

## 4

### Ensino de Metrologia no Brasil

A educação metrológica apresenta uma história muito recente quando comparada com a história do ensino fundamental, médio e superior.

Somente em 1942, durante o governo do presidente Getúlio Vargas, através do decreto-lei nº 4731, de 23 de setembro de 1942, é que o ensino de Metrologia começa a ser organizado no Brasil, ficando sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) a implantação de um curso voltado para a formação de metrologistas. Este curso entrou em funcionamento no ano de 1945 e tinha a finalidade de oferecer preparo técnico de pessoal para desempenhar o papel de fiscalizar e calibrar instrumentos de medição dentre outras atividades previstas na legislação metrológica vigente na época. A grade curricular deste curso de Metrologia era composta por seis disciplinas: matemática, noções de física aplicada à Metrologia, noções de desenho, prática de calibração de instrumentos de medição e trabalhos práticos de oficina. O ensino era essencialmente prático, limitando-se à teoria somente as noções básicas indispensáveis à compreensão das matérias. A duração do curso era de oito meses, dividido em dois períodos (DIAS, 1998).

Com a Resolução nº 23, de 27 de junho de 1946, adotada pela Comissão de Metrologia, foram estabelecidos níveis distintos para os cursos de formação de fiscais, calibradores e auxiliares metrológicos. Neste sentido, foram admitidos pelo menos 3 níveis de competência, classes A, B e C. Para a classe A, era exigido o antigo curso ginasial, hoje conhecido como ensino fundamental. Os cursos de classe B e C eram de caráter prático e formavam profissionais aptos para atuarem em órgãos metrológicos de aparelhamento limitado. Os auxiliares metrológicos de classe B e C poderiam candidatar-se a cursos de classe A depois de estagiarem 3 anos em órgãos metrológicos (DIAS, 1998).

Durante o governo do presidente Getúlio Vargas, os órgãos responsáveis por executar a política metrológica eram o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), a

Comissão de Metrologia e o Observatório Nacional do Rio de Janeiro, tendo como colaboradores, atendidas certas condições, órgãos metrológicos estaduais e municipais, fabricantes nacionais de instrumentos de medição e empresas de serviços de utilidade pública.

As atribuições do INT fixadas pela lei eram bastante extensas. Ao INT competia adquirir e conservar padrões nacionais, elaborar e rever o regulamento do Decreto-lei nº 592, estabelecer o quadro de medidas legais e a tabela de taxas e multas previstas, examinar os tipos de medições e instrumentos de medir, fiscalizar a execução Decreto nº 592, aplicando as penalidades nele previstas, organizar um registro de fabricantes idôneos, analisar os pedidos e inspecionar órgãos e entidades que pleiteassem o exercício de atividades metrológicas. Além disso, deveria também se responsabilizar pela orientação geral e organização do ensino de Metrologia, e pela formação de pessoal técnico competente como já mencionado anteriormente. Era previsto, nesses casos, convênios com universidades, escolas e institutos técnicos (DIAS, 1998).

Os Estados Unidos da América constituíram seu sistema educacional de modo peculiar. Sete décadas antes de Vargas ter criado o Ministério da Educação e da Saúde Pública, nos EUA foram doadas terras da União a cada um dos Estados Americanos com o objetivo de criar um fundo de longa duração para manter e estabelecer escolas superiores de agricultura e artes mecânicas (ALMEIDA, 2002).

Um ano após a formalização da doação de terras da União aos Estados americanos, foi formalizada a criação da National Academy of Sciences, com o objetivo de promover investigações científicas sobre qualquer tema ou assunto das ciências ou das artes. Esses dois acontecimentos citados acima são apenas dois exemplos de decisões que certamente fizeram com que os EUA se destacassem em termos de desenvolvimento científico. Esse desenvolvimento fez com que os EUA, na segunda metade do século XX, alcançassem índices da ordem de 50% de todos os prêmios Nobel já concedidos (ALMEIDA, 2002).

Fazendo uma análise dos fatos mencionados acima se conclui que os Estados Unidos, principalmente entre os anos 1870 e o final da Primeira Grande Guerra, são um grande exemplo de ação governamental no sentido de reestruturar o sistema

educacional daquele país, colocando o país no caminho do desenvolvimento científico e tecnológico, juntamente com a implementação de mudanças estruturais desde o ensino básico até a universidade. Essas mudanças estruturais incluem revisão de currículos escolares, criação de cursos técnicos criando novas profissões e ocupações profissionais, chegando até à montagem de um moderno sistema de pós-graduação nas universidades.

A experiência americana contou desde o início com a percepção de que a educação exercia um papel de extrema importância no setor de produção.

Diferentemente, no Brasil, os investimentos em ciência e tecnologia (C&T) são em sua maioria oriundos de recursos do estado que por muitos anos ficou estagnado em 0,7% do Produto Interno Bruto (PIB). Hoje esse patamar está em torno de 1,5%. O panorama mundial é bem diferente daquele que se apresentou no Brasil até a década de 90. No Japão, por exemplo, o governo responde por 18% dos investimentos privados em C&T, na Alemanha 34%, na Inglaterra, por 36%, na França, por 48% e nos EUA, por 47%. A empresa privada no Brasil responde somente por 6% dos investimentos em C&T, ao governo federal cabe 67%. Do que resta, cerca de 17% são recursos dos Estados e Municípios, 3% das empresas estatais e a diferença de outras fontes. Nos países desenvolvidos 70 % do esforço são destinados à capacitação tecnológica e cerca de 30 % ao desenvolvimento científico. No Brasil esses percentuais são inversos (Frota et al, 1994).

