

## Capítulo 2

### Metrologia e formação integrada da cidadania

Para fundamentar a abordagem desse importante tema que busca relacionar a metrologia como instrumento de cidadania, buscou-se, antes de proceder-se à análise propriamente dita, conceituar “metrologia” e “cidadania”. Segundo *thesaurus* e dicionários específicos.

No que concerne à “metrologia”, existe consenso internacional sobre o seu entendimento, já que a denominação integrou o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (CNI; SENAI; INMETRO, 2000c), popularmente conhecido como Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM), que assim a define: **“Metrologia: ciência da medição que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja o grau de incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia”**.

Pela relevância econômica que lhe é atribuída, identificam-na como “ciência da competitividade”, tendo até mesmo sido denominada “ciência da diplomacia” pelo fato de toda e qualquer resolução metrológica emanada do Comitê Internacional de Pesos e Medidas resultar de acordo diplomático entre países por ocasião das Conferências Gerais de Pesos e Medidas, fórum soberano da metrologia de mais alta exatidão.

Pela relevância no desenvolvimento da competitividade industrial, é ainda conceituada como a “base técnica para a qualidade”, tendo cunhado títulos técnico-científico como “Metrologia: a força oculta da qualidade” (FROTA, 1995).

O conceito “cidadania”, historicamente visto, aparece na Roma antiga como atributo aos aí nascidos (exceto os escravos), e definia os limites de atuação política e participação nas funções políticas de governos dos cidadãos<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Fazia-se uma distinção entre *cidadania* e *cidadania ativa*. Só os cidadãos ativos tinham o direito de participar das atividades políticas e de ocupar os mais altos postos da administração pública. Ressaltando-se a particularidade de é que as mulheres não tinham a cidadania ativa e por esse motivo as mulheres não podiam postular cadeiras no Senado e tampouco nas magistraturas romanas (DALLARI, 2002).

Segundo o mesmo autor (DALLARI, 2002), foi com a Revolução Francesa que as denominações *citoyen* e *citoyenne* passaram a sinalizar a igualdade de todos, propiciando o nascimento da moderna terminologia, cuja acepção inclui a eliminação das prerrogativas e privilégios de castas. Assim, embora de idade considerável, o entendimento atual do termo “cidadania” e a sua prática, ainda é exposto a desmandos, sendo utilizada por muitos de forma irresponsável, de uso freqüente e indiscriminado desse vocábulo, conceituado pelo conhecido “dicionário do Aurélio” como “substantivo, gênero feminino, que trata da qualidade do cidadão”.

Para surpresa da pesquisa realizada em oito conceituados dicionários temáticos consultados – relacionados na Bibliografia complementar [1–8]) – apenas um deles conceitua o termo “cidadania”, o Dicionário de Rousseau [1], que caracteriza o conceito de “cidadão” e de “cidadania”. Assim, no entendimento de Jean-Jacques Rousseau, respeitado pensador europeu do século XVIII, quatro fatores consubstanciam o conceito:

**Primeiro**, ser um cidadão é possuir um certo *status* ou posição no Estado. É ter certos direitos e qualificações (assim como deveres e responsabilidades) conferidos à pessoa pelas leis positivas do Estado, para cujo tranqüilo gozo está dirigida toda a força do corpo político.

**Segundo**, para a cidadania propriamente dita, conforme a entende Rousseau, um direito ocupa uma posição central: é o de participação na formação ou ratificação de legislação soberana. Um indivíduo não é cidadão se for o recipiente passivo da direção legislativa de outros, mesmo que esses outros estejam sinceramente agindo em seu benefício. Goza ainda menos de cidadania se for subjugado pela força ou um poder inescapável; isso é servidão. Um cidadão é, antes, alguém que se encontra em pé de igualdade e desempenha um papel igual a par de todas as outras pessoas (igualmente cidadão) na formulação de regras gerais comuns e competentes por meio das quais todos organizarão suas vidas no Estado.

**Terceiro**, a aquisição do *status* de cidadão introduz nas pessoas, diz Rousseau, uma “mudança moral” a qual se reflete nos atos de indivíduos que estavam até então apenas “naturalmente relacionados”. Ao atuar como cidadão, uma pessoa está exercendo não meramente sua força e energia naturais, mas também seus títulos e direitos; e tem justificação mortal e civil para as suas ações, sendo protegido, se necessário, nas execução das mesmas. Tais ações não expressam somente desejo; elas consubstanciam projetos racionalmente justificados, tendo atrás de si o peso da razão legítima.

**Quarto**, Rousseau sustenta que em qualquer estado justo e bem ordenado o *status* de cidadão é desfrutado de modo precisamente idêntico por todos os membros do Estado, sem exceção; e esse é o mais importante *status* de que qualquer indivíduo pode gozar. Uma pessoa pode ocupar outras posições no Estado, mas nenhuma delas lhe dá o direito de anular os títulos de cidadania de outrem. Com efeito, todas essas outras posições são autorizadas por e seus ocupantes responsáveis perante cidadãos em sua capacidade de membros do corpo soberano. Assim, alguns são

governantes e alguns são governados, mas aqueles que ocupam tais posições de importância só o fazem pela decisão de todos atuando em sua capacidade de cidadãos”.

Por séculos, as escritas de Rousseau constituíram-se em fonte de inspiração para pensadores e escritores que também se preocuparam com o entendimento do conceito de cidadania. Ainda hoje o tema tem merecido atenção de estudiosos, como é o caso do padre Jesus Hortal, S.J., reitor da PUC-Rio que, em seu recente livro *“A Universidade: a realidade e esperança”* (HORTAL, 2002), analisa os aspectos da educação para a formação integrada da cidadania:

“A igualdade de todos os cidadãos exigia, por sua própria natureza, uma igualdade de formação e de cultura. Daí o esforço que se seguiu para a universalização do ensino, porta para a conscientização das pessoas. Durante muito tempo, na maioria dos países, inclusive no Brasil, o exercício da cidadania ficou condicionado à posse de um certo grau de instrução. Atualmente, não é mais assim; os analfabetos têm reconhecidos os seus direitos, inclusive o direito ao voto... Por isso, um modo de resgatar a cidadania dos que ficam um tanto à margem da vida pública, por falta de instrumentos próprios de comunicação. Mas não basta alfabetizar. A vida é um grande aprendizado, embora um tanto desorganizado. A escola, em todas as suas modalidades, ajuda, e muito, a organizar os conhecimentos já adquiridos e ainda a inserir, de modo orgânico e sistemático, outros novos”... “quanto mais cidadãos conscientes houver, tanto maior será a participação e a contribuição de todos eles para o bem público”.

