



A METROLOGIA E A AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE NO ENSINO DE ENGENHARIA: UMA PROPOSTA DO INMETRO

Américo Tristão Bernardes – atbernardes@inmetro.gov.br

Maria Cristina Honorato dos Santos – chsantos@inmetro.gov.br

Carlos Adriano Cardoso – cacardos@inmetro.gov.br

Luiz Antonio Silva dos Santos – lsantos@inmetro.gov.br

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro

Av. Nossa Senhora das Graças, 50

25250-020 – Xerém – Duque de Caxias – RJ

***Resumo:** O presente trabalho apresenta a proposta do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro através do Centro de Capacitação - Cicma, para a disseminação dos Fundamentos Básicos da Metrologia e Avaliação da Conformidade através de uma disciplina, nos cursos de graduação de engenharia.*

***Palavras-chave:** Metrologia, Qualidade, Cultura metrológica, Medição.*

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia recorre aos conhecimentos das ciências puras como a Matemática e a Física, assim como às contribuições dos cursos de Ciências Sociais e Administração, utilizando-se de diversas práticas de Análise de Projetos para resolução dos mais variados tipos de problemas, visando a melhoria dos sistemas produtivos.

Esta abordagem multidisciplinar tem sido identificada e implementada pela maioria das instituições de ensino que oferecem a carreira de Engenharia em suas diversas habilitações. Entretanto, podemos constatar a pouca relevância dada ao Ensino de Metrologia em seus cursos.

Um levantamento preliminar indicou que a disciplina Metrologia é oferecida em poucos cursos de Engenharia e, na maioria das vezes, consta apenas como um tópico dentro da cadeira de Normalização. Noções básicas de Processos de Medição são introduzidas em cursos iniciais de Física, sem que exista uma relação com disciplinas da grade profissionalizante.

Mas, por que ensinar Metrologia nos cursos de Engenharia?



2 METROLOGIA: A CIÊNCIA DA MEDIÇÃO

A Metrologia, ou ciência das medições, tem como foco prover confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade aos resultados das medições. Em todos os processos de tomada de decisão, seja na indústria, no comércio, na saúde, na segurança ou na defesa do meio ambiente, as medidas estão presentes, direta ou indiretamente. Portanto, a Metrologia abrange todas as atividades da sociedade.

A Metrologia e a Normalização são os pilares de sustentação da Qualidade. O setor industrial e de serviços, inseridos num mercado cada vez mais exigente e globalizado, demandam um sistema metrológico e normativo integrado e preparado para fazer frente à competitividade nacional e internacional.

Dessa forma, a Metrologia, a Normalização e a Qualidade são bases fundamentais para o desenvolvimento econômico e para a melhoria das condições de vida das populações. São temas transversais, que perpassam as diversas áreas do conhecimento, utilizados em diversos programas e projetos pedagógicos de cursos.

As necessidades de medir e comparar são tarefas importantes para a sobrevivência da espécie humana, presentes nos mais remotos momentos da cultura da humanidade. Cada vez mais os processos de medição são utilizados e conseqüentemente, dependendo da sua complexidade, tem se tornado mais específicos, solidificando assim a base do desenvolvimento tecnológico. Atualmente, o contexto de economia e de relações globalizadas traz redobrada importância para a Metrologia, constituindo-se como um elemento estratégico para os países e para as empresas na busca por maior competitividade em mercados sem fronteiras. A informação de que a maior economia mundial, os Estados Unidos, gasta ao redor de 6% de seu PIB em processos de medição reforça a importância das questões metrológicas na sociedade moderna.

A Normalização é uma atividade ligada à Metrologia e, do mesmo modo, tem suas origens nos primórdios da humanidade. Com o surgimento dos primeiros aglomerados humanos e, portanto, da produção de bens e serviços, houve a necessidade do estabelecimento de regras comuns para a definição de formas e tamanhos dos objetos produzidos.