A situação apresentada acima também é resultado de um desenvolvimento econômico-industrial fora de sintonia com os sistemas educacionais, ciência e tecnologia. A grande demanda por conhecimento desenvolvido no Brasil inibe a atividade tecnológica e a importante interação entre os centros geradores de conhecimento e o setor produtivo.

O quadro acima começa a sofrer modificações a partir da década de noventa, quando o Brasil optou pelo modelo de inserção competitiva no contexto econômico mundial, abandonando mais de quatro décadas de substituição de importações.

O governo, para dar sustentação a esse quadro, propôs à sociedade um conjunto de medidas (exposição planejada à competição, via redução progressiva de alíquotas

do imposto de importação; aperfeiçoamento das leis de defesa do consumidor; das leis de concorrência e privatização, entre outras) e programas (Programa Brasileiro da Qualificação e Produtividade - PBQP, e Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica e Industrial - PACTI).

A lógica da Metrologia contempla o desenvolvimento de eficazes programas intra e multiregionais de comparação laboratorial de padrões e técnicas de medição, atividades que estimulam intercâmbios de recursos humanos e treinamento especializados. É fundamentando-se nos resultados desses programas que se discutem as barreiras técnicas restritivas que limitam o potencial de acesso de produtos que desembocam em mercados fortemente competitivos (FROTA et al, 1998, p.20).

A formação de recursos humanos qualificados é indispensável à manutenção da confiabilidade de sistemas de medição assegurados pela consistência da cadeia hierárquica metrológica que é internacionalmente aceita hoje.

Embora as considerações acima apontem para a necessidade de investimentos na formação de recursos humanos em Metrologia, muitas empresas preferem realizar fortes investimentos em equipamentos de medição, deixando em segundo plano a formação de metrologistas capacitados para operá-los. Os responsáveis por tomar decisões defendem a idéia de que os treinamentos intensivos com baixa carga horária são suficientes para capacitar as pessoas envolvidas nos processos metrológicos das empresas. Vários argumentos são utilizados para justificar essa atitude. Dentre eles, os mais mencionados são o custo dos cursos e treinamentos, a necessidade de afastar o funcionário do seu posto de trabalho por algum tempo e a rotatividade do funcionário dentro da empresa, que pode ocasionar perda de investimento feito no aprimoramento profissional do funcionário (WANKA, 2005).

Um acontecimento importante em que a Metrologia também está envolvida é a organização da Área de Livre Comércio das Américas (ALCA). Essa iniciativa poderá não ter sucesso se os compromissos de harmonização das estruturas metrológicas e de estabelecimento da equivalência de padrões metrológicos de referência dos países que integram a ALCA não forem levados a bom termo. Para que

esses compromissos possam alcançar os objetivos desejados, altos investimentos na estruturação de programas específicos de desenvolvimento de recursos humanos em Metrologia e Qualidade deverão ter uma grande e especial atenção (FROTA et al, 1998). Dentro desse contexto, podemos notar que a Metrologia é a base técnica da qualidade não sendo apenas pré-requisito à globalização do comércio, mas sim um instrumento político de integração dos países do continente.

O desenvolvimento e as transformações recentes no cenário mundial, que provocam a formação de poderosas áreas de influência econômica e de livre comércio, cujos contornos, que não são mais definidos pelas fronteiras geográficas, e sim pelas barreiras técnicas e pela capacidade de articulação da inovação tecnológica, têm requerido novos padrões de qualidade e estimulado uma crescente demanda por metrologia. Conseqüentemente, o desenvolvimento continuado de recursos humanos especializados torna-se indispensável, em se considerando a atual conjuntura internacional.

Apesar das complexas obrigações impostas pela política e pela economia, o processo de formação de blocos geoeconômicos objetivando a universalização do comércio requer harmonização de normas e procedimentos metrológicos, além de maior integração entre os Institutos Nacionais de Metrologia. Tais institutos são responsáveis pelo estabelecimento da equivalência de padrões e sistema de medida e padronização para consubstanciar o comércio entre países congregados por blocos econômicos definidos, ou em processo de definição.

De acordo com o Programa RH-Metrologia, o desempenho de atividades em Metrologia exige recursos humanos com formação acadêmica de excelência, de forma a responder em tempo hábil às sofisticações e rapidez dos avanços impostos pela tecnologia contemporânea, que evoluiu, em curto período de tempo, de convencionais artefatos de medida para a padronização absoluta.

Para a execução dessas atividades, é indispensável a capacitação universal de recursos humanos na cadeia metrológica. É necessária uma capacitação que atinja desde os operários e os profissionais que transitam nos laboratórios que oferecem serviços especializados em Metrologia, até os metrologistas envolvidos na calibração e disseminação dos padrões. Esses últimos por serem os formadores das políticas

metrológicas, assim como os cientistas que atuam na fronteira do conhecimento conduzindo pesquisas de ponta, devem estar capacitados suficientemente em Metrologia com o objetivo de introduzir inovações e quebrar paradigmas.

Pela natureza multidisciplinar da Metrologia, seu aprendizado exige sólidos fundamentos da Física, Química e Matemática, além da imprescindível experiência prática em laboratórios. Nos países de primeiro mundo, como a Alemanha, Estados Unidos da América, Inglaterra, Japão e França, com tradição milenar em tecnologia, e sistemas universitários com cursos de graduação, pós-graduação e especialização mais desenvolvidas, continuam existindo as escolas técnicas profissionalizantes. Contrariamente ao que ocorre em outras áreas de conhecimento, a complementação em Metrologia nesses países pode ser feita em instituições de reconhecida competência técnica e adequada cultura metrológica (Frota et al,1998).