Assim, a ligação primeira que se estabelece entre os conceitos “metrologia e cidadania” é idêntica à que se poderia fazer entre este último e qualquer outra ciência, sempre que desse tipo de racionalização partilhar a noção de função social, ou seja, sempre que se considerarem as ciências como bens inalienáveis do processo de desenvolvimento social. Tendo o homem social como sua meta final, às ciências cumpre o papel de aperfeiçoar as condições de vida. A “cidadania”, conceito antigo que ressurgiu alentado no final do século passado para definitivamente ocupar lugar destacado na formação social desde o início deste, extrapola o sentido sociológico amplo de compreensão da vivência nas cidades, do direito de participar da polis e até mesmo de influenciar nas suas relações de poder, para eleger a vivência humana, não apenas a vida, como objeto maior no âmbito de suas funções naturais. É possível, portanto, compreender a razão de disporem-se parâmetros de segurança do peso certo e da medida exata a serviço da vivência humana visando à sua qualificação continuada por intermédio do instituto da jurisprudência legal no seu aspecto amplo.

Acrescente-se que não é recente o questionamento sobre a função das ciências. A idéia da ciência como campo do saber puro, com sede no pensamento abstrato e possibilidade virtual de sua aplicabilidade empírica parece estar vivendo, nos dias contemporâneos, seu período de maior desprestígio. A razão disto não é jamais o esgotamento por falência desse paradigma de pensamento, mas, supõe-se, por interferência de fatores externos à própria ciência; no caso, a emergência de uma teoria social que, em face da evidência de uma depauperação sumarizada da polis forçou a cobrança às ciências do “imposto social” justamente devido.

De uma nova teoria, como propõe Husserl (SMITH, 1999), segundo quem o conhecimento auferido/implicado deve ser universalmente compartilhado por todos e por todos os tempos; que envolva a idéia de exatidão, opostamente às formas vagas, e caracterizadas pela aparência, pelos conceitos de normalidade/abnormalidade e pela intuição sensitiva do senso comum.

Assim, as acentuadas complexidades da cultura contemporânea está em que o conceito de cidadania não subsiste sem aquele da justiça que, por si mesma, congrega o princípio da diferença e da alternância, cuja prática se faz pela excludência de pelo menos uma das partes sociais integradas, sejam aqui consideradas as comunas, as regiões ou as nações.

Por isso, é natural que uma das questões mais candentes ao pensamento contemporâneo refere-se ao paradoxo da obrigatoriedade de uma convivência tanto quanto pacífica entre os reclamos nacionalistas e/ou regionalistas, como preferem alguns, e a compulsoriedade da convivência globalizada que implica cessão consentida de uma parte da própria identidade, de reconhecimento universal, e aquisição de características de alteridades estrangeiras. Talvez, o grande dilema a desafiar a inteligência neste século iniciante seja conciliar contrários, visando a conceber uma ordem humana universal em que o grande liame não se concentre mais nos carimbos diferenciadores, mas na chancela das igualdades qualificadas possíveis. Como exemplo desse dilema, vêem-se natimortos esforços e iniciativas de fundação ou re-fundação, melhor dizendo, de nações sob o estigma da diferenciação social para a consolidação da identidade, como, salvo melhor juízo, atestam alguns casos dos esforços xenófobos mais declarados, como os de nações da América Latina e do Oriente Médio, por exemplo. Desse modo também insuadem os esforços para a petrificação dos idiomas com vistas à preservação da nacionalidade, bem como os movimentos xenófobos de rechaço a toda e qualquer influência estrangeira que possa

“macular” a identidade pátria e, por tabela, uma determinada cultura, um imaginário particular e hábitos confinados à masmorra da monocultura.

É bem verdade que, do ponto de vista do idealismo puro, a preservação de produtos de qualquer espécie, material ou espiritual, no âmbito de fronteiras inexpugnáveis configura uma ideologia ufanista de fomento ao entusiasmo progressista que move as montanhas da história. Nada há que se lhe oponha. Mas, o fato é que as contaminações culturais, que aportam embutidas em produtos e processos produtivos externos da mais variada gama - das artes às suas tecnologias de fabricação; dos alimentos aos remédios; da moda de revestimento àquela de desnudamento – tudo vem disponível numa rede de comunicação e de expressão a tal ponto célere que qualquer antídoto vê anulada ou diminuída sua potência. Nenhuma lei, nenhum decreto, nenhum fechamento da ordem constituída poderá deter esse processo de contaminação, mesmo porque não há fronteiras para o conhecimento de fatos da realidade, que sobrevivem, normalmente, num mercado sóciopolítico de livre circulação dos seus produtos. Assim como é fato a necessidade de integração dos indivíduos em determinada comunidade, também o é a integração das nações em uma sociedade internacional, em ambas prevalecendo a medida de justiça que equilibrará as diferentes ordens sociais instituídas.

Nesse grande palco da globalização em que os países participam como coadjuvantes ao mesmo tempo independentes e integrados é que a **metrologia**, ciência cujos parâmetros se destinam a prover o “peso certo e a medida exata”, comparece não apenas para assegurar a “coerência do comércio nos portos de embarque e desembarque”, a justa alocação de produtos em mercados competitivos, mas também para conferir qualidade e justiça aos atos de produzir e consumir, atividades inerentes às sociedades e aos meios de subsistência.

