

1

Introdução

Tem-se hoje no Brasil um ambiente de estabilidade econômica fruto da obtenção de superávits comerciais e do esforço freqüente para cumprimento das metas de inflação. Mesmo tendo o País sido alçado recentemente à categoria de *grau de investimento*¹, parece senso comum que o processo de crescimento sustentável ainda não se consolidou. Está distante e dependente de uma capacidade de formulação e coordenação de políticas de desenvolvimento industrial, algo inclusive posto como meta do Poder Executivo na Política de Desenvolvimento Produtivo lançada em maio de 2008.

O reconhecimento da inovação e do avanço científico-tecnológico como estratégia de enfrentamento da competição e ampliação da inserção externa está bastante evidente na atual política de desenvolvimento produtivo², o que contextualiza a presente dissertação acadêmica que busca contribuir com o fortalecimento do Sistema Brasileiro de Normalização e de Metrologia, ao robustecer o enlace conceitual entre metrologia e inovação.

Considerando que os mecanismos de apoio à inovação presentes no Brasil vêm assumindo nos últimos anos contornos relativamente “maduros”, sobretudo do ponto de vista da liberação progressiva de recursos oriundos de empréstimos do FNDCT³, pareceu coerente proceder neste trabalho a um “*esforço tentativo*” capaz de conectar a metrologia com o conceito de gestão da inovação, guardados os limites estruturais de uma dissertação conforme definido por Bergmann e Souza (2001)⁴.

Estabelecer a metrologia e as derivações da tecnologia industrial básica (TIB) como elementos em um processo de inovação, também motivam esta dissertação. Lançar um olhar sobre a metrologia como elemento do sistema de

¹A agência americana de classificação de risco Standard & Poor's concedeu em abril de 2008 o grau de investment grade ao Brasil, que passa a ser considerado um país seguro pelos investidores internacionais, graças à maturidade de suas políticas econômicas.

²Lançada pelo MDIC em junho de 2008 e que, na síntese de sua proposta, estampa o mote “Inovar e Investir Para Sustentar o Crescimento”. (COUTINHO, L. 2008).

³Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (criado ainda em 1969 e que recebeu em 2007 novas providências de gestão por meio da Lei nº. 11.540/2007).

⁴Fundamentalmente no que se refere a (i) limitação do tema, (ii) necessidade de se analisar e interpretar as informações obtidas por meio de uma pesquisa e (iii) necessidade de se evidenciar, na dissertação, conhecimento da literatura existente sobre o tema estudado.

gestão da inovação não apenas enobrece a matéria “inovação” como também representa uma contribuição no que diz respeito a três aspectos doravante discutidos:

- (i) a conceituação da metrologia como ‘insumo metrológico’ na competitividade;
- (ii) o respeito ao legado do SINMETRO e
- (iii) a inovação e demandas por metrologia.

1.1

A metrologia como “insumo metrológico” na competitividade

Neste aspecto o trabalho vincula-se a um virtuoso conceito apresentado por Silva (2003)⁵, que classifica a metrologia como um “*insumo metrológico*” no processo de obtenção de uma vantagem competitiva por parte da indústria nacional frente aos desafios da inserção brasileira na economia internacional⁶.

Em sua dissertação de mestrado denominada “metrologia nas normas, normas na metrologia”, Silva (2003) estuda o *modus operandi* dos organismos internacionais de normalização na agregação do insumo às normas internacionais, tendo observado que:

“Entendidas como funções complementares da tecnologia industrial, metrologia e normalização são tratadas não apenas como insumos essenciais para desenvolvimento da competitividade industrial e melhoria da qualidade de vida, mas como elementos indissociáveis no equacionamento de vulnerabilidades que restringem o acesso de produtos brasileiros a mercados competitivos em decorrência de barreiras técnicas ao comércio internacional.” (SILVA, P. P. A. 2003, p.17).

Ainda que em um primeiro esforço tentativo, o conceito de metrologia é aqui entendido como insumo no processo de inovação, insumo *sin equa non*, notadamente quando se pensa em inovação de produtos manufaturados.