O conceito de Normalização pode ser entendido como o processo para estabelecer a aplicação de regras definidas conjuntamente com a participação das partes interessadas em produzir um determinado produto ou serviço, proporcionando importantes benefícios e melhorando a adequação destes produtos ou serviços às finalidades para as quais foram concebidos, contribuindo para evitar barreiras comerciais e facilitando a cooperação tecnológica.

A importância da Metrologia no Brasil e no mundo tem crescido significativamente em razão de diversos fatores como a elevada complexidade e sofisticação de modernos



processos industriais e a busca constante por inovação, com exigência permanente e crescente do setor produtivo do país.

Os investimentos do governo federal para a ampliação do Ensino Profissionalizante e Tecnológico, de nível Médio ou Superior por intermédio de um amplo programa de Reforma Universitária, são alguns dos passos dados na busca pela redução da defasagem do país na produção de inovações em produtos e processos, bem como no aumento da competitividade dos produtos e serviços nacionais no mercado globalizado.

Esse esforço recente coaduna-se ao desenvolvimento da Ciência Brasileira nos últimos quarenta anos, o que resultou numa crescente participação brasileira na produção acadêmica mundial. Entretanto, constatamos a partir de um levantamento no Banco de Teses da Capes que existe uma acanhada produção sobre os temas Metrologia e Física, conforme apresentada na Tabela 1, em parte devido à pouca disseminação da Cultura Metroológica na sociedade e no meio acadêmico.

Tabela 1: Assuntos Abordados na Produção Acadêmica Nacional (Fonte: CAPES)

Assunto	Número de Títulos
Metrologia	570
Física	39746

Afirma-se que a base científica ainda não é plenamente aproveitada no setor industrial, onde a inovação continua sendo a exceção, e não a regra. O número de patentes, produtos e serviços de base tecnológica produzidos no país continua muito aquém do necessário e desejado. Isso se reflete na incapacidade do setor industrial de absorver os profissionais pós-graduados. Sem eles, as indústrias não conseguem desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento capazes de gerar inovação.

A inovação nos processos produtivos é um fator primordial para o desenvolvimento de nosso País. Nesse contexto, é necessário frisar que o desenvolvimento industrial, assim como a melhoria da qualidade de nossos processos, produtos e serviços, exigirão profissionais com formação adequada em Metrologia e Avaliação da Conformidade. A sociedade empresarial tem demandado capacitações específicas, de modo a atender aos requisitos exigidos pela competitividade, já que a qualidade e a produtividade dos produtos e serviços brasileiros são fatores determinantes para a inserção dos mesmos no mercado globalizado. E sem Metrologia não há Qualidade.

Contrastando com essa constatação, percebe-se que na formação profissional de uma maneira geral ainda há uma carência de conceitos fundamentais de Metrologia. Isso não se limita apenas aos profissionais das Ciências Físicas e Engenharias. Cada vez mais as demais áreas profissionais estão envolvendo-se em atividades onde há necessidade da utilização de normas e regulamentos técnicos que estabeleçam critérios de medições específicos. Para atender a estas determinações faz-se necessária a compreensão



adequada do processo de medição envolvido, bem como da expressão correta dos resultados e das incertezas associadas. Mas é nas áreas de Ciências Físicas e Engenharias onde se encontram os maiores desafios. Os técnicos precisam cada vez mais utilizar equipamentos e instrumentos sofisticados de alta tecnologia, em processos de medição, cujos resultados obtidos das grandezas medidas devam ser interpretados, analisados, tratados e validados proporcionando resultados confiáveis.

A pouca disseminação da Cultura Metroológica no país dificulta a tomada de consciência da classe consumidora tanto sobre os seus direitos quanto sobre os riscos associados a alguns produtos. Discutir e implementar normas ou especificações relacionadas com a saúde, a segurança e a preservação do meio ambiente tem substancial impacto sobre a qualidade de vida.

Refletindo sobre esses temas, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) busca meios para prover o desenvolvimento de uma cultura em Metrologia e Avaliação da Conformidade no País.