O processo de globalização envolve questões econômicas, culturais e políticas. É fato que o indivíduo permaneceu enclausurado durante séculos no que se poderia denominar a paz do conhecimento de longa duração; como se viu até os primórdios do século XX, época que vem sendo perturbada pela velocidade na exposição do indivíduo a fatos de conhecimento e de cultura aos avanços apressados das teorias e das tecnologias da informação dependentes ou não de sistemas formais de educação.

O avanço de um mundo sem fronteiras ocorre pelo fato de indivíduos, empresas, organizações e estados terem acesso cada vez mais rápido à informação e às ferramentas necessárias ao seu desenvolvimento motivado. No âmbito de uma concepção moderna de estado, entretanto, não basta apenas absorver ou gerar as chamadas tecnologias de ponta para o sucesso da construção da sociedade ideal, com distribuição igualitária e qualificada de bens e do próprio consumo. Compete à conjugação das forças produtivas e do gerenciamento governamental a tarefa de canalizarem todos os produtos e insumos visando o bem social.

Se por um lado o progresso da internacionalização dos processos produtivos modificou as exigências do mercado mundial e a lógica do relacionamento entre a ciência e o desenvolvimento da ciência das medições – a metrologia –, por outro, o fato mesmo de a metrologia proporcionar o surgimento de novas tecnologias e o aprimoramento de outras, acabou por determinar um aumento no nível de exigência das relações comerciais do sistema produtivo, diretamente influenciando a concepção acerca das barreiras técnicas<sup>9</sup>. Esse impacto causado pelo recrudescimento da necessidade metrológica no comércio também pode ser medido pela transformação social que se vem processando desde o momento em que os conceitos metrológicos começaram a entrar subliminarmente na composição de propagandas e notícias acerca dos processos e produtos veiculados na grande e na pequena mídia, nas pesquisas acadêmicas e leigas, nos jogos-de-passatempo, nos manuais técnicos de informação para o consumo, por exemplo, diretamente interferindo no imaginário social, da inteligibilidade da ordem das forças produtivas e do mercado, bem como da necessidade de formação de uma sociedade aculturada segundo parâmetros de exigência qualificada na produção e no consumo, independentemente da origem desses mesmos produtos e processos. Se for

---

<sup>9</sup> Desde o final da segunda grande guerra, os países iniciaram tentativas de regulamentação do comércio internacional. Em 1948, foi realizado um Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT) para impedir ações protecionistas comerciais (até 1994, o GATT proporcionou oito rodadas de negociação). Tendo em 1979, estabelecido um acordo sobre barreiras técnicas (Standards Code). Em 1994 foram redefinidos novos mecanismos de disputas comerciais dos membros da Organização e estabelecido um novo acordo de barreiras técnicas – Agreement on Technical Barriers to Trade (TBT) –, definindo que órgãos governamentais ou não-governamentais não deveriam produzir regulamentos e normas técnicas que configurassem obstáculos ao comércio internacional, o mesmo se aplicando às exigências com relação aos testes para a avaliação da conformidade. Em 1995, o TBT foi incorporado pela Organização Mundial do Comércio (OMC), substituta do GATT. O Brasil aderiu formalmente à OMC no final de 1994 (Decreto nº 1.355), cabendo ao INMETRO servir como ponto focal de barreiras técnicas às exportações brasileiras, ou seja, como informante ao exportador sobre a regulamentação técnica e procedimentos de avaliação da conformidade dos países membros da OMC (CNI; SENAI; INMETRO, 2002a).

importante defender a capacidade competitiva do mercado nacional, mais ainda é defender o fluxo de mão-dupla qualificado do mercado globalizado. Não basta, no atual contexto das relações de comércio, supor a independência e a auto-suficiência de mercados nacionais para o enriquecimento das sociedades, intangíveis que são em face do processo contínuo de geração inovadora. É importante, então, pode-se concluir, competir bem, servindo ao consumidor interno ou externo a materialização qualificada de suas exigências e sonhos de consumo.

Uma das vantagens de proceder-se à análise de um objeto de conhecimento ainda incipiente para determinada sociedade é o potencial de surpresas que dela advém, bem como o surgimento de polêmica acerca da inteligibilidade da natureza mesma do seu objeto, bem como da função e da importância que ele desempenha para o desenvolvimento social. O próprio termo metrologia não é bem conhecido, não apenas no Brasil, mas também em países mais industrializados, sendo mesmo comum confundir o conceito com meteorologia, ou com uma eventual “ciência do metrô” ou mesmo com técnicas de “métricas” usualmente praticadas na separação de poemas, se desejarmos ironizar a costumeira confusão. Isto se dá exatamente pelo fato de a sociedade (i) ou não ter amadurecida a noção da justiça de direito, ou (ii) não conhecer o estágio de desenvolvimento da ciência das medições no processo de interferência da socialização dos direitos do consumo de bens, serviços e, também, na ética comportamental, que suprime prerrogativas e direitos discricionários. Medidas legais que assegurem o equilíbrio entre as partes envolvidas no mercado, no consumo e nas relações sociais ditam os rumos da sociedade futura. No caso específico deste trabalho, a primeira surpresa decorreu da constatação, quando dos primeiros passos analíticos, de que, embora a questão da metrologia tenha já raízes institucionais de idade considerável, a questão majoritária de que se ocupa – as medições – padeça de certo estrabismo pelo fato de restringir a sua percepção tão apenas à esfera de sua competência e atuação aos pesos e medidas materiais, o que configura como ciência alijada da compreensão avançada sobre a própria ciência, segundo o que a medida da excelência do seu desenvolvimento é diretamente proporcional aos benefícios que gera para o homem e as sociedades. De fato, constatou-se, por exemplo, que o entendimento da função da metrologia confinava-se à função de medir e pesar quantitativamente no âmbito do comércio e da indústria, com finalidade autolimitada a propósitos determinados

de que o homem apenas acidentalmente participa. As questões valorativas, que o jargão industrial e empresarial moderno vem denominando qualidade, passaram a configurar o tendão de Aquiles do conceito moderno de metrologia, pelo fato de humanizar suas funções, submetendo as medidas e os pesos a um outro parâmetro valorativo, só definível a partir da necessidade do homem e das sociedades. Desta forma, a **metrologia** passa a ser uma aliada não apenas das finalidades lucrativas, mas também dos lucros humanos decorrentes de sua aplicação.