Este conceito da metrologia como insumo de fato se configura crucialmente no contexto das exportações, principalmente quanto à exportação de bens manufaturados, que, se em conformidade com os “objetivos legítimos”⁷

⁵Dissertação de mestrado orientada por M.N.Frota e que levou à criação do Comitê Brasileiro de Normalização em Metrologia (ABNT/CB-53).

⁶A despeito de problemas conjunturais para os exportadores brasileiros como (i) taxa de cotação corrente a R\$ 1,7690 na relação com o Dólar americano e (ii) majoração recente nas alíquotas de IOF sobre operações cambiais - 0,38% na concessão do adiantamento e 0,38% na liquidação do câmbio (visto em www.bradesco.com.br acessado em 08.02.2008).

⁷Bens produzidos de forma que não afetem a segurança nacional, a saúde, a vida animal ou vegetal, não causem qualquer prejuízo ao meio ambiente, e não resultem de práticas enganosas.

do *TBT Agreement*⁸, se tornam aptos a um amplo espectro de inserção internacional, potencializando ainda mais os resultados já atingidos até aqui pela indústria nacional (ver 1.1).

Tabela 1.1: Principais manufaturados brasileiros exportados (janeiro de 2008 versus janeiro de 2007)

Categoria/Produto Manufaturados	Janeiro/2008 US\$ milhões FOB	Variação % Janeiro 2008/07	Principais mercados
Automóveis	405	34,1	Argentina, México, Alemanha e Canadá
Autopeças	257	27,8	Argentina, EUA, México e Venezuela
Aviões	231	4,6	EUA, Reino Unido, Canadá e México
Laminados planos de ferro/aço ⁱ	202	-35,9	EUA, Argentina, Chile e Espanha
Motores para automóveis	199	28,3	EUA, Argentina, Alemanha e México
Calçados	181	2,5	EUA, Reino Unido, Itália e Argentina
Bombas e compressores	181	73,5	Noruega, EUA, Alemanha e Argentina
Veículos de carga	163	63,9	Argentina, Chile, México e Angola
Máquinas e aparelhos para terraplanagem	159	46,0	EUA, Bélgica, Peru e Austrália

Aqui se tem o **primeiro enlace conceitual entre metrologia e inovação**, e que motiva esta dissertação. Este enlace se faz importante e motiva esta dissertação na medida em que propõe refletir se:

- “*Existe inovação sem metrologia?*”

⁸Firmado na metade da década de 90 durante a ‘Rodada do Uruguai’ o Agreement on Technical Barriers to Trade (TBT Agreement) estabelece que “**um regulamento técnico não se consistiria em barreira desnecessária ao comércio quando, buscando o alcance de objetivos legítimos, fosse baseado em uma norma internacional**”. O TBT Agreement encontra-se em vigor no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Examinando as áreas de atuação da metrologia, esta reflexão fica assim expandida:

- (i) **metrologia científica:** é possível inovar sem padrões internacionais de medição, sem instrumentos de medição e procedimentos laboratoriais e sem metodologias científicas relacionadas à ciência da medição?
- (ii) **metrologia legal:** é possível inovar sem satisfazer exigências legais e pré-determinadas referentes às medições, unidades de medida, instrumentos e métodos de medição, salvaguardando o direito do consumidor em termos de segurança, saúde, meio ambiente e direito econômico?
- (iii) **metrologia industrial:** é possível inovar sem controlar especificações técnicas e processos de fabricação de produtos?

1.2

O respeito ao legado do SINMETRO

Empresas brasileiras acessam tecnologia industrial básica que propiciam condições para inovar graças ao aparato do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), que conferiu ao País 55 organismos de certificação de produtos, 34 organismos de certificação de sistemas de gestão da qualidade, 20 de gestão ambiental, 2 de manejo florestal e 1 de responsabilidade social.

As condições para absorver tecnologia industrial básica estão postas. Segundo Lobo (2006) são 215 laboratórios de ensaio e 305 de calibração, acreditados pelo INMETRO⁹, perfazendo no País 14.100 produtos com certificação de produtos compulsória com o selo do INMETRO. Certificação de produtos é, por definição, realizada por uma terceira parte, acreditada pelo INMETRO para executar esta modalidade de Avaliação da Conformidade.