Essa prática pedagógica trouxe resultados considerados excelentes num intervalo de tempo que na maioria das vezes pode durar de meses a algumas décadas, dependendo do grau de complexidade da atividade metrológica desenvolvida. Esses recursos humanos recrutados de acordo com essa prática pedagógica adquirem cultura e conhecimento necessários a sua profissionalização, sendo habilitados ao exercício de atividades produtivas.

Não é difícil notar que existe uma forte demanda por Metrologia. Essa demanda é notadamente oriunda dos setores industrial, saúde e segurança, meio ambiente e telecomunicações. Muitos países tem incentivado o crescimento e o fortalecimento das redes acreditadas de laboratórios de Metrologia, maneira pela qual torna-se possível atribuir credibilidade aos serviços prestados pelos laboratórios. A acreditação é a maneira mais eficaz de se comprovar a competência técnica laboratorial.

Diante das considerações anteriores, pode-se notar que a Metrologia tem assumido um papel relevante, não só no que diz respeito à sua relação com processos industriais, mas também pelo seu grau de implicação na melhoria da qualidade da vida política e social do cidadão, do desenvolvimento do comércio interno e externo, da saúde, da educação e da proteção ao meio ambiente.

A Metrologia, de acordo com o Programa RH-Metrologia, é considerada pré-condição para toda atividade de natureza científica e tecnológica.

Nos países onde não existe um sistema metrológico instalado, algumas soluções estão sendo implantadas com o objetivo de suprir a necessidade de recursos humanos em Metrologia, podemos destacar (i) o treinamento de recursos humanos em laboratórios avançados; (ii) vinda de especialistas estrangeiros de laboratórios metrológicos avançados para formar recursos humanos no laboratório local; (iii) programas de cooperação, com o objetivo de incentivar o intercâmbio e o treinamento de profissionais entre laboratórios (Frota et al, 1998).

A capacitação de recursos humanos na área de Metrologia tem contribuído para o sucesso de atividades que envolvam outras esferas institucionais. Existe uma forte tendência de os Laboratórios Nacionais de Metrologia (LNM) repassarem para os laboratórios acreditados a demanda referente aos serviços de rotina. Esse fato permite que os (LNM) possam concentrar seus esforços na realização, manutenção e disseminação das unidades que integram o Sistema Internacional de Unidades (SI), isso faz com que os (LNM) consigam desempenhar sua importante missão de laboratório nacional.

É fácil notar que a capacitação de recursos específicos é de extrema relevância para o sucesso dessas transformações.

O início da década de 90 representou para a nação brasileira uma série de mudanças institucionais e estruturais, tanto no campo político como no campo econômico. Medidas de estímulo à competição, legislação antitruste, liberação comercial, e programas como o Programa de Apoio à Ciência e Tecnologia e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, juntamente com os processos de reestruturação produtiva - automação industrial e novas técnicas organizacionais do trabalho traçaram um novo cenário para o mundo do trabalho, o que causou impacto e exigiu redefinições no campo do emprego. Isto em meio às medidas adotadas com vistas à estabilização da economia, compuseram um quadro expressivo da queda da participação do setor industrial, exigindo novas alternativas para a geração de emprego e renda (ETFQ, 1998).

O enxugamento dos postos de trabalho a que a modernização produtiva tem conduzido faz crescerem as ocupações em serviços informais e de tempo parcial. Por outro lado, as empresas têm tido grandes dificuldades em adaptar sua força de trabalho aos novos métodos produtivos, principalmente àqueles baseados na automação industrial. Isto significa que, principalmente nos centros urbanos, um enorme contingente da força de trabalho fique sem ocupação, ainda que isso seja diferenciado em relação às características produtivas observáveis (educação, idade e posição na ocupação).

Grande parte das mudanças que ocorrem no campo das relações de produção é determinada por mudanças que incluem avanço tecnológico, descoberta de novos materiais e desenvolvimento de novos métodos produtivos. A automação incorporada aos processos produtivos é um exemplo desse fenômeno, exigindo dos trabalhadores novas habilidades. Essas habilidades não são somente seguir corretamente o manual de operação, ou conseguir repetir tarefas a eles ensinadas através de treinamentos rápidos. Na realidade, o fundamental é que os trabalhadores tenham a capacidade de elaborar uma representação mental do que está ocorrendo em toda a extensão do processo, a partir da qual as ações operativas são definidas e executadas. Isto permite a atuação do trabalhador sobre imprevistos e defeitos.

Devido ao fato de, na produção automatizada, os custos de quebras e interrupções serem muito altos, é fundamental a responsabilidade dos trabalhadores para atuarem dentro das especificações, sendo capazes de perceber rapidamente sinais de pane, intervindo sobre o processo com precisão.

Todas essas questões devem ser consideradas na formulação dos currículos. Pode-se facilmente observar que a capacidade de realizar a referida representação mental e de tomar decisões frente à variabilidade dos processos depende tanto da formação teórica como da formação técnico-científica. Ao mesmo tempo, percebe-se que a aquisição de níveis maiores de escolaridade orienta a contratação de trabalhadores.

A aquisição de conhecimento tecnológico deve passar pela experiência de trabalho, isto significa criar e aprender como parte integrante do cotidiano de todo o



cidadão, seja no local de trabalho, seja no de ensino em seus vários níveis, graus e formas. Podemos dizer que trabalho e educação são, na realidade, elementos diferentes de acumulação de conhecimento teórico e prático necessários aos indivíduos na sua formação de cidadania (BASTOS, 2000).