Assim compreendida sua função social de favorecimento e humanização da *polis*, esclarece-se, como decorrência, sua função política imanente para cujo desempenho deve necessariamente acorrer o poder público, especificando responsabilidades e definindo com clareza seus agentes, fato que não se pretendeu comprovar de forma inequívoca no âmbito deste trabalho, a despeito das evidências e argumentos construídos em defesa dessa premissa básica.

Numa sociedade organizada em sistema de governo democrático, em que convivem a força das regulamentações, para salvaguarda do bem coletivo, e a pujança da iniciativa privada como forma de promoção do desenvolvimento econômico, é necessária a presença singular do Estado também na esfera da produção privada, de sorte a preservar a qualidade dos produtos e dos serviços para consumo da *polis*. Tratando, porém, de maximizar a importância do papel metrológico controlador que caberia ao Estado desempenhar. Antes, do potencial de controle de qualidade que a metrologia pode disponibilizar ao Estado para o bom e legítimo desempenho de sua função primária: garantir ao cidadão um padrão-primário qualificado para uma existência cidadã.

A despeito da relevância que intencionalmente foi atribuída às questões filosóficas relacionadas ao elo metrologia-cidadania, de forma pragmática, erros de medição também têm uma influência direta na vida da população, que vive continuada incerteza, principalmente quando as medições atendem aos diagnósticos médicos, como medições da pressão arterial, dos impulsos elétricos do coração, dos níveis do colesterol humano e de outras inúmeras funções vitais à vida humana. É de supor-se que, por melhor que seja o profissional da área de saúde, ele se baseia em resultados de medição que garantam confiabilidade metrológica de forma a diminuir-se a margem de erro na medição e evitarem-se eventuais efeitos fisiológicos nocivos e mesmo letais.

A despeito das dificuldades e desafios impostos pela complexidade inerente a determinados processos de medição, que se fundamentam em princípios físico-químicos não triviais – alguns ainda pouco conhecidos –, a ponto de mascarar a determinação das incertezas que lhes são associadas, não se pode desistir da busca dos padrões de exatidão, que, são parâmetros sincrônicos de confiabilidade das medições. Contextualizando essa reflexão, cabe aqui o dito popular: “medidas com erro para menos não curam ou não induzem ao tratamento necessário, e medidas com erro para mais levam a tratamentos desnecessários que induzem a outras patologias pela aplicação indevida de drogas, medicamentos ou exposições radioterápicas altamente perigosas”<sup>10</sup>.

Verifica-se, por exemplo, que na agricultura o controle da qualidade de alimentos e a monitoração do meio ambiente podem afetar diretamente a vida e a saúde da população. Já por isso, o mercado europeu, um dos pioneiros no estabelecimento de padrões de controle rígido para processos de ensaio, conta atualmente com um vasto número de produtos com regulamentação validada para todos os países da União Européia, visando à consolidação de um *single market*, além de ter induzido a participação integrada dos laboratórios de acreditação e certificação no *Community Reference Bureau* (CRB), para tanto estabelecendo programas de reconhecimento mútuo de seus certificados com fundamentação em programas de comparação interlaboratorial (LIRA, 2000).

No Brasil, a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelecem a regulamentação pertinente à qualidade dos alimentos expostos ao consumo, como se observa nos termos das resoluções ANVISA nº 22 e 23 (15/03/2000), que estabelecem o registro ou a dispensa da obrigatoriedade de registro de produtos da área de alimentos importados e nacionais, cabendo ao INMETRO atestar a quantidade desses produtos.

Quanto à proteção do meio ambiente, atender às exigências dos acordos internacionais e às pressões de ambientalistas traz à tona discussões e questionamentos sobre a validade de sanções e restrições impostas ao setor industrial, para que se possa gerir o desenvolvimento sustentado de uma

---

<sup>10</sup> Segundo depoimentos médicos, embora não amplamente divulgados inúmeros são os casos em que medições incorretas quer pela falta de conhecimento do instrumento, quer pela carência de sua calibração, levam a danos nocivos irreversíveis de órgãos vitais do organismo humano. Dentre muitos exemplos, o uso indevido de betabloqueadores e de diuréticos na contenção da pressão arterial pode levar à impotência podendo, ainda, comprometer de forma irreparável as funções renais.

economia ao mesmo tempo parceira do desenvolvimento sustentado e não-agressora da natureza.

A partir dos avanços consolidados das teorias e tecnologias da informação, o que fica claro no processo de entendimento da nova ordem econômica emergente é que as medidas materializadas e os instrumentos de medição serão cada vez mais necessários para subsidiar o importante processo da avaliação metrológica, não apenas das mercadorias circulantes nesse que pode ser considerado um grande bazar universal, mas dos mecanismos equalizadores da justa oportunidade de inserção universal desses mesmos produtos e de sua eficiência no mundo do consumo qualificado, diferenciado, em última instância, do próprio mercado consumidor.

