

ENSINO DE METROLOGIA EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA – ESTUDO DE CASO

Alexandre Meira de Vasconcelos, ctb3547@sociesc.org.br¹

Lilian Rosana Kremer Schultz, kremer@sociesc.org.br¹

¹Sociedade Educacional Santa Catarina, Av. Sen. Salgado Filho, 1474, Guabirota, 81510-001, Curitiba-PR

Resumo: Este artigo apresenta estudo sobre o ensino de metrologia em instituições de educação tecnológica, com enfoque nas práticas de medição e monitoramento de produtos e processos requeridas nas Normas ISO 9000. A partir de um estudo de caso em uma instituição de ensino de Curitiba-PR, são demonstradas as competências dos professores de práticas de laboratório para lidarem com a temática, o tratamento dado pela instituição aos instrumentos de medição e monitoramento que utiliza como recurso didático, a prática de ensino nos diversos cursos e os conhecimentos e expectativas dos alunos em relação ao assunto. O estudo resultou em uma proposta metodológica para a instituição em questão que pode ser utilizada e/ou adaptada por outras instituições correlatas

Palavras-chave: metrologia, ISO 9000, educação tecnológica

1. INTRODUÇÃO

O decreto 2208/97 determina que a educação profissional deve compreender três níveis:

- “I - básico: destinado à qualificação e reprofissionalização de trabalhadores, independente de escolarização prévia;
- II - técnico: destinado a proporcionar habilitação profissional a alunos matriculados ou egressos do ensino médio, devendo ser ministrado na forma estabelecida por este decreto;
- III - tecnológico: correspondente a cursos de nível superior na área tecnológica, destinados a egressos do ensino médio e técnico.” (Decreto 2208 de 17 de abril de 1997, Art. 3º)

O último nível compreende cursos de nível superior, que, ainda segundo o mesmo decreto, “deverão ser estruturados para atender aos diversos setores da economia, abrangendo áreas especializadas e conferindo diploma de Tecnólogo”.

Este artigo foi elaborado a partir de um estudo de caso único em uma instituição de ensino sem fins lucrativos, especializada em ensino técnico e tecnológico profissional, na cidade de Curitiba-PR, que possui certificado ISO 9001, com escopo de certificação englobando o ensino técnico.

A instituição de ensino atua nas áreas de Qualidade, Logística, Mecânica, Mecatrônica, Eletrônica, Plásticos, Segurança do Trabalho e Química e atende a um público quase que exclusivo de alunos oriundos de grandes indústrias de Curitiba e Região Metropolitana: Electrolux, Volvo, Renault, Audi, Bosch, entre tantas outras. A disciplina de metrologia é ministrada nos cursos técnicos e nos cursos de Tecnologia Superior. Esse estudo tem o objetivo de evidenciar como o ensino de metrologia é tratado nessa instituição tecnológica, com enfoque nas práticas requeridas nas Normas ISO 9000 para a medição e monitoramento de produtos e processos. Para atingir esse objetivo, o estudo de caso procurará demonstrar: a) as competências dos professores de práticas de laboratório para lidarem com a temática; b) o tratamento dado pela instituição aos instrumentos de medição e monitoramento que utiliza como recursos didáticos, c) a prática de ensino nos diversos cursos e d) os conhecimentos e expectativas dos alunos em relação ao assunto.

A Gestão da Qualidade não é um assunto novo nas empresas. *Just in Time*, *kanban*, 5S, Seis Sigma, PNQ (Programa Nacional da Qualidade), CCQ (Círculos de Controle da Qualidade), TQC (*Total Quality Control*), *Lean Manufacturing*, QFD (*Quality Function Deployment*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), entre outros, são termos corriqueiros nas organizações que buscam excelência em produtos e serviços. A partir da década de 1990, as empresas nacionais empenharam-se em implantar uma cultura empresarial voltada para a qualidade. Valeram-se de inúmeras ferramentas e estratégias de gestão para manterem-se competitivas.

No Brasil, houve mudanças significativas na forma de encarar a qualidade principalmente após a abertura comercial iniciada no governo Collor (1990-1992) e que promoveu alterações na forma de gestão nas empresas nacionais, estimuladas principalmente pela concorrência dos produtos estrangeiros. A praxe de repassar os custos diretamente ao valor do produto, comum àquela época, não seria mais cabível. O preço passou a ser, e ainda é, determinado pelo

mercado e pela concorrência. Para obter lucros, a única fórmula seria diminuir custos, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos e serviços. As práticas das organizações envolveram redução de pessoal, automação, reengenharia, redução de endividamento, utilização de padrões internacionais de gestão e enfoque nas ações preventivas (CARVALHO; TOLEDO, 2000). Nesse sentido, monitorar a manufatura tornou-se condição *sine qua non* para evidenciar as falhas e oferecer oportunidades de melhoria aos gestores.