Por conta disto, o Brasil participa hoje de Acordos de Reconhecimento Mútuo - *Multilateral Recognition Agreement (MLA)* com diversos organismos internacionais¹⁰, preconizados pelo Acordo de Barreiras Técnicas da OMC para evitar duplicidade de avaliações, permitindo, por exemplo, que um certificado de produto, uma vez emitido, possa ser aceito em qualquer lugar no mundo, contribuindo para a eliminação das barreiras técnicas ao comércio.

⁹INMETRO é o Organismo Acreditor (Accreditation Body) reconhecido pelo Governo Brasileiro, através da Resolução CONMETRO N.º 04, de 02.12.2002. O INMETRO realiza atualmente a gestão de 790 contratos, de modo a obter demonstração formal da competência de laboratórios, organismos de certificação e inspeção, e treinamento.

¹⁰Como, por exemplo, o IAF - Internacional Accreditation Forum (IAF), fórum internacional das instituições responsáveis, em seus países, pela execução das atividades de Acreditação dos Organismos de Certificação de sistemas de gestão, produtos e pessoal, e similares no campo da Avaliação da Conformidade.

Quanto a este aspecto de colaborar para que as partes interessadas e envolvidas no tema inovação visualizem o legado do SINMETRO, esta dissertação cumpre seu papel de levar aos agentes públicos formuladores das políticas de financiamento à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, a linguagem que é própria da metrologia¹¹.

A dissertação cumpre este papel para se imprimir no País a percepção clara do papel estratégico da metrologia no desenvolvimento nacional. Sob a ótica da Avaliação da Conformidade¹², este ponto estratégico recebeu interessante observação por parte de Machado (2004), que assim se expressou:

“... a estratégia competitiva para a participação de um País no comércio internacional tem que, obrigatoriamente, considerar a infra-estrutura tecnológica disponível na área de avaliação da conformidade, fator decisivo na aceleração ou redução da velocidade do desenvolvimento econômico, facilitando ou impedindo a participação destes países em mercados internacionais”.

Enfatiza-se a premência para se dotar à indústria nacional de uma substancial oferta de infra-estrutura de laboratórios de metrologia; de infra-estrutura para a realização de ensaios, inspeções e calibrações gerenciáveis; infra-estrutura para certificação de produto e de sistemas de gestão.

Esta dissertação, ao motivar a criação de um ambiente de entendimento da metrologia por parte dos *stakeholders* na cadeia de valor da inovação no Brasil, recupera a reflexão de Dias (1998), em seu texto *“aspectos da história da metrologia no Brasil”*, onde se pontua:

“O estabelecimento da normalização como uma linguagem comum para a sociedade é um processo complexo e envolve um sem-número de aspectos da vida econômica. Neste domínio estão incluídos, entre muitos outros, a fixação de condições para cálculos ou projetos, para o emprego de materiais e produtos industriais, para a segurança na execução ou uso de obras, equipamentos ou instalações; condições básicas para aceitação ou recebimento de matérias-primas, produtos semi-acabados ou acabados; método de ensaio; padronização e uniformização de características de elementos de construção, aparelhos, produtos industriais, desenhos

¹¹Isto no sentido 'figurado' ou mais próprio da ambientação com a temática da Tecnologia

¹²Tomando por base o exposto no guia ABNT ISO/IEC Guia 2: 1998,12.1, 'Conformidade' é o atendimento a requisitos especificados para um produto, processo, serviço ou sistema e 'Avaliação da Conformidade' é o exame sistemático do grau de atendimento por parte de um produto, processo ou serviço a requisitos especificados. Percebe-se, assim, que a simples compreensão desta técnica, por si só, é capaz de impulsionar o planejamento e as diretrizes dos agentes públicos formuladores das políticas de financiamento à inovação e à pesquisa científica e tecnológica.

e projetos; terminologia, classificação e convenções gráficas para conceitos, grandezas e sistemas.