É nesse amplo contexto que **metrologia** – base técnica da qualidade e da competitividade por induzir a ganhos de produtividade, quando técnicas de medição são adequadamente implementadas, e os parâmetros de produção corretamente mensurados –, também se caracteriza como poderoso e eficaz instrumento para desenvolvimento da cidadania e melhoria da qualidade de vida, notadamente pela via da metrologia legal, uma vez que este segmento da metrologia constitui-se no mais legítimo instrumento a serviço da defesa do cidadão, assegurando-lhe as exigências legais, técnicas e administrativas relativas às unidades de medida, aos métodos de medição, às medidas materializadas e aos instrumentos de medir, utilizados nas atividades econômicas, de sorte a preservar-se a incolumidade da população nas áreas da saúde, segurança e meio ambiente<sup>11</sup>. Assunto de interesse internacional, a harmonização das atividades da metrologia legal, desempenhada desde de 1955, é defendida por um fórum internacional específico – *Organisation Internationale de Métrologie Légale* (OIML) –, beneficiando-se de suas conferências internacionais – *Comité International de Métrologie Légale* – (CIML), realizadas a cada quatro anos, assim norteando a política universal da metrologia legal, que se desenvolve fundamentada nas recomendações

---

<sup>11</sup> No Brasil, a resolução CONMETRO nº 11 de 1988 estabelece a regulamentação metrológica como critério para execução das atividades de metrologia legal no País. Tais atividades são exercidas pelo órgão central – INMETRO – na forma de supervisão, coordenação, controle e execução das atividades, e pela *Rede Nacional de Metrologia Legal* (RNML), reunindo órgãos governamentais da esfera estadual, sendo dois municipais (Alagoas e Fortaleza), que atuam por delegação do INMETRO, presentes em cada estado brasileiro e no Distrito Federal. Assim, por delegação supervisionada de competência, é de responsabilidade desses órgãos a execução do controle metrológico dos instrumentos de medir, ou medidas materializadas, atividade que inclui a aprovação de modelo de instrumentos, verificação, inspeção, supervisão, perícia metrológica e controle da exatidão das indicações presentes nas mercadorias pré-medidas, conforme conceituadas no *Vocabulário de Metrologia Legal* (CNI; SENAI; INMETRO, 2002b).

internacionais dos Comitês Técnicos da OIML (atualmente em número de dezoito<sup>12</sup>).

Cada vez mais as próprias organizações, governos, entidades técnicas e científicas colaboram e apóiam projetos de desenvolvimento e a aplicação da metrologia na melhoria de produtos e processos industriais, comerciais e educacionais. Entretanto, não é trivial mensurar os impactos de natureza econômica e social decorrentes desses investimentos de inserção e adequação da metrologia na melhoria de produtos e serviços e na redução do desperdício por falta de adequado controle metrológico. A exemplo de estudos de impactos econômicos bem sucedidos, o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) tem conduzido, nos últimos doze anos, estudos de impacto econômico na indústria americana, para estimar as contribuições de suas pesquisas em metrologia. Desde então, 526 estudos foram desenvolvidos<sup>13</sup>. Como premissa básica, as análises conduzidas pelo NIST, referentes aos benefícios econômicos relevados pelos projetos desenvolvidos, fundamentam-se em problemas reais cujo delineamento e conteúdo tecnológico são determinados com base em planejamento estratégico desenvolvido em parceria com a indústria, condição que assegura credibilidade e isenção à pesquisa conduzida.

No contexto dos estudos de impactos econômicos desenvolvidos pelo NIST, resumidos no Quadro 2.1 (TASSEY, 1999), entendem-se por “resultados técnicos” atividades/produtos desenvolvidos pela pesquisa, e por “benefícios econômicos” os reflexos positivos deles resultantes na atividade industrial a que o estudo se refere. Na realidade, esses indicadores refletem os benefícios das atividades de P&D direcionadas para os respectivos setores estudados, levando-se também em consideração os investimentos no processo de produção e marketing dos produtos desenvolvidos. Em alguns estudos são explicitados os efeitos da implementação da qualidade, acordos de cooperação e melhoria do sistema de gestão.

---

<sup>12</sup> O fato de o Brasil ser país membro da OIML e participar efetivamente nas CIML e em Comitês Técnicos permite-lhe intervir e influenciar na elaboração das recomendações internacionais, assegurando o compartilhamento da sociedade brasileira no rumo das decisões da metrologia legal no cenário mundial, também com o interesse de fazer prevalecer os interesses da sociedade brasileira e dos desenvolvimentos nacionais que impactam a metrologia legal ou por ela são impactados. Desta forma os regulamentos referentes às medidas materializadas e aos instrumentos de medir utilizados em atividades econômicas e nas medições que preserve a incolumidade da população nas áreas da saúde, segurança e meio ambiente, normalmente, atendem às recomendações internacionais. Além desses, o INMETRO também regulamenta as unidades de medida, os métodos de medição e os produtos pré-medidos, assunto amplamente tratado no próximo capítulo.

<sup>13</sup> De uma forma geral, todos esses projetos referem-se a diagnósticos de médio ou grande porte, representando, aproximadamente, investimentos da ordem de 2 milhões de dólares por projeto.

Na prática, as metodologias usadas pelo NIST para a análise quantitativa dos impactos são aquelas empregadas por analistas econômicos para avaliação percentual de projetos. Dentre os indicadores mensurados, encontram-se *valor percent* do investimento, relação benefício/custo, taxa de retorno interno (TIR), também ilustrados no quadro para cada um dos estudos conduzidos. Indicadores usualmente utilizados em estudos dessa natureza, tais como número de patentes concedidas, publicações realizadas, referências de publicações no “Citation Index”, dentre outras, provaram-se indicadores não-úteis neste tipo de mensuração dos benefícios à atividade econômica, tendo sido priorizados aqueles indicadores econômicos, dentre os quais destacam-se valorização de ações e posicionamento no mercado.

No que concerne aos aspectos de natureza qualitativa, foram considerados a decisão de investimentos em P&D, a inserção de mudanças no processo produtivo a adoção de estratégias para a qualidade e estratégias de mercado, que inclui a capacidade de o setor ou empresa inserir o processo de inovação. Em linhas gerais, os estudos de impacto econômico representam um somatório de benefícios quantitativos e qualitativos mensurados no curto e longo prazo.