Esse artigo apresenta relevância acadêmica por propor um tratamento à disciplina de Metrologia além do ensino exclusivo sobre instrumentos e formas de medição, instigando a formação de profissionais com ampliação do seu papel no ambiente industrial e das conseqüências das medições sobre o resultado da organização e sobre os produtos que chegam à população em geral. A principal limitação deste trabalho reside em ser um estudo de caso único e, portanto, não permite generalizações dos resultados apresentados.

O artigo configura-se como uma pesquisa exploratória a partir de referencial teórico que fundamenta os termos aqui apresentados e de dados primários (a partir de *surveys*) e secundários (documentos da instituição). O caráter exploratório do trabalho justifica a ausência de um tratamento estatístico elaborado dos dados coletados. O referencial teórico tratou dos temas metrologia, ISO 9000 e educação tecnológica e foi utilizado para a construção dos instrumentos de pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As características da qualidade (tecnológicas, continuidade ao longo do tempo, contratuais, éticas e psicológicas) servem para definir a adequação ao uso dos produtos ou serviços (CALEGARE, 1985) e para controlá-los faz-se necessário **medir**. A medição é entendida como “o conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza” (INMETRO, 2007; p.23). É parte inerente das ações circunscritas à Gestão da Qualidade, e pressupõe a existência de padrões que precisam ser monitorados e também de instrumentos e/ou equipamentos para inspecionar, medir ou realizar ensaios. Padrão, segundo o INMETRO (2007; p.53), é a “medida materializada, instrumento de medição, (*measurement*) *standard* material de referência ou sistema de medição étalon destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir como referência”.

Sendo assim, a metrologia configura-se como condição essencial para a implantação das Normas NBR ISO 9000 em qualquer atividade tecnológica. A tecnologia em geral é fator de competitividade (SILVA; CAMPOS, 2001) embora a relação entre capacidade tecnológica e diferencial competitivo por vezes não seja evidente ou compreendida ou classificada erroneamente como tecnologia avançada ou de ponta. Para Ritzman e Krajewski (2004, p. 81):

“Definimos tecnologia como o *know-how*, os equipamentos e os procedimentos para fabricar produtos e prestar serviços. *Know-how* é o conhecimento e o julgamento de como, quando e por que empregar equipamentos e procedimentos. Perícia e experiência fazer parte desse conhecimento e muitas vezes não podem ser inseridas em manuais ou rotinas. Equipamentos consistem em ferramentas como computadores, *scanners*, caixas eletrônicos e robôs. Procedimentos são as regras e as técnicas para operar os equipamentos e executar o trabalho”.

As Normas ISO 9000, criadas em 1987, apresentaram-se como importante aliada para a garantia da qualidade de produtos e processos. O interesse pela ISO é evidenciado através do aumento vigoroso do número de empresas certificadas no Brasil a partir desse período:

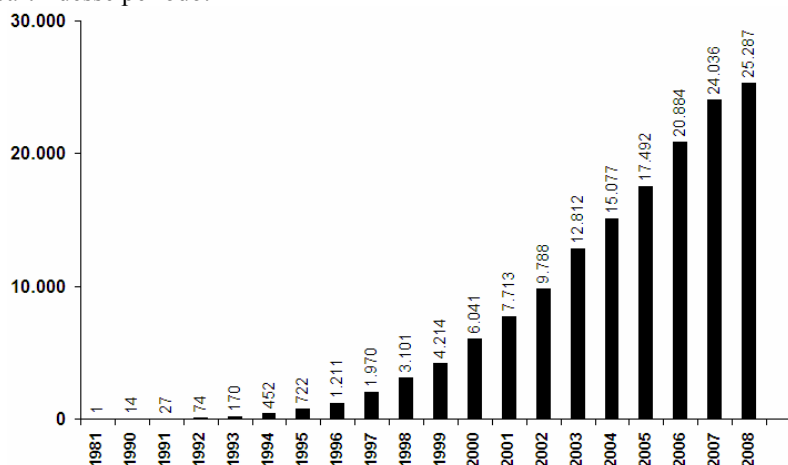


Figura 1 - Evolução do número total de empresas certificadas. Fonte ABNT (2008)

Apesar dos números significativos descritos na Figura 1, a certificação, por isso só, não evidencia o nível de comprometimento e profundidade com que a Qualidade é tratada nas organizações. As normas ISO 9000 preconizam que a organização utilize a garantia da qualidade como uma filosofia, através da gestão por processos (MEIRA; CERON, 2004).

Harrington (1993) define processo como a agregação de valor através da transformação de *inputs* (entradas) em *outputs* (saídas), ou a geração de resultados (produtos e/ou serviços) pelo consumo dos recursos organizacionais (pessoas, materiais, infra-estrutura, informação, tecnologias). Então, os processos geram produtos ou serviços, ou seja, não existe atividade empresarial sem os processos (GONÇALVES, 2000).