Podemos notar que existe um vínculo entre trabalho e educação que ultrapassa a sua simples adequação à produção. Em outras palavras, podemos dizer que não se trata apenas da integração escola-empresa, mas de uma visão ampla e crítica do que vem acontecendo no mundo do trabalho e das inovações tecnológicas, bem como as implicações destas no processo de ensino.

A relação da educação com a tecnologia requer uma rediscussão de seus fundamentos em termos de desenvolvimento curricular como nova forma de incrementar o processo ensino-aprendizagem.

Diante dessas considerações podemos notar que o papel desempenhado pelos trabalhadores será de maior importância para as empresas no momento em que ele estiver capacitado para tomar iniciativas, imaginar e refletir sobre as exigências demandadas no contexto social no qual eles se inserem.

A educação, por sua vez desempenhará um papel fundamental para que se consiga colocar em prática as idéias citadas acima, pois ao longo da história a educação sempre esteve presente no desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

No passado, o nascimento das cidades e o aumento da demanda por produtos fabricados pelos artesãos, aliados à alfabetização decorrente da necessidade de leitura das Escrituras pelos protestantes, fez com que saber ler e escrever fosse uma exigência. Esses acontecimentos deram origem a episódios que marcaram mudanças significativas na sociedade, dentre elas, a Revolução Francesa e a Revolução Industrial, dando início à idade contemporânea.

Observando essas mudanças podemos entender que a educação passa a dar mais importância a conhecimentos técnicos por causa das exigências de industrialização que a partir do século XIX passa a obter um significativo crescimento. Logo, os conhecimentos clássicos passam a ser acompanhados pelos conhecimentos técnicos e científicos.

Outro acontecimento importante a considerar é o desaparecimento do privilégio dos nobres, adquirido pelo nascimento, que foi substituído pelo privilégio da burguesia, resultante da riqueza que tem seu reflexo na dicotomia instalada na educação: ao proletariado, os estudos da escola primária e profissional; à burguesia os estudos das escolas superiores (BASTOS, 2000).

Para ter acesso a conhecimentos que pudessem responder às exigências do parque industrial que rapidamente estava se instalando, o proletariado sentiu a necessidade de acesso à escola. Essa necessidade do proletariado obteve como resposta a criação dos sistemas públicos de educação controlados pelo estado. Dentro desse contexto, começa a se organizar um ensino público, gratuito e obrigatório, mas que, infelizmente, preserva a dicotomia entre conhecimento teórico e prático, transformando essa dicotomia numa diferenciação de classe social. Aos dirigentes, é oferecido um conhecimento totalizante, destinado à manutenção do poder. Aos que produzem, é oferecido um conhecimento fragmentado, direcionado à sua atividade profissional.

Fazendo uma comparação do que foi dito com os dias atuais podemos notar que essa situação vem sendo reproduzida há muitos anos, de forma que a educação nas escolas encontra-se dicotomizada entre um ensino teórico-propedêutico destinado preferencialmente às elites e um ensino profissionalizante, dissociado da formação básica, direcionado para o exercício de tarefas e funções envolvendo parcialmente as classes trabalhadoras.

Grande parte dos trabalhadores, principalmente nos países em desenvolvimento, permanece sem acesso a qualquer tipo de conhecimento, seja ele teórico-propedêutico ou profissionalizante, buscando de acordo com as oportunidades e circunstâncias do trabalho extrair de suas experiências vividas modalidades diversificadas de conhecimento tácito, adquiridas informalmente pela prática social.

#### **4.1.**

#### **Cursos de formação em nível técnico em Metrologia no Brasil**

Pela necessidade de condução do complicado processo de capacitação e formação de recursos humanos em Metrologia, o governo brasileiro concebeu, em

1998, o programa RH-Metrologia, sendo estruturado a partir de uma articulação entre o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio (MCIT), através do INMETRO; o Ministério da Educação (MEC), através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O programa RH-Metrologia foi criado objetivando apoio às variadas ações relacionadas ao desenvolvimento de recursos humanos em Metrologia, sendo seus tópicos organizados em três fases complementares.

Na fase 2 do programa RH-Metrologia foi incorporada a estrutura de uma rede nacional de capacitação técnica profissionalizante na área de Metrologia, tendo como responsável em organizar esse processo o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), tendo em vista sua qualidade na formação para o mercado de trabalho e a sua interação com o setor industrial.

O SENAI no desempenho de sua relevante missão e percebendo a importância estratégica fortaleceu seus esforços na formação vocacional em Metrologia. Através do Programa SENAI de Gestão da Metrologia (PSGM), o SENAI vem dando prioridade às ações na área de Metrologia: (i) inserção da disciplina Metrologia em seus cursos; (ii) busca pela acreditação de seus laboratórios; (iii) articulação de uma maior visibilidade internacional de suas ações em Metrologia; (iv) formação de parcerias estratégicas que possam produzir literaturas especializadas em Metrologia, Normalização e Qualidade (MNQ); (v) desenvolvimento de um projeto pioneiro para o ensino da Metrologia, incluindo em todos os seus cursos disciplinas de Metrologia (ALMEIDA, 2002).

Segundo Nelson Maculan, Secretário de Educação Superior do Ministério da Educação, a partir de 2005 algumas universidades já terão, na sua lista de oferta de cursos, a disciplina Metrologia. O MEC deverá incentivar o estudo de unidades de medidas, fundamental para profissionais de áreas como tecnologia, Biologia e Ciências Sociais.