Os estudos econômicos, pelo fato de agregarem resultados quantitativos e qualitativos, possibilitam também, uma percepção detalhada do projeto em estudo, provendo informações sobre a natureza e o valor dos projetos de pesquisa, além de prestarem-se ao excelente trabalho de *marketing* competentemente levado a termo por executivos de institutos e laboratórios que se beneficiam dessas evidências para conquistarem novos fomentos e subsídios aos seus projetos de fortalecimento da infra-estrutura de metrologia<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> De forma exemplar, o NIST fundamentou o fortalecimento do seu orçamento para atividades de metrologia resultados dos estudos de impacto econômico e de um *Benchmark Study* (NIST, 1998), no âmbito do qual comparam-se as infra-estruturas nacionais de metrologia dos EUA com aquelas da Alemanha, Brasil e Japão. Não obstante a nítida superioridade do Instituto de Metrologia dos EUA com relação ao do Brasil, o NIST identificou aspectos positivos da infra-estrutura brasileira superiores à do laboratório nacional de metrologia americano (projeto da infra-estrutura laboratorial, controle de temperatura ambiental etc.). Os resultados desses *benchmark* serviram de parâmetros na alocação de expressivos investimentos na modernização do seu (hoje em fase de conclusão) avançado complexo de metrologia o *Advanced Measurements Laboratory* (AML) em Gaithersburg, Mariland. Ao longo dos últimos quatro anos, o instituto americano de metrologia foi capaz de mobilizar recursos da ordem de 240 milhões de dólares (cerca de US\$ 170 para obras civis do laboratório; US\$ 15 milhões de investimentos em infra-estrutura laboratorial e cerca de US\$ 34 milhões em equipamentos e instrumentos científicos) em suas instalações. Adicionalmente, investimentos da ordem de US\$ 70 milhões foram realizados na montagem do *Advanced Chemistry Science Laboratory* (ACSL/NIST), dos quais US\$ 55 milhões em infra-estrutura física e US\$ 15 milhões em equipamentos científicos (URRUTIA, 2002).

Para viabilizar os complexos estudos de impacto econômico induzido pela prática de uma metodologia adequada, o NIST recorreu a um processo de aprendizagem, montagem de equipe de especialistas com conhecimento não apenas em estatística e economia, mas em metodologia e desenvolvimento de estudos para avaliação de desempenho de informações oriundas do mercado. O Quadro 2.1 apresenta, a título de ilustração, uma síntese de resultados de uma série de estudos de impacto econômico (TASSEY, 1999) que lograram ao NIST grandes benefícios, conquistas orçamentárias governamentais e uma notável proximidade com a indústria, viabilizando projetos cooperativos.

Quadro 2.1: exemplos de estudos de impacto econômico (NIST)

CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA/PROJETO	RESULTADOS TÉCNICOS	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	MEDIÇÃO DO IMPACTO
<i>Fotônica</i> : instrumentos ópticos	Métodos de ensaio (calibração).	Aumento de produtividade Baixos custos de transações.	TIR: 145%. Rel-BC: 13:1.
<i>Automação</i> : máquina ferramenta, <i>softwares</i> para cálculo de erros de compensação.	Algoritmo para controle de qualidade.	Aumento de eficiência em P&D. Aumento de produtividade.	TIR: 99%. Rel-BC: 118:1.
<i>Materiais</i> : termopares	Dados de referência (calibração).	Redução dos custos de transações; aumento da qualidade do produto.	TIR: 32%. Rel-BC: 3:1.
<i>Farmacêutica</i> : radiofarmacêuticos	Materiais de referência.	Aumento da qualidade do produto.	TIR: 138%. Rel-BC:97:1.
<i>Produtos químicos</i> : refrigerantes alternativos	Base de dados de referência.	Aumento de produtividade e da eficiência de P&D.	TIR: 433%. Rel-BC:4:1.
<i>Materiais</i> : equilíbrio de fases para desenvolvimento de cerâmicas especiais	Base de dados de referência.	Aumento da eficiência e de P&D. Aumento de produtividade.	TIR: 33%. Rel-BC:10:1.
TIR = Taxa de Retorno Interno. Rel-BC = Relação Benefício-Custo.			

Nota: síntese de estudos recentes desenvolvidos pelo NIST de impacto econômico mensurado em projetos industriais. Apresentam-se 6 estudos de um *portfólio* de 526 projetos de impacto econômico já realizados.

Se por um lado os estudos de impacto econômico desenvolvidos por iniciativa do NIST explicitam indicadores da importância da metrologia e facilitam o processo de sensibilização pelo fomento, por outro medem o grau de desenvolvimento e de sofisticação da metrologia naquele país. Muitos dos dados disponibilizados pelo NIST explicam o sucesso do crescimento competitivo da indústria local em mercados internos e externos que, melhor percebendo os benefícios diretos que decorrem do uso de uma metrologia adequada, é estimulada a estabelecer parcerias e investimentos em projetos de alto nível

tecnológico, fortalecendo a cadeia de rastreabilidade das medições no país e assumindo parte das responsabilidades que um instituto nacional de metrologia acaba tendo de fazer por falta da ação que, na realidade, deveria ser desenvolvida pelas próprias empresas que consubstanciam o nível secundário da metrologia industrial.

Mais modestas que a sofisticada experiência do instituto americano de metrologia (NIST) na condução de estudos de impacto econômico, algumas experiências foram desenvolvidas no Brasil pela *Confederação Nacional da Indústria* (CNI) que, embora objetivando eliminar possíveis barreiras técnicas ao comércio internacional, reduzir custos de produção, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade de vida e as relações de consumo, os estudos já revelam os impactos econômicos decorrentes da interferência da metrologia. Recentemente, a CNI divulgou (CNI, 2000b) os resultados de estudos conduzidos no âmbito dos quais foram diagnosticados 17 setores da indústria brasileira. O Quadro 2.2 abaixo resume os principais resultados consolidados, explicitando os indicadores por setores e não por indústria/projeto, conforme consta dos estudos de impactos econômicos da CNI.

Quadro 2.2: síntese dos estudos de casos setoriais (CNI)

SETOR	RESULTADOS TÉCNICOS	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	MEDIÇÃO DO IMPACTO
Alimentos (massas alimentícias)	Criação do programa Selo de Garantia da ABIMA (PSGA).	Participação de 60 empresas com 64 unidades fabris certificadas.	82% de produtos nacionais certificados.  Em 1999, a participação de produtos importados no mercado nacional representou menos de 5%.  O consumo per capita de massas passou de 4,4 kg em 1990, para 6,1 kg em 1998, com meta prevista de 7,5 kg no final de 2002.
Automotivo	Certificação do sistema da qualidade de 8 empresas nacionais de pequeno e médio portes fabricantes de autopeças.	Crescimento e consolidação das empresas no mercado.	4 empresas certificadas pela ISO 9000 e as 4 restantes que já tinham esta certificação, obtiveram a certificação QS 9000.