Considerando a Metrologia como o conjunto de teorias, práticas, equipamentos e procedimentos necessários às medições e ensaios com vistas a assegurar precisão nas atividades produtivas em geral, pode-se encará-la como uma função que perpassa as atividades do ciclo produtivo (projeto, compras, produção, expedição, controle de qualidade, segurança, entre outros). Ela também colabora para a eliminação de perdas por retrabalho e refugo (BECKERT, PALADINI, 2006).

Nas organizações focadas em processos, o fluxo de trabalho dá-se horizontalmente através das atividades que cruzam as funções da organização (SLACK et al, 2006), em prol das necessidades dos clientes e não como na fábrica taylorista, hierarquizada e por departamentos, caminho por onde deve fluir o poder, a autoridade e a comunicação organizacionais, com unidades de comando verticalizadas (FAYOL, 1970). A figura 1 demonstra o que se pretende dizer por gestão por processos.

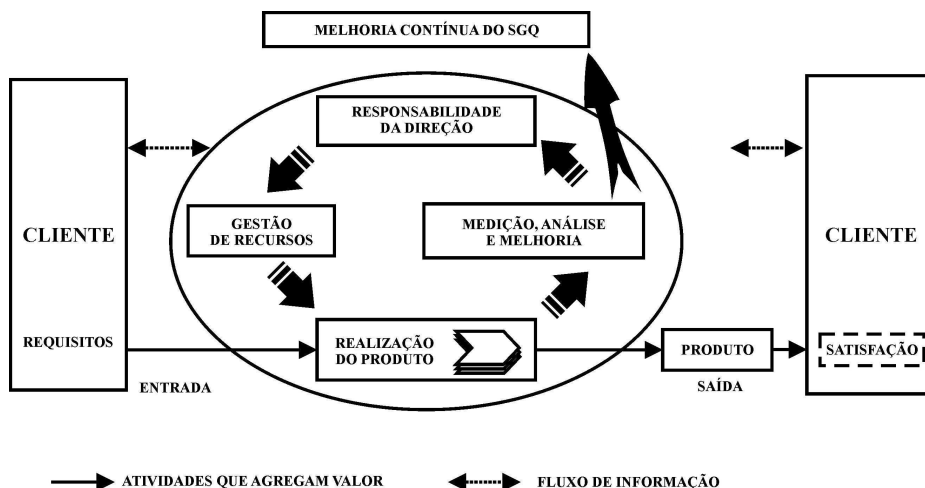


Figura 2 - Gestão por Processos. Adaptado de ABNT (2000)

O texto da NBR ISO 9001:2000 (ABNT, 2000) sobre o requisito 7.6. Dispositivos de Controle de Medição e Monitoramento informa que a organização deve “determinar as medições e monitoramentos a serem realizados e os dispositivos de medição e monitoramento necessários para evidenciar a conformidade do produto com os requisitos determinados”.

Para o atendimento deste item, a empresa precisa definir os instrumentos adequados para as medições em função das operações executadas e em função das especificações e respectivas tolerâncias, delimitadas em projeto ou documentações pertinentes. Aplica-se também a gabaritos, padrões, programas de testes, entre outros.

Para o atendimento deste item, bastante abrangente, é necessário seguir os seguintes passos:

- a) Identificação de instrumentos – cada instrumento deve ser identificado e é recomendável que a identificação tenha um registro indicando, no mínimo as seguintes informações: número do instrumento; descrição/denominação; fabricante; data da aquisição.
- b) Criação de um programa de gestão metrológica - este programa deve conter as seguintes informações: identificação e descrição do instrumento a ser aferido; intervalo entre as aferições; metodologia para aferição; padrão utilizado.

A periodicidade entre aferições vai depender do tipo de instrumento e frequência de uso, podendo-se utilizar as recomendações do fabricante para definir os intervalos. Os padrões utilizados para calibração e aferição devem estar aferidos e serem rastreáveis. Também devem ser definidas as condições de manuseio, preservação e armazenamento.

Normalmente, após a atividade de calibração de um instrumento, elabora-se um relatório de calibração, indicando os resultados obtidos. A situação de calibração deve estar claramente identificada no instrumento. Equipamentos que estão fora do Programa de Aferição por não afetarem a qualidade do produto devem ser identificados como tal e ter seu uso restrito a estas atividades.

Devido à complexidade e investimentos necessários para a aquisição de padrões, pode ser viável a terceirização deste serviço. Antes de contratar uma empresa, é importante que a mesma seja avaliada, segundo os critérios de qualificação de fornecedores, dando ênfase aos seguintes fatores: a) se a empresa possui todos os procedimentos para aferição dos instrumentos desejados; b) se a empresa possui todos os padrões aferidos e rastreáveis.