Esta complexidade, porém, não se esgota nos aspectos técnicos, tendo importantes implicações políticas e sociais. Nos países industrializados, a percepção das vantagens técnicas e econômicas da padronização de produtos e processos industriais foi quase uma decorrência natural da uniformização de pesos e medidas alcançada ao final do século XIX e do impacto continuado da tecnologia sobre o processo produtivo”. (DIAS, 1998).

1.3

Inovação e demandas por metrologia

Cabe finalmente esclarecer que esta dissertação dedica-se também, e em boa medida, ao estudo da temática “**inovação**”, compreendendo a caracterização do Sistema Nacional de Inovação e da inovação propriamente dita como componente da produção industrial¹³, e, sobretudo, apontando o fenômeno da inovação conduzida pelos usuários.

Von Hippel (2005) foi precursor na identificação deste fenômeno ao estudar o modo como se dava o processo de distribuição da inovação oriunda ora de uma fonte interna (desenvolvimento tecnológico próprio) e ora de uma fonte externa (usuários e partes envolvidas).

Aqui se tem o **segundo enlace conceitual entre metrologia e inovação**, e que motiva esta dissertação.

Este segundo enlace se faz necessário e igualmente motiva esta dissertação na medida em que propõe refletir sobre:

- “*Quais as implicações do usuário na inovação?*”

Examinando o processo de inovação e o fenômeno da inovação conduzida pelos usuários, esta reflexão faz sentido em razão de que:

(i) o processo de inovação está passando por uma transformação graças:

- a variável 'usuário' e
- a questões como a diferença em termos de *timing* em que se desenvolvem processos críticos, ou seja, o tempo dado para tratamento de problemas não previstos no planejamento e produção de produtos inovadores difere entre o fabricante e o usuário. ;

¹³Contribuindo na discussão da inovação como um sistema que precisa ser gerenciado.

(ii) o respeito à requisitos metroológicos pode avançar ou mesmo reter um processo de inovação¹⁴, e

(iii) o envolvimento do usuário no processo de inovação faz com que ele:

- exerça pressão na metrologia (demandando, por exemplo, revisão de normas de especificação), e
- sofra pressão da metrologia (avanços na metrologia científica podem impulsionar modificações em instrumentos de medição e motivar novas técnicas de medição).

Ressaltam-se finalmente dois importantes aspectos: o ineditismo e a inovação do próprio o Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio (Pós MQI) como Programa Interdepartamental do Centro Técnico Científico da PUC-Rio, em sua linha 'Tecnologia Industrial Básica (TIB)', subordinada à área de concentração 'Metrologia para Qualidade e Inovação'.

O Programa nasceu beneficiando-se da congregação de esforços de competências e infra-estruturas laboratoriais existentes em diversos departamentos do Centro Técnico-Científico da Universidade; i.e. da multidisciplinaridade existente no ambiente da PUC-Rio.

É exatamente sob essa ótica que o Programa tem como objetivo desenvolver pesquisas cooperativas em metrologia e formar um perfil de profissional interdisciplinar, com características e especificidades próprias, diferentes das áreas-origem que participaram da sua formação.

Corroboram o Pós MQI, portanto, para o surgimento de mestrandos capazes de se concentrar na ciência metroológica ao mesmo tempo em que se tornam aderentes à disciplinas de áreas de conhecimento como Economia Industrial, Economia da Inovação e do Conhecimento, favorecendo o processo de incursão em uma área realmente multidisciplinar chamada Gestão da Inovação e que tem despertado interesse de estudiosos de países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e, mais recentemente no Brasil.

1.4

Objetivos do trabalho de pesquisa

A dissertação apresenta dois objetivos, a saber, (i) identificar os mecanismos de contribuição da metrologia ao processo de inovação e (ii) caracterizar o papel do usuário beneficiário da inovação nesse processo.

¹⁴Respeitar limites de aceitação de um instrumento, respeitar frequência de calibração de instrumentos, etc.