3 O ENSINO DE METROLOGIA NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Uma das ações realizadas com este objetivo foi o protocolo de intenções para a cooperação técnico-científica entre o Ministério da Educação (MEC) e o Inmetro, firmado em 28 de junho de 2004, conforme relatado por FROTA e FINKELSTEIN (2006, 49). Dentre as intenções, uma tratava sobre a inclusão por meio da Secretaria de Educação Superior (Sesu) do MEC de tópicos de Metrologia, Normalização e Qualidade nas diretrizes curriculares de cursos de graduação.

O Inmetro com a intenção para disseminar a Cultura da Metrologia e Avaliação da Conformidade e dentre outras ações, assinou um Protocolo de Intenções, em 20 de março de 2008 com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Uma das ações para esta disseminação está sendo delineada através de um acordo de cooperação entre a Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (POLI/UFRJ) e a Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento (Dplad) e Centro de Capacitação (Cicma), para a oferta de uma disciplina optativa para todos os cursos de Engenharia, visando a especificadamente a disseminação da Cultura Metroológica e Avaliação da Conformidade. Para esta disciplina, o título previsto é “Fundamentos da Metrologia Científica e Industrial e da Avaliação da Conformidade” com uma carga horária em torno de 60 horas.

O objetivo desta disciplina é de proporcionar ao aluno os conceitos fundamentais empregados em setores relacionados à Ciência da Medição, tais como noções gerais de metrologia, sua infra-estrutura mundial e o seu campo de atuação, ressaltando ainda a importância da Metrologia para o cidadão, para as indústrias e para a sociedade como um todo, utilizando-se de exemplos práticos da aplicação da Metrologia no dia-a-dia.

A Tabela 2 apresenta a ementa prevista para o curso, que abrange dois módulos básicos:



Tabela 2: Disciplina “Metrologia e Avaliação da Conformidade-Enfoque Inmetro”

Temas	Assuntos
Metrologia	Introdução e Histórico das Medidas; Conceitos Fundamentais de Metrologia; Metrologia e Padronização; as Unidades de Medida e o Sistema Internacional de Unidades (SI); a Convenção do Metro; a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM); a Infra-estrutura Metrológica Nacional e Internacional; o Papel da Metrologia no Âmbito Mundial; o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM); o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM); Grandezas Físicas; Rastreabilidade; o Acordo de Reconhecimento Mútuo (MRA); Comparações Chave; Incerteza da Medição; Gestão da Qualidade em Laboratório; Conceituação e Campo de Atuação da Metrologia Científica; Conceituação e Campo de atuação da Metrologia Legal.
Avaliação da Conformidade	O Inmetro e a Qualidade; Fundamentos da Qualidade; A percepção de Qualidade e a assimetria da informação; Normalização e Regulamentação Técnica; Noções básicas sobre Acreditação e Auditorias; O que é Avaliação da Conformidade? Definições, conceitos e desafios da atividade de Avaliação da Conformidade; Quais são os produtos que têm conformidade avaliada? Mecanismos de Avaliação da Conformidade: certificação compulsória, certificação voluntária, declaração do fornecedor; As características dos Selos de Identificação da Conformidade; A Avaliação da Conformidade como ferramenta de auxílio no combate à pirataria; Como é o acompanhamento no mercado de produtos com conformidade avaliada? Avaliação da Conformidade como instrumento de Barreiras Técnicas às Exportações e Importações; A AC no Comércio Internacional; A importância da AC para o Consumidor e as Cadeias Produtivas.

Como parte da estratégia para implementar a introdução do ensino de Metrologia e Avaliação da Conformidade – enfoque Inmetro, poderíamos propor um esquema híbrido de Ensino a Distância com ensino presencial, onde, a partir de uma plataforma de ensino virtual, a disciplina seria disponibilizada como um agrupamento de objetos de aprendizados, como: vídeos instrucionais, vídeo aulas, apostilas digitais, exercícios online, simulações e fórum de debates, com acompanhamento de um sistema de tutoria que favoreça a participação do aluno no ambiente virtual bem como a interação com os outros alunos através de debates e discussão, e visitas aos Laboratórios do Inmetro onde o aluno teria contato com equipamentos e processos.