Ainda, segundo o Secretário Nelson Maculan, não só a educação superior incluirá a disciplina Metrologia, mas também o ensino fundamental. Os alunos farão, por exemplo, visitas ao INMETRO.

#### **4.1.1. Treinamento em Metrologia**

Segundo Wanka (2005), a busca por treinamento em Metrologia está intimamente relacionada com as exigências dos sistemas da qualidade ISO 9000 e ISO/TS 16949. As empresas preferem capacitar seus funcionários em cursos de curta duração, tornando possível minimizar o afastamento do funcionário de suas tarefas habituais. De um modo geral os treinamentos oferecidos no mercado brasileiro têm as seguintes características:

- 1) De curta duração (8 a 40) horas geralmente são ministrados em caráter intensivo, ao longo de um único módulo compacto;
- 2) São direcionados ao pessoal técnico que atua em Metrologia nas empresas;
- 3) As aulas práticas raras vezes superam 50 % da carga horária total do curso, o tempo restante normalmente é usado em atividades que requerem uma postura passiva do aluno, como aulas discursivas;
- 4) Existem poucos pré-requisitos para participar no curso;
- 5) Não são acompanhados por algum tipo de avaliação;
- 6) Em geral a avaliação do curso baseia-se nas opiniões dos próprios alunos expressas numa planilha;
- 7) A qualificação do instrutor não é testada oficialmente;
- 8) Após o término do curso, os contatos entre o instrutor e os alunos são esporádicos e informais;

As características citadas acima fazem com que a qualidade dos treinamentos intensivos seja questionada, no entanto, este tipo de treinamento continua sendo o principal instrumento para a qualificação de profissionais em Metrologia.

#### **4.1.2 Formação técnica em Metrologia no INMETRO**

O curso técnico de Metrologia do INMETRO é a primeira experiência na formação de recursos humanos em Metrologia em nível médio foi idealizada e implementada na Fase 1 do Programa RH-Metrologia, tendo o INMETRO como agente fomentador dessa importante iniciativa. Tal iniciativa segue a tradicional concomitância do ensino médio com a educação profissional, tendo sido articulada em cooperação com a Escola Estadual Círculo Operário (CECO), sediada em Xerém, Município de Duque de Caxias, no estado do Rio de Janeiro.

No convênio firmado com a Secretaria Estadual de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEE/RJ) (Processo 04335, de 15 de dezembro de 1997), foram atendidas as exigências pedagógicas para a implantação do referido curso. Dessa forma, foi formalizado o apoio necessário à implantação do curso, cabendo ao INMETRO as seguintes responsabilidades: (i) consolidar uma infra-estrutura laboratorial de apoio ao ensino médio profissionalizante, (ii) responsabilizar-se pela oferta de estágio curricular e (iii) coordenar e orientar as aulas das disciplinas do ensino profissionalizante dentro das próprias instalações do INMETRO. Com o objetivo de atribuir ao curso um caráter permanente, o curso previu ainda a possibilidade de estender a sua ação para viabilizar a formação de professores da rede pública, fazendo com que o curso não mais dependesse da ação dos especialistas do INMETRO.

O Curso foi criado com o objetivo de formar recursos humanos de nível médio para desenvolver atividades de apoio técnico a laboratórios e especialistas em Metrologia, assim os alunos formados pelo curso estão habilitados para atuar em centros de pesquisa, laboratórios de calibração e ensaios e em indústrias que necessitam de profissionais com formação em Metrologia. O curso está estruturado com uma carga horária de 5.920 horas, distribuídas em quatro anos em regime de dedicação integral. Pela manhã, os alunos cursam as disciplinas do núcleo comum do Ensino Médio ministradas pelo (CECO) e à tarde cursam as disciplinas do núcleo específico que são ministradas por especialistas do INMETRO. O estágio supervisionado dos alunos, de 800 horas, é geralmente realizado no próprio

INMETRO e normalmente serve de diretriz para a redação de uma monografia tematizada numa área da Metrologia. A primeira turma, com um total de 30 alunos concluiu o curso em 2001.

Os alunos são selecionados por meio de provas elaboradas pelo CECO, são oferecidas vinte e cinco vagas abertas à comunidade.

### **Situação atual da primeira experiência brasileira na formação de técnicos de nível médio em Metrologia**

- O Curso possui registro no CREA/RJ.
- O curso já tem coordenador por parte do CECO.
- Todas as disciplinas específicas são ministradas por especialistas do INMETRO, utilizando as salas de aulas da instituição.
- O INMETRO ainda não conseguiu colocar estagiários em empresas públicas e privadas.
- Todos os alunos são obrigados a desenvolver uma monografia nas instalações do INMETRO, sendo orientadas por especialistas do INMETRO.

O Quadro 1, apresentado a seguir, representa a atual matriz curricular do Curso Técnico em Metrologia do INMETRO.

Quadro 1: Matriz curricular do curso técnico em Metrologia do INMETRO

<b>Primeira série</b>	<b>Segunda série</b>	<b>Terceira série</b>	<b>Quarta série</b>
Introdução à Metrologia, Normalização e Qualidade	Estatística aplicada à Metrologia	Qualidade em Laboratórios	Metrologia Elétrica II
Noções Gerais de Instrumentação	Práticas de Instrumentação em Laboratórios I	Metrologia Acústica e de Vibrações	Metrologia Legal
	Qualidade	Metrologia Elétrica I	Metrologia Óptica
	Metrologia Mecânica	Metrologia Térmica	

#### **4.1.3 Formação técnica em Metrologia no CEFETEQ**

O Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CEFETEQ) de Nilópolis deu início, em março de 2000, ao Curso Técnico em Metrologia para a

Gestão da Qualidade, e desde então, o curso vem inserindo no mercado de trabalho, vários técnicos com formação em calibração; estimativa de incerteza de medição e gestão integrada (qualidade, saúde, segurança e meio ambiente).