SETOR	RESULTADOS TÉCNICOS	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	MEDIÇÃO DO IMPACTO
Brinquedos	Criação de normas de segurança NBR 11886 e certificação de brinquedos.	Cultura pela compra de produtos adequados e qualificados.  Produtos de baixa qualidade (mesmo os importados foram alijados).  Maior participação dos produtos brasileiros no mercado exterior.	Não expresso em números.
Couro e calçados	Padronização dos processos de uma indústria de calçados.	Certificação pela NBR ISO 9002.	De 1989 a 1995: aumento de produtividade em 57 %.  De 1994-98: aumento de volume físico produzido para exportação em 14,6 % e 54% do valor exportado.
Confecção	Programa de Garantia da Qualidade ABRAVEST para Produto Nacional de Confecção.	Produtos avaliados por laboratórios têxteis credenciados pela ABRAVEST.	60 empresas aderiram ao Programa.
Construção	Selo de Qualidade Certificada para produtos da construção.	Diferencial competitivo.	De 1995-98: o setor de placas cerâmicas aumentou o volume exportado em 17,7%, exportando cerca de 10% de seus produtos.
Eletrônico	Certificação dos sistemas e produtos de duas empresas brasileiras.	Aumento de competitividade.	De 1994-98: ambas empresas dobraram o faturamento.
Gemas e jóias	Certificar um grupo de empresas produtoras de jóias.	Aumento de competitividade e acesso a novos mercados no Brasil e exterior.	Mobilização para credenciamento de um laboratório de análise de camadas com tecnologia de medição por raio X, ainda em processo.
Gráfico	Padronização do sistema postal dos correios (envelopes).	Redução de custos Ganhos de qualidade.  Eliminação de desperdícios.	De 1980-98: aumento da produtividade média em 42%.
Higiene e limpeza	Implantação da NBR ISO 9002 numa empresa de médio porte.	Melhoria contínua dos processos.  Agilidade e inovação.	Em 1998: lançamento de 6 produtos.  Em 1999: lançamento de 10 produtos.
Iluminação	Certificação de reator-lâmpada.	Benefício ao consumidor Economia para o País.	6 fabricantes têm produtos certificados com o selo PROCEL.
Informática	Normalização para tecnologia de compressão digital de som.	Norma internacional ISO/IEC/1117 (1993).	Programa MPEG Layer 3 reduziu tamanho de arquivo de áudio cerca de 1/12 do arquivo de origem.

SETOR	RESULTADOS TÉCNICOS	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	MEDIÇÃO DO IMPACTO
Mármore e granitos	Caracterização de rochas ornamentais segundo normas ABNT.	Criação do Catálogo de Rochas Ornamentais do Espírito Santo (com ensaios realizados no IPT).	Expansão de exportações, mesmo para empresas de pequeno porte.
Metalurgia	Padronização dos materiais aplicados nos processos de fundição.	Calibração dos equipamentos e realização de comparação interlaboratorial. Criação de normas ABNT e Recomendações Técnicas.	Duplicação do volume de exportações de fundidos, passando de 200.000 toneladas/ano (1991) para 400.000 toneladas/ano (1998).
Mobiliário	Licitação para compra de mobiliário para SEBRAE-RS (1999), em conformidade com as normas ABNT.	Das dez empresas que participaram do processo licitatório, nove foram reprovadas.	SEBRAE inicia nova licitação, especificando tecnicamente e orientando as empresas a corrigirem suas não-conformidades.  A infra-estrutura brasileira para realização de ensaios nesta área já existe, sendo necessária a participação das empresas.
Plástico	Implantação do Programa de Garantia da Qualidade de Tubos e Conexões de PVC para instalações hidráulicas prediais (PGQ1-IP, 1989).	Normalização ABNT de PVC.  Consolidação do Centro de Desenvolvimento e Documentação da Indústria de Plástico para Construção Civil (CEDIPLC).	21 fabricantes participam do programa.  95% dos tubos e conexões são fabricados em conformidade com as normas ABNT.
Têxtil	Normalização do setor têxtil.	Criação de NBR para o tecido DENIM (confeção de jeans) e para tecidos usados em uniformes profissionais.	Melhora na qualidade de produtos em patamar de concorrência internacional.

Conforme mencionado, a despeito dos enfoques distintos, considera-se um avanço o esforço da CNI em explicitar indicadores e induzir ao desenvolvimento da cultura de diagnósticos que permitem estabelecer a importância estratégica da prática de uma metrologia adequada. Enquanto o NIST focaliza seus estudos em projetos concretos desenvolvidos pela indústria, permitindo-lhe uma análise pragmática na mensuração dos benefícios, caso a caso, a CNI, de forma independente do instituto brasileiro de metrologia e não fundamentando o seu estudo na relevância da metrologia como ferramenta estratégica de competitividade e melhoria da qualidade, estudou os setores industriais sob a óptica de sua competitividade e sobrevivência no mercado competitivo.

Embora incipientes, no Brasil, alguns grupos de pesquisa já se estruturaram para trabalhar a importante questão dos estudos de impacto econômico. Dentre outras iniciativas, a exemplo do grupo de estudo de impacto econômico gerado pelo uso adequado da metrologia em vigência no Mestrado de Metrologia para Qualidade Industrial da PUC-Rio (FROTA; DIAS, 1998), destaca-se o grupo do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da UNICAMP, responsável pelo desenvolvimento de um projeto de expressão: “Avaliação de grandes programas tecnológicos: o PROCAP 1000” (FURTADO; et al, 1998).