Cabe ressaltar que a Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, em seu art. 4º, estabelece as competências e habilidades a serem obtidas na formação do engenheiro. Uma delas cita a necessidade de prepará-lo para o exercício de projetar e conduzir experimentos, bem como de interpretar resultados. Para projetar e interpretar é necessário considerar a confiabilidade dos resultados obtidos nas medições, o que configura a essencialidade do campo de conhecimentos da Metrologia para o profissional.

Reforça-se aqui o conceito de que esta necessidade se justifica para além da força de uma Diretriz Curricular e em direção a uma carência de profissionais atuantes no campo da Metrologia e Qualidade Industrial. A análise de índices industriais que precisam ser alavancados no país mostra um descompasso entre a demanda por qualidade e a oferta



de produtos manufaturados com alto valor agregado, dificultando o aumento da competitividade no setor de exportações. A incapacidade de indústrias locais em atender às especificações de qualidade e normas produz barreiras técnicas à exportação e baixa incorporação de inovações em produtos.

Todo Engenheiro realiza freqüentemente medições experimentais em sua atividade profissional e utiliza normas e regulamentos técnicos para atender às exigências de Avaliação da Conformidade em produtos, processos ou serviços. Este profissional deve estar apto a identificar e atender às demandas sociais, tecnológicas e científicas de um processo produtivo, que deve estar presente em sua rotina.

A inserção do Brasil no mercado globalizado implica numa preocupação crescente com aspectos relativos à gestão da qualidade. Muitas empresas criaram setores destinados especificamente à calibração e à manutenção dos equipamentos de medição, empregados diariamente no processo produtivo. Vários processos industriais, incluindo, para citar apenas um exemplo, a usinagem de alta precisão para a indústria automotiva, só são possíveis graças à utilização de sofisticados instrumentos de medição. Todo esse processo de busca pela qualidade criou a necessidade de trazer a cultura metrológica para as indústrias, criando assim novas demandas de mão-de-obra de alta qualificação. A preocupação com o desenvolvimento de uma cultura metrológica nos cursos de Engenharia pretende suprir a demanda por profissionais qualificados.

O objetivo do artigo é apresentar uma proposta para Disseminar a Cultura Metrológica e de Avaliação da Conformidade nos cursos de Engenharia através de uma disciplina a ser ministrada em parceria com o Inmetro, instituição que é referência nacional nestas áreas.

4 PROPOSTA DE EMENTA PARA UMA DISCIPLINA DE METROLOGIA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA

Encontramos uma significativa oferta nos cursos de Engenharia, particularmente na de Produção, de disciplinas voltadas à área de Gestão da Qualidade, mas uma insignificante oferta de cursos de Normalização e de Metrologia. E como ensinar Qualidade sem uma forte base em Metrologia e Normalização?

A proposta do Inmetro para inclusão da Metrologia e Avaliação da Conformidade nos cursos de Graduação em Engenharias visa promover o conhecimento de aspectos básicos aos estudantes de Engenharia, para atuarem em tarefas de alto nível nas áreas científica, industrial e de gestão.

Dado que o número de profissionais com esse perfil é relativamente baixo, este artigo sugere uma ementa mínima para o curso, que poderia vir a ser adotado em todas as Engenharias.



A sugestão é acrescentar também disciplina específica da metrologia na área de Engenharia. O Inmetro/Cicma já dispõe de um número razoável de material didático de suporte para realização da disciplina proposta, como vídeo aulas e apostilas impressas, que podem tornar-se disponíveis a qualquer instituição interessada em implantar a disciplina em sua grade curricular.

5 CONCLUSÃO

A capacidade tecnológica e inovadora de um país pode ser mensurada pela existência de uma significativa parcela de engenheiros por habitantes. No Brasil contemporâneo, há 6 engenheiros para cada grupo de 1000 habitantes. Países como EUA ou Japão têm 26 engenheiros para cada grupo de 1000 habitantes.