O curso foi organizado de maneira a habilitar o Técnico em Metrologia para a Gestão da Qualidade a atuar nos laboratórios de calibração e ensaios, centros de pesquisa, laboratórios de controle da qualidade, plantas industriais consultorias e instituições de ensino.

O CEFETEQ de Nilópolis, em junho de 2000, abriu processo junto ao Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA/RJ), a fim de reconhecer a profissão de Técnico em Metrologia. O reconhecimento do curso junto ao Ministério da Educação foi concedido em março de 2000, faltando apenas o reconhecimento da profissão junto ao CREA/RJ.

Ao longo da existência do curso, visando à melhoria na qualidade da formação do aluno, o curso sofreu algumas alterações consideradas de grande relevância para adaptar o aluno ao atual mercado de trabalho.

No primeiro ano de seu funcionamento, o curso era composto por uma matriz curricular que permitia ao aluno a conclusão do mesmo em um ano e meio (Quadro 2), sendo que o aluno deveria ter como pré-requisito o certificado do Ensino Médio.

Quadro 2: Primeira matriz curricular adotada no Curso Técnico em Metrologia para a Gestão da Qualidade

<b>Módulo I</b>	<b>Módulo II</b>	<b>Módulo II</b>
Métodos Estatísticos para Metrologia I	Métodos Estatístico para a Metrologia II	Controle Estatístico de processo
Instrumentação Industrial	Inglês Técnico	Higiene, Segurança e Normas do Trabalho
Normalização e Qualidade	Redação Técnica	Pesquisa em Metrologia e Qualidade Industrial
Inglês Técnico	Fundamentos de Metrologia	Metrologia Química
Inglês Técnico	Metrologia Dimensional	Instrumentação Aplicada
Fundamentos de Metrologia		

Em março do ano de 2001, foi adotada uma segunda matriz curricular (Quadro 3), tendo em vista que nesta data já haviam sido identificadas falhas na estrutura do curso e dificuldades dos alunos em acompanhar o curso devido à falta de formação necessária para acompanhar algumas disciplinas específicas de Metrologia. Nesse

momento, tornou-se necessária a elaboração de um módulo de nivelamento para os alunos oriundos de outras instituições de ensino. Os alunos oriundos do Ensino Médio do CEFET Química ou egressos de cursos técnicos eram dispensados do nivelamento.

Quadro 3: Segunda matriz curricular adotada no Curso Técnico para a Gestão da Qualidade

<b>Nivelamento</b>	<b>Módulo I</b>	<b>Módulo II</b>	<b>Módulo III</b>
Matemática	Métodos Estatísticos para Metrologia I	Métodos Estatísticos para Metrologia II	Instrumentação Aplicada
Física	Normalização e Qualidade	Instrumentação Industrial	Metrologia Química
Língua Portuguesa	Inglês Técnico I	Inglês Técnico II	Controle Estatístico de Processo
Informática	Informática	Redação Técnica	Higiene, Segurança e Normas do Trabalho
	Fundamentos de Metrologia I	Fundamentos de Metrologia II	Metrologia Dimensional
		Tratamentos de Dados em Metrologia	Pesquisa em Metrologia e Qualidade Industrial

Vários alunos que concluíram o Curso Técnico em Química e Saneamento ministrado pelo CEFET Química solicitaram reingresso no Curso Técnico em Metrologia para a Gestão da Qualidade em agosto de 2001. Pelo fato de várias disciplinas do Curso Técnico em Metrologia serem comuns aos diversos cursos ministrados pelo CEFET Química, foi necessário isentar estes alunos de diversas disciplinas. Com o objetivo de reduzir a permanência desses alunos no curso, foi necessário, por mais uma vez, ajustar a matriz curricular, de tal sorte que os alunos com formação técnica pudessem concluir o curso em um ano (Quadro 4)

A seguir destacam-se os seis mais importantes ajustes feitos na segunda matriz curricular.

- Os Técnicos formados em áreas correlatas à Metrologia passam a ingressar no Módulo IV, dessa forma é possível concluir o curso em um ano.
- As disciplinas “Fundamentos da Metrologia” I e II foram unificadas, proporcionando aos alunos a aquisição de conhecimento, já no Módulo II, de conhecimentos teóricos sobre estimativa de incerteza de medição que é um dos conhecimentos mais importantes para um metrologista.



- Foi introduzida na matriz curricular a Disciplina “Técnicas de Laboratório em Química”, com a finalidade de preparar o aluno para a Disciplina Metrologia Química.
- A disciplina “Controle Estatístico de Processo” foi transformada na Disciplina Análise de Sistema de Medição.
- A Disciplina “Higiene, Segurança e Normas do Trabalho” foi transformada em Gestão em Saúde, Segurança e Meio Ambiente, com o objetivo de transmitir ao aluno um entendimento maior sobre as Normas NBR ISO 14001 e OHSAS 18001.
- A disciplina “Pesquisa em Metrologia e Qualidade Industrial” foi eliminada da matriz curricular entrando em seu lugar a Disciplina Normalização e Gestão da Qualidade Aplicada por ser um estudo mais abrangente, permitindo ao aluno a aplicação prática dos conceitos básicos de gestão da qualidade, dando ênfase as Normas NBR ISO/IEC 17025.