Segundo depoimento dos autores, o objetivo do Projeto foi realizar, pela primeira vez no Brasil, a avaliação dos impactos econômicos de um grande programa tecnológico. Pela magnitude e importância, foi alvo do estudo o primeiro Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas da Petrobrás: o “PROCAP 1000”. Esse programa, executado entre 1986 e 1992, teve por objetivo desenvolver a tecnologia para explorar hidrocarbonetos até 1000 metros de profundidade de lâmina d’água. Dentre seus resultados, tornou técnica e economicamente viável a exploração de um enorme potencial energético localizado no subsolo da plataforma continental brasileira, assim consolidando a liderança da Petrobrás na produção de petróleo e de gás natural em águas profundas.

Uma equipe formada por pesquisadores do Departamento de Política Científica e Tecnológica foi responsável pela condução do Projeto. Para sua realização, concorreu o apoio financeiro da Petrobrás, do Programa de Competitividade e Difusão Tecnológica do CNPq e do projeto CAPES-COFECUB nº 191/96 entre o DPCT e o BETA.

O instrumental metodológico usado para avaliar os impactos econômicos do PROCAP 1000 apoiou-se na metodologia do BETA (Bureau d’Économie Théorique et Appliquée) da Universidade de Estrasburgo na França, que havia desenvolvido uma abordagem bastante original para estudar os impactos econômicos da inovação em diversos grandes programas tecnológicos europeus. O DPCT estabeleceu um acordo de cooperação científica e acadêmica da CAPES-COFECUB com o BETA que permitiu estabelecer os primeiros laços que viabilizaram a condução do Projeto. A riqueza do enfoque metodológico do BETA, que considera a inovação como um processo marcado pela incerteza dos seus resultados e pela diversidade de suas formas, mostrou-se mais adequado aos desafios impostos pela avaliação do PROCAP 1000.

Considerando que a avaliação do PROCAP 1000 é o primeiro estudo do gênero feito no País, podem lhe ser atribuídos pelo menos dois méritos importantes: (i) capacitar uma equipe de pesquisa na Unicamp para dominar e aplicar métodos de avaliação econômica de P&D em grandes programas tecnológicos e (ii) realizar estudo aprofundado de um programa tecnológico de grande relevância no cenário nacional e internacional. Ao avaliar detalhadamente um grande número de casos em que se deu a geração e difusão de tecnologia, o Projeto revela importantes aspectos sobre a natureza do processo de inovação na indústria do petróleo no Brasil (FURTADO et al, 1998).

Outro estudo de impacto econômico, também desenvolvido pelo Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), refere-se ao Projeto “Avaliação dos impactos econômicos do Programa CBERS: um estudo dos fornecedores do INPE” (FURTADO et al, 2001). Resultando de um programa de cooperação internacional CBERS (China - Brazil Earth Resources Satellite), o trabalho foi conduzido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e pela CAST (Chinese Academy of Space Technology), com o objetivo inicial de promover o desenvolvimento de dois satélites na área de sensoriamento remoto. A primeira fase do programa logrou-se com o lançamento, em outubro de 1999, do satélite “CBERS - 1” lançado por um foguete chinês Longa Marcha, enquanto que, o segundo satélite encontra-se atualmente em fase final no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE. A cooperação foi renovada para o desenvolvimento de mais dois satélites (CBERS - 3 e CBERS - 4), sendo extremamente frutífera para ambos os países. As vantagens vão desde o estabelecimento de parcerias estratégicas no campo das relações internacionais, passando por uma capacitação das duas instituições envolvidas, além de uma capacitação das indústrias envolvidas na cooperação. Ademais, os resultados do estudo refletem a cooperação internacional na área de satélites onde se propõe o desenvolvimento tecnológico em conjunto. O relatório do estudo apresenta os resultados da avaliação dos impactos econômicos do programa CBERS junto aos fornecedores do INPE. Para tanto, foram analisados os contratos industriais do INPE com os fornecedores nacionais e foi feita uma pesquisa de campo, que consistiu em entrevistas junto a essas empresas e aos gerentes das partes brasileira e chinesa do projeto. O estudo de avaliação de impactos econômicos apoiou-se na metodologia desenvolvida pelo BETA da Universidade Louis Pasteur, a qual revelou-se bastante apropriada para a análise desse tipo de

programa tecnológico. Foi feito um esforço para mensurarem-se os ganhos econômicos a partir dos *spin-offs* gerados pelo programa. Ao final da avaliação, os pesquisadores concluíram que a participação das empresas foi positiva, embora os problemas relacionados à falta de escala do setor, aliados à excessiva dependência das empresas aos contratos públicos dificultem um ganho econômico em maior escala<sup>15</sup>.

Se por um lado a avaliação de impactos econômicos direciona os investimentos em P&D e promove o redimensionamento de estratégias adequadas para a manutenção e o crescimento competitivo do mercado, por outro, mesmo não pretendendo equacionar aspectos sociais aos econômicos, é possível detectar os impactos de investimentos em P&D no desenvolvimento social e na qualidade de vida do cidadão, no que se refere ao índice de analfabetismo, ao percentual de desemprego, aos indicadores de saúde pública, ao índice de moradia, dentre outros.

As evidências apontadas pelos estudos de impacto confirmam que a prática da análise econômica e social da metrologia, constituem-se em pré-condição ao sucesso e ao fortalecimento das infra-estruturas de metrologia de qualquer nação. Dessa experiência, pode-se antecipar que dependerá da habilidade, competência e capacidade dos dirigentes de instituições de metrologia o sucesso na captação e mobilização de recursos para manter qualquer infra-estrutura metrológica. Cada vez mais se consolida a crença de que metrologia não é e não pode ser um fim em si mesmo, mas uma estratégia de promoção e desenvolvimento da competitividade industrial, fato que apenas se demonstra com base em evidências objetivas construídas a partir de casos concretos.

---

<sup>15</sup> Dados dos relatórios finais dos projetos comentados foram franqueados pela pesquisadora Mirian Hasegawa do Departamento de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP; Seminário de Cooperação MCT – NIST, Extensionismo, Tecnologias Avançadas e Impacto Econômico, IPT, 25 a 27 de setembro de 2002.