Quando do envio e retorno do equipamento para aferição em empresa contratada, o mesmo deve passar pela Inspeção de Recebimento, verificando-se a documentação do mesmo (Relatório de Aferição), se não houve dano devido ao transporte e se está adequadamente identificado.

A gestão metrológica corresponde não somente ao gerenciamento técnico dos equipamentos, mas a sua correta aplicação nas medições rotineiras na organização, com especial destaque às características da qualidade do produto e serviços ofertados. Assim sendo, o profissional que mede deve ter **competência** para medir. Essa frase, apesar de parecer pleonasma, não o é. Este artigo considera a medição como um substantivo de significado mais amplo que não se restringe ao ato da medição, mas a toda e qualquer fase do processo de medição, incluindo o gerenciamento metrológico e o controle dos instrumentos.

Entende-se por competência o "conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes que afetam a maior parte do trabalho de uma pessoa, e que se relacionam com o desempenho do trabalho; a competência pode ser mensurada, quando comparada com padrões estabelecidos e desenvolvida por meio do treinamento" (PARRY *apud* FLEURY e FLEURY, 2001: 27). Os conhecimentos são o que o educando sabe sobre determinado assunto, as habilidades, o que ele sabe fazer, e as atitudes definem o comportamento diante da função que exerce, incluindo aspectos éticos e de responsabilidade inerentes à ação de medir e aos impactos diretos e indiretos deste ofício.

As competências dos docentes, por exemplo, têm ligação com sua formação técnica inicial, porém muito pode ser agregado a partir de sua vida profissional. Para Ropé e Tanguy (1997, p.107), "segundo o discurso contemporâneo das empresas, o apelo a essas competências requisitadas, e assim declaradas, para ocupar certo emprego em dado momento de evolução da empresa, já não está ligado (ao menos formalmente) à formação inicial. Essas competências podem ter sido adquiridas em empregos anteriores, em estágios, longos ou breves, de formação contínua, mas também em atividades lúdicas, de interesse público fora da profissão, atividades familiares, etc." (ROPÉ e TANGUY, 1997:107).

Em relação ao ensino de metrologia em uma instituição tecnológica, Oliveira (2000) alerta para uma formação de profissionais que conjuguem não somente a técnica, mas o entendimento dos processos físicos e organizacionais afeitos aos materiais e as pessoas. Assim sendo, ao docente caberá rever seus métodos de ensino e incluir novas temáticas que de forma direta ou indireta se inserem no assunto Metrologia e proporcionar a formação mais ampliada do aluno.

Considerando-se primordialmente parte do currículo com enfoque nas Normas ISO 9000, espera-se que os alunos e docentes da disciplina de Metrologia tenham conhecimentos mínimos suficientes para atuar profissionalmente nessa área do conhecimento. Para isso, propõe-se que o currículo contemple conhecimentos teóricos e práticos sobre: **Metrologia acústica e de vibrações; Metrologia elétrica; Metrologia mecânica; Metrologia térmica; Metrologia óptica; Metrologia química; Calibração de instrumentos; NBR ISO 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos; Coleta de amostras; Testes e/ou ensaios; Criar padrões para medição quando não existir referência disponível; Análise de Dados metrológicos; Fazer medições com instrumentos apropriados; Usar e controlar dispositivos de inspeção, medição e ensaios em situações reais.**

3. METODOLOGIA

Este artigo foi realizado com base em um estudo de caso único, exploratório, em uma instituição de ensino tecnológico de Curitiba-PR, após a coleta e análise de dados primários e secundários.

Os dados secundários são os planos de ensino da disciplina de Metrologia e o referencial teórico colhido em artigos científicos e em referencial bibliográfico apropriado. Nos planos de ensino, observaram-se os principais temas tratados pelos docentes, comparando-os com a prática profissional dos futuros profissionais.

Os dados primários foram obtidos em pesquisa do tipo *survey*, com docentes e discentes dos diversos cursos técnicos da instituição para verificar: a) o conhecimento teórico sobre temas relacionados à Metrologia e ISO 9001:2000 (item 7.6); b) conhecimento prático sobre os mesmos temas; c) o grau de importância dos temas para o entrevistado; d) o grau de satisfação com a instituição de ensino a respeito da abordagem do assunto. O foco do trabalho está centrado em dois binômios: conhecimento teórico x conhecimento prático e importância x satisfação, segundo visão dos docentes e discentes. Os questionários são os mesmos tanto para docentes quanto discentes.

Os docentes entrevistados ministram aulas de metrologia e/ou de prática de laboratório. Os alunos são regularmente matriculados nos cursos técnicos da instituição, já passaram pela disciplina de Metrologia e/ou de prática de laboratório e precisam utilizar os conceitos e práticas de metrologia em sua profissão diuturnamente.