Quadro 4: Terceira matriz curricular adotada no Curso Técnico de Metrologia para a gestão da qualidade

Nivelamento	Módulo I	Módulo II	Módulo III
Matemática	Inglês Instrumental	Métodos Estatísticos para Metrologia I	Métodos Estatísticos para Metrologia II
Física	Informática	Metrologia Dimensional	Metrologia Química
Língua Portuguesa	Redação Técnica	Normalização e Gestão da Qualidade	Normalização e Gestão da Qualidade Aplicada
Informática	Física Aplicada	Tratamentos de Dados e Software para Controle Metrológico	Análise de Sistema de Medição
	Teorias Laboratoriais em Química	Fundamentos de Metrologia	Gestão em Saúde, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho
		Inglês Instrumental II	

Por determinação da Direção Geral da Instituição, o Curso Técnico em Metrologia, passou a permitir o ingresso de alunos a partir do primeiro ano do Ensino Médio. Sendo assim, os alunos prestam concurso e ingressam na Iniciação Tecnológica, cursando o Ensino Médio concomitantemente. Portanto, as principais mudanças na terceira matriz curricular (Quadro 5) foram as seguintes:

- Os Técnicos em áreas correlatas à Metrologia, podem ingressar no Módulo IV, podendo concluir o curso em um ano e meio.

- O nivelamento passa a não mais existir e os alunos ingressam na Iniciação Tecnológica I.
- A carga horária em Química passa a ser maior devido a entrada das disciplinas Química Aplicada I e II.
- Com o objetivo de atender as necessidades dos laboratórios, desenvolvendo nos alunos as habilidades com circuito, multímetros e técnicas de soldagem, é criada a disciplina Metrologia Elétrica.
- As disciplinas Métodos Estatísticos para a Metrologia I e II são unidas em uma única, dando uma visão geral de estatística ao aluno, preparando-o para o Módulo Final.
- Com o objetivo de suprir as dificuldades de se estimar e propagar a incerteza da medição foi inserida na matriz curricular a disciplina Cálculo Diferencial. Esta disciplina tem o objetivo de ampliar os conhecimentos dos alunos na estimativa da incerteza de medição, ampliando seus conhecimentos de Técnicos.

O quadro 5 representa a atual Matriz Curricular do Curso Técnico em Metrologia do CEFETEQ. Segundo Alexandre Mendes, Coordenador do referido curso, desde a sua criação a matriz curricular do curso vem sofrendo ajustes constantes com o objetivo de atender ao máximo às reais necessidades do mercado.

Quadro 5: Quarta e atual matriz curricular adotada no Curso Técnico para a Gestão da Qualidade

<b>Iniciação Tecnológica I</b>	<b>Iniciação Tecnológica II</b>	<b>Módulo III</b>	<b>Módulo IV</b>	<b>Módulo V</b>
Matemática I	Matemática II	Inglês Instrumental I	Métodos Estatísticos para Metrologia	Instrumentação Industrial Aplicada
Expressão Oral e Escrita	Expressão Oral e Escrita	Normalização e Gestão da Qualidade	Cálculo Diferencial	Metrologia Química
Física Aplicada I	Física Aplicada II	Física Aplicada III	Tratamento de Dados Software para Controle Metrológico	Metrologia Química
	Química Aplicada I	Química Aplicada II	Fundamentos de Metrologia	Análise de Sistemas de Medição
			Inglês Instrumental II	Gestão em Saúde, Meio Ambiente e Segurança do Trabalho

## 4.2.

### **Cursos de formação em nível pós-médio em Metrologia**

O ajuste da formação profissional à constante evolução do processo industrial vem requerendo atualizações dos técnicos de nível médio em várias especialidades. Para suprir essa demanda estão sendo implantados cursos de formação técnica em nível pós-médio, em vários estados do Brasil.

#### 4.2.1

### **Formação em nível pós-médio no SENAI**

Uma recente iniciativa de extrema relevância realizada pelo SENAI é a criação do Centro SENAI de Metrologia de São Caetano com previsão de iniciar suas atividades em agosto de 2005.

Está prevista no Centro SENAI de São Caetano a implantação de um Curso Técnico de Metrologia com ênfase em gestão da Metrologia e operações de laboratórios de calibração e ensaios em Nível pós-técnico, ou seja, o aluno deverá ter cursado um curso técnico na área de Mecânica, Elétrica, Química ou áreas correlatas. As áreas da Metrologia a serem abordadas serão dimensional, pressão, massa e volume, vazão, dureza, temperatura, acústica, vibração, elétrica, tempo e frequência. Também estarão sendo contemplados ensaios físicos destrutivos e dinâmicos, metalográficos, cromatografia, espectrometria, intemperismo, análise térmica, ultravioleta visível, infravermelho e materiais de referência. Também serão oferecidos neste centro cursos de qualificação profissional que o SENAI denomina de educação continuada, com duração variável a partir de 40 horas. Estes cursos serão destinados a profissionais da indústria e institutos de pesquisa, visando suprir alguma carência de capacitação profissional imediata.

O Centro SENAI de Metrologia de São Caetano também estará capacitado para oferecer serviços de calibração e ensaios para as áreas da Metrologia citadas acima, priorizando o atendimento às pequenas e micro empresas. Poderão também ser oferecidos serviços de assistência técnica e tecnológica em Metrologia para empresas em geral.

Segundo Celso Scaranello, gerente de implantação do SENAI de São Paulo, desde o lançamento do Programa RH-Metrologia que o SENAI está analisando a possibilidade de implantação de um centro com as características citadas acima, tendo em vista a necessidade das empresas desenvolverem competência na área da Metrologia para melhorarem seus produtos, torná-los mais competitivos e também melhorarem a produtividade dos seus processos.