É crescente a oferta de graduados em Engenharia de Produção ao mercado. Contabilizamos 273 cursos de Engenharia de Produção em universidades oferecidos no país. Mais do que o dobro dos 110 cursos contabilizado por FAE E RIBEIRO (op. cit, p.29) em 2005, quando o número de oferta de vagas girava em redor de 8.302. Mas estes números ainda não se traduzem em igual oferta destes números em profissionais para o mercado e a carência de engenheiros no país já vem se tornando um possível gargalo ao crescimento e a expansão produtiva do país.

A Coreia é a 11ª maior economia do mundo. Na Coreia do Sul há 20 engenheiros em cada grupo de 100 formandos nas universidades; no Brasil são apenas 8 para cada 100 formandos. O Brasil forma 20 mil engenheiros por ano, ante 300 mil na China, 200 mil na Índia e 80 mil na Coreia do Sul. (MARQUES, 2008).

A Coreia do Sul, em apenas três décadas, está em excelente posição com relação à produção e registro de patentes, atrás das nações do G7 (subtraindo a Rússia), superando em 40 vezes o número dos registros de patentes brasileiras. Transformou-se no paradigma que evidencia o poder de um forte investimento em Educação associado a políticas de desenvolvimento tecnológico para a construção de um vigoroso sistema de inovação.

É consensual que os engenheiros contribuem para a criação e inovação por sua vocação de buscar soluções para problemas. Para resolver problemas é preciso saber medir, portanto, medir é um dos caminhos para inovação. A inovação faz um país dar o salto necessário para melhoria das suas condições de vida e qualidade de seus cidadãos. Medir é, sobretudo, construir a cidadania de uma nação.

A proposta do Inmetro para a inclusão da disciplina “Metrologia e Avaliação da Conformidade-Enfoque Inmetro” nos cursos de graduação em engenharia pretende promover o conhecimento de aspectos básicos e desenvolver a Cultura Metrológica e de Avaliação da Conformidade aos estudantes de Engenharia e possibilitar um caráter diferencial no perfil profissional do Engenheiro.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAÉ, C. S.; RIBEIRO, J. L. D. *Um Retrato da Engenharia de Produção no País.* Revista Gestão Industrial. v. 01, n. 03 : pp. 024-033, 2005

FROTA, M. N.; FINKELSTEIN, L. *Educação em Metrologia e Instrumentação: Demanda Qualificada no Ensino das Engenharias.* Revista de Ensino de Engenharia, v. 25, n. 1, p. 49-65, 2006.

MARQUES, F. *Procuram-se Engenheiros.* Grupo Calibração. Edição Impressa 149. Julho 2008. Disponível em:
<<http://www.grupocalibracao.com.br/padrao.aspx?texto.aspx?idcontent=1117&idContentSection=1784>> Acesso em: 17 jun. 2009.

OIML-D014-e04 - *Training and qualification of legal metrology personnel. International Document* - OIML . 2004. . Disponível em:
<<http://www.oiml.org/publications/D/D014-e04.pdf>> Acesso em: 17 jun. 2009.

Protocolo de Intenções entre Inmetro e MEC, 28/06/2004.

Protocolo de Intenções entre Inmetro e UFRJ, 20/03/2008.

Vocabulário Internacional de Metrologia – VIM, Inmetro, 2009.

Diretrizes estratégicas para a Metrologia Brasileira 2008 – 2012, Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO, Julho/2008

METROLOGY AND CONFORMITY EVALUATION IN THE TEACHING OF ENGINEERING – AN INMETRO PROPOSAL

Abstract: *The present paper introduces a proposal developed by the National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality of the Federative Republic of Brazil - Inmetro, through its Capacitating Centre (Cicma), for diffusing the basics of Metrology and Conformity Evaluation, offering a discipline in Graduation in engineering .*

Key-words: Metrology, Quality, Metrology culture, Measure.