O instrumento de coleta foi construído e validado com quatro entrevistados (2 docentes e 2 discentes) e sofreu alterações em seu formato e texto para ser respondido sem dúvidas ou confusão na interpretação das questões. Foi aplicado, após as alterações, com 5 (cinco) professores do total de 23 (vinte e três) do ensino técnico (21,7%) e com 25 (vinte e cinco) alunos do total de 317 (trezentos e dezessete) do universo pesquisado (7,9%).

Optou-se arbitrariamente por analisar os resultados em dois blocos: a) conhecimento teórico x conhecimento prático; b) importância x desempenho. Optou-se também por duas diferentes escalas para os respondentes preencherem o formulário (RODRIGUES, 2005). A escala de avaliação: insuficiente (9 pontos), regular (7 pontos), bom (5 pontos), muito bom (3 pontos), excelente (1 ponto) foi usada para avaliar o conhecimento teórico, conhecimento prático e a satisfação (desempenho) com a abordagem dos temas em sala de aula. Para identificar o quanto o assunto é do interesse profissional do aluno, usou-se a escala de importância: sem importância (9 pontos), pouco importante (7 pontos), importante (5 pontos), muito importante (3 pontos), extremamente importante (1 ponto). Para cada quesito de avaliação do *survey*, foram calculados pares de médias e lançadas no gráfico de importância x desempenho.

4. RESULTADOS

4.1. Conhecimento Teórico x Conhecimento Prático

Observa-se claramente na Tabela 1 que os docentes se deram avaliações melhores na teoria quanto na prática nos itens relacionados à vida profissional cotidiana (Coleta de amostras; Testes e/ou ensaios; Criar padrões para medição quando não existir referência disponível; Fazer edições com instrumentos apropriados; Usar e controlar dispositivos de inspeção, medição e ensaios em situações reais), mas se avaliaram em sua maioria como “regular” nos demais. O agravante desta constatação é que tais docentes ministram a disciplina de Metrologia e portanto, reproduzem tal quadro em sua prática de ensino. Os resultados também evidenciam a falta de conhecimento teórico e prática em tópicos de metrologia importantes para os cursos da instituição.

Quanto à competência docente, o seguinte resultado se apresenta, segundo a visão dos próprios professores:

Tabela 1 - Conhecimento Teórico x Conhecimento Prático dos Docentes. Fonte: autores

ITEM DE VERIFICAÇÃO	TIPO	INSUFICIENTE	REGULAR	BOM	MUITO BOM	EXCELENTE
Metrologia acústica e de vibrações	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia elétrica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia mecânica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia térmica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia óptica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia química	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Calibração de instrumentos	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
NBR ISO 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Coleta de amostras	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Testes e/ou ensaios	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Criar padrões para medição quando não existir referência disponível	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Análise de Dados metroológicos	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Fazer medições com instrumentos apropriados	TEÓRICO	■	■	■	■	
	PRÁTICO	■	■	■	■	
Usar e controlar dispositivos de inspeção, medição e ensaios em situações reais	TEÓRICO	■	■	■	■	
	PRÁTICO	■	■	■	■	

A mesma avaliação foi feita para as respostas dos alunos. Observa-se na Tabela 2 que os discentes só se consideram no grau “bom” no que tange a parte teórica da realização de medições com instrumentos apropriados. Nos demais, somente “regular” ou “insuficiente”.

Os instrumentos em uso nas aulas de Metrologia da instituição são paquímetros, micrômetros, goniômetro, relógio comparador, máquina tridimensional, entre outros. Evidencia-se a proposta pedagógica centrada no ensino das medições de dimensões físicas, conforme planos de ensino. Contudo, são utilizados outros equipamentos de precisão nos cursos técnicos e tecnológicos: multímetros, osciloscópios, termômetros, manômetros, esquadros, escalas, pipetas, entre outros, que não são considerados na disciplina.

Tabela 2 - Conhecimento Teórico x Conhecimento Prático dos Discentes. fontes: autores

ITEM DE VERIFICAÇÃO	TIPO	INSUFICIENTE	REGULAR	BOM	MUITO BOM	EXCELENTE
Metrologia acústica e de vibrações	TEÓRICO	■				
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia elétrica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■	■		
Metrologia mecânica	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Metrologia térmica	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia óptica	TEÓRICO	■				
	PRÁTICO	■	■			
Metrologia química	TEÓRICO	■				
	PRÁTICO	■	■			
Calibração de instrumentos	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■	■		
NBR ISO 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Coleta de amostras	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Testes e/ou ensaios	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Criar padrões para medição quando não existir referência disponível	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			
Análise de Dados metrologicos	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■	■		
Fazer medições com instrumentos apropriados	TEÓRICO	■	■	■		
	PRÁTICO	■	■	■		
Usar e controlar dispositivos de inspeção, medição e ensaios em situações reais	TEÓRICO	■	■			
	PRÁTICO	■	■			