#### **4.2.2**

#### **Formação em nível pós-médio na UFRGS**

Considerado como uma experiência inovadora da formação de Recursos Humanos em Metrologia, o curso de nível básico em Metrologia é uma importante iniciativa da Escola Técnica (ETC) da UFRGS em conjunto com a Escola de Engenharia e Multimídia e Ensino à Distância da mesma universidade.

O curso tem como objetivo principal o atendimento à demanda das instituições que precisam se atualizar para atender às necessidades das novas relações econômicas, caracterizadas pela necessidade de padronização e exatidão das medidas em produtos industriais. Esse curso destina-se à educação profissional de nível básico em metrologia, possuindo uma carga horária de 360 horas/aula. Para que o aluno seja admitido no curso, o pré-requisito é o ensino médio. O curso busca qualificar pessoas que já trabalham ou que pretendem se especializar na área de metrologia e qualidade.

Segundo ALMEIDA (2002), o curso está organizado de maneira que possa oferecer ao aluno uma base teórica e prática dos fundamentos da metrologia e suas relações com legislação, saúde, segurança, meio ambiente, química e normalização, baseando-se nos padrões internacionais de qualidade. O curso foi criado em março de 2002, atendendo à Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB). Dos 29 alunos que iniciaram o curso, 21 conseguiram atingir o grau necessário para a sua conclusão em setembro de 2002.

### 4.3.

#### **Cursos em outras áreas, com inserção de disciplinas de Metrologia**

O SENAI através do Programa SENAI de Gestão da Metrologia (PSGM) vem trabalhando na proposta de incluir disciplinas de Metrologia em todos os seus cursos profissionalizantes, seja no nível básico, técnico e pós-médio, dessa forma possibilitando induzir a conexão da Metrologia às normas básicas da qualidade. Devido à multidisciplinaridade característica da Metrologia, os conteúdos e metodologias necessários para inserir o tema nos cursos de educação profissional requerem uma profunda reflexão e considerações. A idéia é introduzir a Metrologia como elemento de cultura, culminando com uma prática educativa inovadora, capaz de proporcionar a aquisição de instrumentos conceituais e operativos importantes para a ampliação de competências pessoais e profissionais de estudantes e docentes, contribuindo assim para a cultura metrológica no País.

As matrizes curriculares dos cursos do SENAI incluem disciplinas sobre fundamentos da Metrologia dimensional, o que pode ser considerado como o mais clássico exemplo de inserção de disciplinas de Metrologia em cursos regulares. A aplicação dos conceitos de Metrologia nos cursos do SENAI tem sido ampliada pela iniciativa de inserção gradativa de tópicos fundamentais de Metrologia elétrica, óptica, dimensional, química, incerteza na medição e outros conceitos ligados à avaliação da conformidade e da normalização que são conceitos constantemente empregados no competitivo ambiente da indústria. Uma outra iniciativa relevante do SENAI é a sua participação na elaboração do curso de Metrologia dimensional ministrado pelo telecurso 2000.

Com o objetivo de fazer com que o aluno formado pelo SENAI termine o curso ao qual está se propondo e entre no mercado de trabalho preparado para os muitos desafios que lhe serão impostos, foi criado o subprograma do PSGM, denominado "Projeto Metrologia Básica: Conceitos e Aplicações - uma abordagem sistêmica para a sua inserção nos cursos do SENAI". Esse projeto é resultado de um estudo que tem como objetivo desenvolver metodologias e conteúdos que possam dar suporte à inserção do tema Metrologia em todos os cursos do SENAI. Observando a

necessidade de que esse sobprograma consiga cobrir todo o território nacional e a multidisciplinaridade da Metrologia, foi estabelecido, como meta do Projeto, a criação de uma coletânea de CD-ROM interativos sobre Metrologia, constituído de 3 CD de, aproximadamente, 120 horas de reprodução. Esse material didático está estruturado de maneira que possa abordar com eficiência os seguintes temas (i) Fundamentos e Referências Complementares; (ii) Aplicação da Metrologia e (iii) Atividades Laboratoriais e Simulações. Essa coletânea foi planejada inicialmente para ser utilizada como um recurso áudio-visual para apoiar professores e alunos no tratamento de temas das mais diversas disciplinas e cursos, podendo ser utilizado, também em atividades não presenciais, uma vez que apresenta características relacionadas com o ensino à distância. Essa metodologia resulta em uma independente e flexível aprendizagem, fazendo com que o aluno seja mais autônomo. (ALMEIDA, 2002).

#### **4.3.1.**

##### **Curso técnico em equipamento odonto-médico hospitalar e laboratorial**

O controle metrológico de equipamento odonto-médico hospitalar e laboratorial é de vital importância para a confiabilidade dos diagnósticos e sucessos terapêuticos na área da saúde. No entanto, existem poucos cursos em nível técnico direcionados aos cuidados de equipamento odonto-médico hospitalar e laboratorial e, em geral estes cursos formam técnicos apenas para a realização de procedimentos de manutenção dos equipamentos, não incorporando ainda alguma disciplina de Metrologia em suas matrizes curriculares. De qualquer forma, as diretrizes para o controle metrológico desses equipamentos ainda é muito incipiente, estando ainda sendo elaboradas em nível mundial. Deve-se destacar, porém, a iniciativa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, que oferecerá em junho de 2005, um Curso Técnico em Equipamento Odonto-Médico-Hospitalar e Laboratorial, incluindo em sua grade curricular a disciplina Fundamentos de Metrologia e Qualidade.