1.5

Preceitos metodológicos

Os preceitos que nortearam o trabalho estão alinhados com as classificações de Vergara (2005), no que diz respeito à taxonomia da pesquisa definida quanto aos seus fins e quanto aos meios.

Quanto aos **fins**, a pesquisa desenvolvida nesta dissertação é do tipo exploratória, tendo a sondagem da variável 'mecanismos da metrologia' sido feita com propósito de se conhecer seu significado e o contexto onde ela se insere, verificando, sobretudo, os aspectos práticos da sua contribuição ao processo de inovação.

Neste sentido a pesquisa voltou-se, notadamente, para a identificação de especificidades da metrologia que permitissem a descoberta de enfoques capazes de robustecer o enlace entre metrologia e inovação buscado neste trabalho.

Quanto aos **meios de investigação**, e tendo em conta que Vergara (*op.cit.*) ressalta que os tipos de pesquisa não são mutuamente excludentes, esta pesquisa fundamentou-se em:

- Pesquisa bibliográfica, com estudo sistematizado desenvolvido com base em literatura inerente à metrologia e inovação, e em particular da vertente inovação pelo usuário, além de material adicional que se caracterizasse como instrumental analítico, dividido em (i) textos fundamentais para entendimento do fenômeno da inovação conduzida pelo usuário¹⁵ e (ii) textos legais e referencias normativos oriundas do Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM, 2007), bem como demais textos citados nas referencias bibliográficas.
- Pesquisa de campo, com investigação empírica realizada na indústria metro-ferroviária, buscando elementos que apoiassem a obtenção dos objetivos desta dissertação e constituindo um estudo de caso. Para tal, foi utilizado um instrumento de *survey* conforme os preceitos de Babbie (2003) e com método explicitado no capítulo 4, sem, entretanto pretender qualquer tipo de abordagem que se caracterizasse como de tentativa de resolução de problemas ou mesmo de proposições práticas para a indústria metro-ferroviária.

¹⁵Notadamente os textos de Lüthje (2003) e Von Hippel (2005).

1.6

Estrutura dos capítulos

Capítulo 1: Introdução - apresenta o contexto do trabalho e descreve a motivação para desenvolvimento do mesmo, bem como os preceitos metodológicos empregados na condução da dissertação. Neste capítulo se apresenta ainda a síntese de conteúdos dos cinco capítulos que integram a presente dissertação.

Capítulo 2: O Sistema de Inovação e demandas por metrologia - caracteriza o Sistema Nacional de Inovação, observando seus aspectos estruturais e conjunturais, sem, entretanto, pretender estabelecer uma análise detalhada sobre sua condição de 'sistema'. Este capítulo apresenta uma taxonomia básica ao conceito de inovação - embora discuta mais a questão do tratamento sistêmico dado à inovação do que a tipologias, estruturas e rotinas que situam o processo inovativo. No meio desta seção tem-se ainda um alinhamento com as diretrizes do Manual de Oslo (OSLO, 2005). Ao focar uma fase do fluxo de inovação chamada de 'processamento de sinais' (PAVITT *et.al.*, 2001), este capítulo permite um primeiro vislumbre do papel usuário no processo de inovação.

Capítulo 3: Inovação: fontes e inovação conduzida pelos usuários - trata essencialmente do fenômeno da inovação conduzida pelos usuários (VON HIPPEL, 2005), define o papel do usuário a partir dos estudos de Lüthje, C. e Herstatt C. (2004), dando fundamentação teórica para examinar as implicações indutoras da 'fonte' usuário na inovação e na metrologia.

Capítulo 4: Gestão da inovação na indústria metro-ferroviária brasileira e implicações metrológicas - estruturado a partir de um instrumento de survey, este capítulo comporta um estudo de caso na indústria metro-ferroviária brasileira, resultando em um quadro de percepções sobre a indústria metro-ferroviária brasileira no que concerne a inovação e metrologia.

Capítulo 5: Conclusões - contempla as reflexões finais da dissertação.

Apêndice A: Instrumento de coleta de dados. Inclui a carta de sensibilização pela pesquisa e o questionário de pesquisa aplicado para consecução dos objetivos do Capítulo 4.