4.2. Importância dos Assuntos x Desempenho da Instituição de Ensino

Para a comparação da importância e do desempenho da organização, utilizou-se uma adaptação do modelo da matriz de importância x desempenho (SLACK et al, 2006). Quanto à relação importância e desempenho dos itens segundo a visão dos docentes, observou-se o seguinte resultado:

Tabela 3 - Importância do Assunto x Desempenho da Organização na Visão Docente. Fonte: autores

	Metrologia acústica e de vibrações	Metrologia elétrica	Metrologia mecânica	Metrologia térmica	Metrologia óptica	Metrologia química	Calibração de instrumentos	NBR ISO 5426	Coleta de amostras	Testes e/ou ensaios	Criar padrões para medição	Análise de Dados metrologicos	Fazer medições com instrumentos apropriados	Usar e controlar dispositivos
Importância	4,6	3,0	2,5	3,8	4,6	4,5	2,6	4,0	3,5	3,0	4,6	4,0	2,6	3,8
Desempenho	9,0	3,8	5,0	7,7	8,0	8,0	5,8	6,0	6,3	5,7	6,3	5,0	4,0	4,3

A figura 3 demonstra que, na visão docente, não há itens na zona apropriada ou de excesso. Porém, cinco itens não foram considerados críticos (Análise de Dados, Testes e/ou ensaios, uso e controle de dispositivos, metrologia mecânica, metrologia elétrica e fazer medições com instrumentos apropriados), estando na região de melhoramento, mas sem necessitar de uma ação urgente.

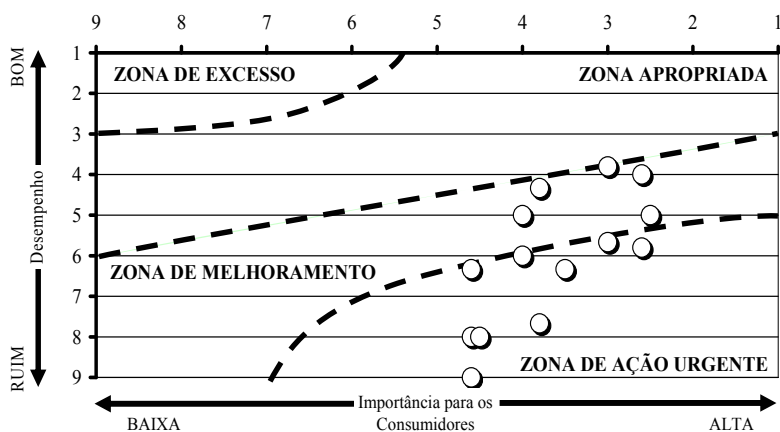


Figura 3 - Gráfico Importância x Desempenho na Visão Docente

Este gráfico, analisado conjuntamente com o que se observou na tabela 2, sugere que: a) os docentes tratam o assunto metrologia com enfoque na prática da medição em si, negligenciando as componentes teóricas e a dimensão do assunto; e/ou b) os docentes realmente não conhecem a dimensão da Metrologia e sua influência na prática profissional.

O gráfico da Importância versus Desempenho, a partir das respostas dos discentes, chegou ao seguinte resultado:

Tabela 4 - Importância do Assunto x Desempenho da Organização na Visão Discente. Fonte: autores

	Metrologia acústica e de vibrações	Metrologia elétrica	Metrologia mecânica	Metrologia térmica	Metrologia óptica	Metrologia química	Calibração de instrumentos	NBR ISO 5426	Coleta de amostras	Testes e/ou ensaios	Criar padrões para medição	Análise de Dados metroológicos	Fazer medições com instrumentos apropriados	Usar e controlar dispositivos
Importância	5,5	3,5	3,2	4,9	5,0	5,4	4,3	4,3	4,7	4,0	4,1	3,9	3,2	3,8
Desempenho	7,8	6,4	6,0	7,7	7,8	8,1	6,9	7,3	7,2	6,5	6,7	7,2	6,1	6,8

A figura 3 evidencia que os alunos consideram que a instituição tem um desempenho insatisfatório para todos os tópicos avaliados em relação à importância que dão aos temas, ficando todos na Zona de Ação Urgente.

