contendo datas de autorização para realização de ensaios e operação de equipamentos.

#### **4.3.2 Não-conformidade 2**

Requisito 6.2: Antes da execução do ensaio, o Laboratório de Ensaio deve verificar se algum item do equipamento está apresentando resultados suspeitos. Caso isso ocorra, o equipamento deve ser colocado fora de operação, identificado como fora de uso, reparado e demonstrado por calibração, verificação ou ensaio, que voltou a operar satisfatoriamente, antes de ser colocado novamente em uso.

*NÃO-CONFORMIDADE:* Não foi evidenciado que o laboratório verifica o equipamento antes da realização do ensaio para identificar itens que possam gerar resultados suspeitos. Não foram evidenciadas as medidas tomadas pelo laboratório caso identifiquem resultados suspeitos.

#### **4.3.3 Não-conformidade 3**

Requisito 6.3: Cada equipamento deve ser rotulado, marcado ou identificado, para indicar o estado de calibração. Este estado de calibração deve indicar a última e a próxima calibração, de forma visível.

*NÃO-CONFORMIDADE:* Os equipamentos não estavam rotulados com a data da próxima calibração.

#### **4.3.4 Não-conformidade 4**

Requisito 6.4: Cada equipamento deve ter um registro que indique, no mínimo:

- a) nome do equipamento;
- b) nome do fabricante, identificação de tipo, número de série ou outra identificação específica;
- c) condição de recebimento, quando apropriado;
- d) cópia das instruções do fabricante, quando apropriado;
- e) datas e resultados das calibrações e/ou verificações e data da próxima calibração e/ou verificação;
- f) manutenções realizadas (preventivas e corretivas), e planejamento das preventivas futuras;
- g) histórico de cada dano, modificação ou reparo.

*NÃO-CONFORMIDADE:* Na lista onde estão os equipamentos que necessitam de calibrações não estava definido qual o *status* da atual situação do equipamento.

#### **4.3.5 Não-conformidade 5**

Requisito 10.4: Todos os registros impressos por computador ou calculadoras, gráficos e outros devem ser datados, rubricados e anexados aos registros das medições.

*NÃO-CONFORMIDADE:* Os registros impressos por computador não estavam rubricados.

Após a reunião de encerramento da auditoria, foi definido o prazo para envio do plano de ação para eliminação das não-conformidades descritas e as evidências de eliminação das mesmas.

### **4.4 RESULTADOS DA ETAPA AGIR**

Considerando-se todas as etapas do PDCA, a etapa agir consistiu primeiramente em corrigir para adequar aquilo que foi realizado em relação ao planejado. Neste caso, corrigir as não-conformidades que apareceram durante a auditoria realizada pelo OCP, o que evidencia que durante o trabalho houve diferença entre o planejado e o realizado. Após esta etapa, foram analisados os motivos pelos quais aconteceram tais não-conformidades. Essa análise será apresentada no Capítulo 5 – Discussões deste trabalho. A seguir, são apresentadas as não-conformidades, quando pertinente um comentário sobre a mesma e a ação corretiva para eliminá-las. Todas as não-conformidades foram tratadas conforme PG 011 – Reclamações, não-conformidades, ações preventivas e ações corretivas, rev 00 de 13/11/2008.

#### **4.4.1 Não-conformidade 1**

*NC:* Não foram evidenciados registros de pessoal contendo datas de autorização para realização de ensaios e operação de equipamentos.

*Ação corretiva:* Criar um documento para registrar o momento a partir do qual o pessoal está apto a realizar cada ensaio.

#### **4.4.2 Não-conformidade 2**

*NC:* Não foi evidenciado que o laboratório verifica o equipamento antes da realização do ensaio para identificar itens que possam gerar resultados suspeitos. Não foram evidenciadas as medidas tomadas pelo laboratório caso identifiquem resultados suspeitos.

*Ação corretiva:* Acrescentar no procedimento o que deve ser verificado em cada item e referenciar o PG 011 – Reclamações, não-conformidades, ações preventivas corretivas para quando identificar algo não-conforme nos itens e treinar os colaboradores.

#### **4.4.3 Não-conformidade 3**

*NC:* Os equipamentos não estavam rotulados com a data da próxima calibração.

*Ação corretiva:* Preencher a etiqueta.

\* Observação: Para esta não-conformidade, optou-se pela execução de uma correção e não de uma ação corretiva, tendo em vista a situação pontual da mesma. Como no plano de ação a ser enviado ao OCP havia apenas o campo de *Ação Corretiva*, esta ação foi registrada desta maneira.

#### **4.4.4 Não-conformidade 4**

*NC:* Na lista onde estão os equipamentos que necessitam de calibrações não estava definido qual o status da atual situação do equipamento.

*Ação corretiva:* Definir a legenda para o status de calibração do formulário.

#### **4.4.5 Não-conformidade 5**

*NC:* Os registros impressos por computador não estavam rubricados.

*Ação corretiva:* Treinar os colaboradores que realizam ensaios para rubricarem e datarem os registros dos ensaios.

## 5 DISCUSSÃO

Após o final da auditoria foi realizada uma reunião de análise crítica com a equipe que participou da implementação do sistema de gestão no LAMEF-PROENG e discutidas as não-conformidades evidenciadas.

Para todas as não-conformidades foram analisadas as causas-raiz, definidas ações corretivas com responsáveis e prazos para implementação e verificação das eficácias das ações implementadas.

A seguir, são apresentadas as discussões.

*NC 1:* Não foram evidenciados registros de pessoal contendo datas de autorização para realização de ensaios e operação de equipamentos.

*Discussão:* As funções e responsabilidades do pessoal estavam definidas e documentadas, mas as datas de autorização não haviam sido registradas. Havia registros de treinamentos e as Matrizes de Capacitação dos colaboradores estavam atualizadas com as datas de capacitação dos treinamentos.

*NC 2:* Não foi evidenciado que o laboratório verifica o equipamento antes da realização do ensaio para identificar itens que possam gerar resultados suspeitos. Não foram evidenciadas as medidas tomadas pelo laboratório caso identifiquem resultados suspeitos.

*Discussão:* No procedimento operacional do equipamento estava documentado quais eram os componentes que deveriam ser verificados antes do uso, mas não especificava o que deveria ser verificado em cada um deles e o que fazer em caso de problema.

*NC 3:* Os equipamentos não estavam rotulados com a data da próxima calibração.

*Discussão:* Todos os equipamentos do LAMEF são calibrados por Laboratórios participantes da Rede Brasileira de Calibração e estão rotulados com as etiquetas contendo a

data da última calibração, o número do certificado e a data da próxima calibração, mas este último não estava preenchido.

*NC 4:* Na lista onde estão os equipamentos que necessitam de calibrações não estava definido qual o status da atual situação do equipamento.

*Discussão:* Além da ficha individual de cada equipamento, há uma lista em que aparecem todos os equipamentos do grupo que necessitam de calibração. Nesta lista consta o código do equipamento, o nome do equipamento, data da última calibração, data da próxima calibração e um sinalizador visual para o status atual da calibração. Não havia uma legenda neste formulário explicando o que significava a cor de cada sinalizador.

*NC 5:* Os registros impressos por computador não estavam rubricados.

*Discussão:* Como o Anexo C da Portaria era semelhante à NBR 17025 e tinha-se uma visão de que a norma era mais exigente que o Anexo, ela acabou sendo mais consultada para implementação do sistema de gestão do grupo do que o Anexo. E essa diferença fica bastante evidente nesta não-conformidade pois a norma, no requisito 4.13 Registros, determina a identificação de quem realizou os ensaios, mas nada referenciando a necessidade de rubrica, exigência do Anexo.

De uma maneira geral, constatou-se que os problemas encontrados foram causados por falta de atenção e não por algum tipo de dificuldade na implementação dos requisitos. Alguns registros, como no caso da não-conformidade 1, poderiam ser utilizados para a inferência de que o requisito do Anexo estava sendo atendido. Mas como não havia uma evidência objetiva, o que se busca nas auditorias, não se pode fazer inferições.

Além de evidenciar a necessidade de uma maior atenção para os pequenos detalhes, a auditoria trouxe também inúmeras oportunidades de melhoria, não somente para o sistema de gestão do PROENG, mas para todo LAMEF.

## 6 CONCLUSÕES

Considerando-se que entre o contato inicial do OCP para verificação da possibilidade de realização do ensaio e a auditoria passaram-se 4 (quatro) meses, a implementação pode ser considerada satisfatória. Apesar de evidenciadas 5 não-conformidades, elas não foram consideradas graves. O plano de ação para eliminação das mesmas e as evidências tomadas para eliminá-las foram consideradas satisfatórias pelo OCP.

A implementação em um curto espaço de tempo somente foi viável em função da estrutura da documentação desenvolvida pelo LAMEF na implementação de seu sistema de gestão baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.

Após a auditoria do Organismo Certificador de Produto, a Alta Direção optou pela implementação de todos os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 no PROENG, com a finalidade de solicitar a acreditação junto ao Inmetro para a realização de ensaio de resistência do pino-rei.

Em 03 de agosto de 2010, o LAMEF recebeu o certificado de acreditação do Inmetro para realização deste ensaio, conforme a norma ABNT NBR ISO 8716:2001.

Atualmente, o LAMEF é o único laboratório acreditado do país a oferecer este ensaio.

## **7 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

1. Estender o sistema de gestão para os Grupos de Ensaio do Laboratório que ainda não o possuem;
2. Aumentar o escopo de ensaios do PROENG;
3. Preparar todos os Grupos de Ensaio do Laboratório para que todos possuam pelo menos um ensaio acreditado pelo Inmetro;
4. Após a acreditação, analisar a possibilidade de tornar o LAMEF um OCP.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS E INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Guia para expressão da incerteza de medição**, 3. ed., Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005**: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM ISO 337:2001**: Veículos rodoviários – Pino-rei de 50 mm para semi-reboques – Dimensões básicas de montagem e intercambialidade, Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM ISO 4086:2006**: Veículos rodoviários – Pino-rei de 90 mm para semi-reboques – Intercambialidade, Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM ISO 8716:2001**: Veículos rodoviários comerciais – Pino-Rei para Quinta-Roda – Ensaios de Resistência, Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO REDE METROLÓGICA DO RIO GRANDE DO SUL (RMRS). **RM59 – Política para implementação da Incerteza de Medição em Ensaios**. Revisão 02, Agosto de 2006. Disponível em <[http://www.redemetrologica.com.br/ftp/dados/rec/DOC\\_13.pdf](http://www.redemetrologica.com.br/ftp/dados/rec/DOC_13.pdf)>. Acesso em 07/2010.

CHOO, C. W.. **A Organização do Conhecimento**. São Paulo: SENAC, 2003.

ELLISON, Stephen L.R. and BARNICK, Vicki J. **Using validation data for ISO measurement uncertainty estimation: Part 1 – Principles of an approach using cause and effect analysis.** The Analyst. v. 123 p. 1387-1392, Junho, 1998.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Avaliação da Conformidade.** 5.ed. Rio de Janeiro: Diretoria da Qualidade, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/IEC Guide 67:2004: Conformity assessment – Fundamentals of product certification. Geneva, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO/IEC Guide 28:2004: Conformity assessment – Guidance on a third-party certification system for products. Geneva, 2004.

JORNADA, D. H.; **Implantação de um guia orientativo de incerteza de medição para avaliadores de laboratório da Rede Metrológica RS.** PPGE: UFRGS. 2009.  
LABORATÓRIO DE METALURGIA FÍSICA (LAMEF). **Manual da Qualidade**, rev. 00 de 13/11/2008.

LIMA, Aparecido Conrado. **Uma abordagem metodológica para implantação de sistema da qualidade em laboratórios de análise de sementes para fins de credenciamento.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Católica do Paraná. 2005.

MENDES, E. B. et al. **Implantação de um Programa de Manutenção Preventiva de Equipamentos.** In: ENQUALAB - 2009 Congresso e Feira da Qualidade em Metrologia, 2009, São Paulo – SP, *Anais...* São Paulo, 2009. v. 1.

MENDES, E.B. et al. Implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratório de ensaios metalúrgicos universitário. In: **Congresso Anual da ABM**, 64º, 2009, Belo Horizonte - MG. *Anais...* Belo Horizonte – MG, 64º Congresso Anual da ABM, 2009. v. 1.

MENDES, E.B. ; STROHAECKER, T. R. ; REGULY, A. **Implementação da NBR 17025:2005 no Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF) Visando à Confiabilidade na Realização de Ensaios em Implantes**. *Produto & Produção*, v. 11, p. 89-98, 2010.

MENDES, E.B. et al. **Implementação da NBR 17025 em um laboratório universitário de ensaios metalúrgicos**. In: ENQUALAB, 2009 Congresso e Feira da Qualidade em Metrologia, 2009, São Paulo – SP, *Anais...* São Paulo, 2009. v. 1.

MENDES, E.B. et al. **Implementação de requisitos gerais para avaliação de laboratórios de ensaio não acreditados**. In: ENQUALAB 2009 Congresso e Feira da Qualidade em Metrologia, 2009, São Paulo – SP, *Anais...* São Paulo, 2009. v. 1.

MENDES, E.B.; STROHAECKER, T. R.; REGULY, A. **Implementação da NBR 17025:2005 no Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF) Visando à Confiabilidade na Realização de Ensaios em Implantes**. In: Congresso Brasileiro de Metrologia, 5º, 2009, Salvador - BA. *Anais...* 5º Congresso Brasileiro de Metrologia. Rio de Janeiro : SBM, 2009. v. 1.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 070** de 22 de fevereiro de 2008. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001276.pdf>. Acesso em: 01/2009.

PDCA. Disponível em <[http://www.infoescola.com/administracao/\\_pdca-plan-do-check-action/](http://www.infoescola.com/administracao/_pdca-plan-do-check-action/)>. Acesso em: 12/2009.

PIZZOLATO, Morgana. **Mapeamento da estrutura global que fornece confiança as medições: análise da inserção brasileira.** PPGEF:UFRGS. 2006.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva.** Taubaté/SP:Universidade de Taubaté, 2002.

RODIMA, A. et al. **ISO 17025 quality system in a university environment.** *Accreditation and quality assurance: journal for quality, comparability and reliability in chemical measurement*, v. 10, n. 7, p. 369-372, 2005.

TACHIZAWA, T; SACAICO, O. **Organização Flexível: qualidade na gestão por processos.** São Paulo: Atlas, 1997.

TICONA, Jaime Mamami. **Avaliação de impacto econômico decorrente do processo de certificação de produtos:** um instrumento metrológico de competitividade industrial. Um estudo de caso para cimento, aço, pneus e carroceria de ônibus. Dissertação (Mestrado em Metrologia), Programa de Pós-Graduação em Metrologia: PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2003.

ZAPATA-GARCÍA, D.; LLAURADÓ, M.; RAURET, G. **Experience of implementing ISO 17025 for the accreditation of a university testing laboratory.** *Accreditation and quality assurance: journal for quality, comparability and reliability in chemical measurement*, v. 12, n. 6, p. 317-322, 2007.