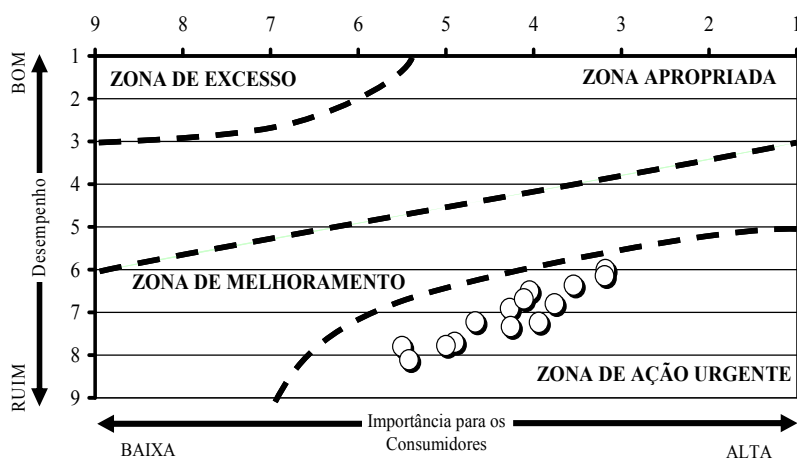


Figura 4 - Gráfico Importância x Desempenho na Visão Discente

O resultado da Figura 4, em conjunto com o resultado da tabela 3, sugere que: a) ou os alunos desconhecem a realidade de sua prática profissional no que se refere à Metrologia; b) ou a Instituição está muito aquém e desconectada das necessidades do mundo do trabalho em relação à Metrologia; c) ou ambas as situações são verdadeiras. Qualquer que seja a resposta, todas são críticas e realmente requerem ações imediatas da instituição. Os alunos dos cursos em que não há a disciplina recebem as orientações dos docentes das disciplinas de prática de laboratório sobre medições, caracterizando uma prática de ensino difusa e condicionada à competência docente.

Ressalta-se a baixa carga horária reservada para o ensino de Metrologia ou a inexistência da disciplina em alguns cursos (ver tabela , a seguir).

Tabela 5 - Carga horária da disciplina de Metrologia nos cursos técnicos da Instituição.**Fonte: ementas dos cursos**

CURSO	CARGA HORÁRIA Metrologia
Técnico em Qualidade	30
Técnico em Mecatrônica	30
Técnico em Mecânica	21
Técnico em Química	00
Técnico em Plásticos	00
Técnico em Eletrônica	00
Técnico em Segurança do Trabalho	00

A instituição possui certificação ISO 9001 e, por isso, cabe uma tratativa especial em relação ao assunto, elencando alguns pontos:

a) O Sistema de Gestão da Qualidade da instituição de ensino considera que as medições realizadas em sala não influenciam a qualidade das aulas e, assim sendo, o item 7.6 é tratado como não aplicável. Nesse sentido, uma contradição fica evidente, pois não é possível tratar o controle de dispositivos de inspeção, medição e ensaios como “não aplicável”, visto que é notório o impacto da ausência de calibração sobre as medições e, por conseguinte, sobre o aprendizado dos alunos. A gestão metrológica interfere diretamente sobre a qualidade do resultado da aula;

b) mesmo sendo possível justificar a não-aplicabilidade do requisito, não parece coerente que uma instituição de ensino técnico e tecnológico negligencie a gestão metrológica de seus instrumentos de medição e ensaios, sob o pretexto de simplificar e tornar menos oneroso seu Sistema da Qualidade;

c) tendo os alunos considerado o assunto relevante e percebendo que a escola não o atende satisfatoriamente, a instituição passa a ter a obrigação de transformar a maneira como lida com o tema Metrologia, sob pena de infringir os requisitos 5.2 (Foco no cliente); 7.2 (Processos relacionados a clientes) e 8.2.1 (Satisfação do Cliente) da NBR ISO 9001:2000, que recomendam o monitoramento da satisfação do cliente para realimentar o sistema e o empreendimento de esforços no sentido de atender as expectativas dos consumidores;

d) evidenciaram-se lacunas na competência dos professores que precisam ser tratadas conforme determinado no requisito 6.2.2 (Competência, conscientização e treinamento). A qualificação dos professores deve ser assegurada por um programa de desenvolvimento que contemple teoria e prática metrológica;

e) a instituição também deverá providenciar os recursos para prover a gestão metrológica dos equipamentos de medição e ensaios usados nos diversos cursos, como forma de atender ao requisito 6.3 (Infra-estrutura).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O artigo demonstrou que o ensino de Metrologia na instituição em questão merece atenção especial por demonstrar dissonâncias entre as expectativas dos alunos e dos docentes e as práticas de ensino. Os professores têm visão mais otimista que os alunos, porém não menos indicativa de necessidades prementes de melhoria.

Os resultados demonstraram que os conhecimentos teóricos e práticos dos professores são maiores que os dos alunos, como naturalmente se espera. Contudo, a competência dos professores é centrada nos aspectos práticos da disciplina e mais próxima de sua prática profissional fora da instituição, em vez de calcada em um embasamento teórico consubstanciado, proveniente de uma formação sólida na área.

Evidenciou-se que há uma prevalência do ensino de Metrologia focado na medição de dimensões físicas, negligenciando os diversos instrumentos de precisão utilizados na instituição que medem grandezas como temperatura, capacidade, voltagem, amperagem, volume, capacitância, entre outras que merecem melhor atenção. Além disso, a Metrologia não é uma disciplina comum a todos os cursos técnicos, estando na grade somente dos cursos de Mecânica Industrial e Qualidade Industrial. Nos demais são tratadas como parte integrante das práticas de laboratório.

Como alunos e professores não têm competência teórica e prática nos diversos assuntos elencados neste artigo, conclui-se que não têm como avaliar se os instrumentos utilizados têm sua calibração garantida e se as medidas realizadas nas aulas e trabalhos práticos dos alunos correspondem à realidade dos fenômenos observados. Essa conclusão põe em suspeita toda e qualquer avaliação das atividades dos alunos, conforme o uso e o tipo de equipamento, esta prática compromete o aprendizado e, em alguns casos, a integridade física de alunos, professores e do patrimônio da instituição.

Recomenda-se que a instituição definitivamente dê a merecida atenção a Metrologia como disciplina fundamental para o ensino técnico e tecnológico, sob pena de ficar na contramão das práticas observadas nas empresas para as quais os egressos são enviados. Recomenda-se também um programa de qualificação dos docentes e a inclusão da aplicabilidade do item 7.6 no Sistema da Qualidade da instituição.

Recomenda-se ainda um programa para o ensino de Metrologia que contemple no mínimo:

- a) Histórico da metrologia, para evidenciar a evolução do conceito desde sua utilização por povos primitivos até o uso contemporâneo;
- b) Diferentes tipos de metrologia, para situar o aluno além da medição de grandezas físicas, propondo um olhar ampliado da disciplina;
- c) Importância da metrologia para a atividade industrial, contextualizando o ensino e dando significado para o aprendizado;
- d) Importância da metrologia para a sociedade, ressaltando a componente ética da atividade de medição e os impactos sobre os consumidores de produtos e serviços;
- e) Controle de Dispositivos de medição e monitoramento, com a introdução das Normas NBR ISO 9000, sua importância e aplicabilidade no cenário empresarial;
- f) Gestão metrológica, incluindo a preparação do profissional para identificar e descrever instrumentos, definir critérios para manuseio e armazenamento, controlar os intervalos entre as aferições; determinar metodologia para aferição quando não houver métodos recomendados; emissão de certificados de calibração, rastreabilidade de padrões; entre outros.
- g) Sistema Internacional de Unidades, bem como a conversão de unidades;
- h) Medições e incertezas, com atividades teóricas e práticas sobre as formas e instrumentos adequados para medir grandezas e as incertezas associadas;
- i) Análise de resultados, para desenvolver a capacidade de extrair informações dos dados coletados.

Tal programa, para ser posto em prática, requererá investimentos em equipamentos e infraestrutura adequados à prática docente, bem como a qualificação destes últimos para o exercício pedagógico com qualidade.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 2008. “Histórico dos Certificados ISO 9000”. Disponível em http://200.20.212.34/cb25i/ano_calendario.asp?Chamador=CB25 . Consultado em agosto de 2008.
- _____. Fundamentos e Vocabulário: NBR ISO 9000. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. Sistemas de gestão da qualidade – requisitos: NBR ISO 9001. Rio de Janeiro, 2000.
- BECKERT, S. F. e PALADINI E. P., 2006. “A abrangência do gerenciamento metrológico nas empresas”. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro.
- CALEGARE, Á. J. A., 1985. “Técnicas de garantia da qualidade”. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- CARVALHO, J. L. M.; TOLEDO, J. C., 2000. “Certificação, ISO 9000 e 14000 em empresas brasileiras”. Ciência e Tecnologia, v. 10. n°. 4, pp 179-192.
- FAYOL, H., 1970. Administração Industrial e Geral. São Paulo, Atlas
- FLEURY, A. e FLEURY, M. T., 2001. “Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico da indústria brasileira”. São Paulo: Atlas.
- GONÇALVES, J. E. L., 2000. As Empresas são Grandes Coleções de Processos. RAE - Revista de Administração. Jan./Mar. 2000. RAE . v. 40 . n. 1 . Jan./Mar.
- HARRINGTON, J. Aperfeiçoando processos empresariais. São Paulo: Makron, 1993.
- INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). 2007. “Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de Metrologia : portaria INMETRO nº 029 de 1995” / INMETRO, SENAI - Departamento Nacional. 5. ed. -- Rio de Janeiro: Ed. SENAI.
- MEIRA, A. CERON, G., 2004. “Guia Digital ISO 9000”. Curitiba: Editora Domo.
- RODRIGUES, M. das G.V., 2005. Metodologia da pesquisa: elaboração de projetos, trabalhos acadêmicos e dissertações em ciências militares. 3ª ed. Rio de Janeiro: EsAO.
- ROPÉ, F.; TANGUY, L., 1997. “Saberes e competências: o uso de tais noções na escola e na empresa”. Campinas: Papirus.
- SILVA, E. A. CAMPOS, R., 2001. “A importância da metrologia na gestão empresarial e na competitividade do país”. In: XXI ENEGEP, Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador.