

3

Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura tecnológica: bases conceituais

O Capítulo 3 tem por objetivo apresentar um arcabouço teórico consagrado na literatura especializada sobre inovação, como base para caracterizar o sistema setorial de inovação (SSI) da Base Industrial da Defesa no capítulo seguinte. A abordagem de SSI aqui apresentada baseia-se nos trabalhos de Breschi e Malerba (1997) e Malerba (2002, 2004). Ressaltam-se, para fins da presente dissertação, os serviços de infraestrutura tecnológica formados pelas funções da Tecnologia Industrial Básica (TIB). Essa infraestrutura congrega importantes ferramentas para apoiar sistemas setoriais de inovação, principalmente no que se refere aos seguintes componentes centrais: (i) o conhecimento tácito característico de cada setor, o processo de aprendizado e tecnologia; e (ii) instituições como normas, regras, leis e regulamentos, dentre outros. Compreende não somente ativos físicos, como laboratórios de ensaios, mas principalmente ativos intangíveis, como o aprendizado pela adoção de normas, regulamentos técnicos e metodologias de inspeção e certificação. A importância do desenvolvimento dessa infraestrutura como suporte aos sistemas setoriais de inovação tornou-se mais visível com a abertura da economia brasileira à concorrência internacional e com a preocupação de superar as barreiras técnicas ao comércio.

3.1.

Conceitos básicos de sistemas de inovação

O conceito de sistema de inovação surgiu há mais de 20 anos e, hoje, é amplamente difundido entre os formuladores de políticas públicas e gestores, bem como entre pesquisadores de todo o mundo (Freeman, 1987; Lundvall, 1992, 2004; Edquist e Johnson, 1997 e OECD, 1997).

Em publicação de referência neste tema, OECD (1997) apresentou várias definições de sistema nacional de inovação, como segue:

"... rede de instituições dos setores público e privado, cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias." (Freeman, 1987).

"... elementos e relacionamentos de atores que interagem na produção, difusão e uso de conhecimentos novos e economicamente úteis... que podem estar localizados ou enraizados dentro das fronteiras de um estado-nação." (Lundvall, 1992).

"... um conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador ... de empresas nacionais." (Nelson, 1993).

"... instituições nacionais, as suas estruturas de incentivos e respectivas competências, que determinam a taxa e o direcionamento do aprendizado tecnológico em um país." (Nelson, 1993).

"... conjunto de instituições distintas que contribuem, em conjunto ou individualmente, para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias, fornecendo a estrutura na qual os governos formulam e implementam políticas para influenciar o processo de inovação. Como tal, é um sistema de instituições interconectadas para criar, armazenar e transferir os conhecimentos, habilidades e artefatos que definem novas tecnologias (Metcalf, 1995).

Os modelos de sistemas de inovação foram tradicionalmente aplicados segundo o enfoque de sistemas de inovação nacionais (SNI). De acordo com Lundvall (2004), existem vários novos conceitos que enfatizam as características sistêmicas de inovação, porém com focos em outros níveis da economia. São eles: (i) sistemas tecnológicos (Carlsson; Stankiewicz, 1991); (ii) sistemas regionais de inovação (Maskell; Malmberg, 1997); e (iii) sistemas setoriais de inovação (Breschi; Malerba, 1997; e Malerba, 2002), e (iv) modelo *triple helix* (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000). Basicamente, o que todos esses modelos têm em comum é que compartilham a visão de que o processo inovativo pode ser melhor explicado, quando se caracterizam os componentes do sistema e as interrelações que fortalecem a capacidade de inovação dos diversos agentes que o compõem.

Tendo em vista os objetivos da presente dissertação, adota-se o conceito de sistemas setoriais de inovação desenvolvido por Breschi e Malerba (1997), que proporciona uma visão multidimensional integrada e dinâmica de um determinado setor industrial. Essa abordagem será utilizada posteriormente no Capítulo 4 como a base teórica para a análise dos diferentes componentes do sistema setorial de inovação da BID no Brasil e de suas relações e regras de coordenação institucional.

O conceito de SSI pressupõe que o setor em foco possui uma base de conhecimentos, tecnologias, insumos e demandas específicas. Os agentes são organizações em diferentes níveis que interagem por processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, concorrência e de comando. Tais interações são moldadas por instituições, que, assim como no conceito de SNI, se transformam mediante um processo de coevolução.

A definição de Breshi e Malerba (1997) refere-se a um sistema de agentes setoriais que, por meio de mecanismos de interação, cooperação e concorrência no desenvolvimento de inovações tecnológicas, atuam na geração, desenvolvimento e utilização de novos processos e produtos.

A abordagem de sistemas setoriais de produção e inovação enfatiza as relações verticais e horizontais entre os agentes envolvidos na geração e uso de novas tecnologias, além de analisar as relações competitivas das empresas e instituições em um determinado setor e a seleção dos campos de atuação nos quais operam.

Inspirados na conceituação original de regimes tecnológicos (Dosi, 1982; Cimoli e Dosi, 1995), Breshi e Malerba (1997) redefinem regime tecnológico como uma combinação de fatores, dentre eles: (i) nível e variedade de oportunidades de inovação; (ii) condições de apropriabilidade; e (iii) capacidade de acumulação dos avanços tecnológicos.

O Quadro 3.1 apresenta os principais fatores que influenciam a dinâmica de SSI e que deverão ser considerados na análise do sistema setorial de inovação de defesa no Brasil (capítulo 4).

Segundo Malerba (2002), conforme mencionado, a consolidação de um SSI ocorre a partir da convergência de três grandes blocos de componentes do sistema: (i) conhecimento, processo de aprendizado e tecnologia; (ii) atores e redes; e (iii) instituições, discutidos na seção seguinte.

Quadro 3.1. - Fatores e parâmetros para a análise de sistemas setoriais de inovação

Fatores	Parâmetros
Oportunidades de inovação	<ul style="list-style-type: none"> • Nível: (i) <i>alto</i>, quando há incentivo às atividades inovadoras e demonstração de um ambiente econômico favorável às iniciativas inovadoras; e (ii) <i>baixo</i>, quando o ambiente resiste às iniciativas inovadoras. • Variedade: (i) <i>alta</i>, quando há ampla variedade de soluções tecnológicas, abordagens e atividades, muitas vezes associadas a um alto nível de oportunidade; ocorre nos estágios iniciais do ciclo de inovação, com o estágio pré-paradigmático do uso de novas tecnologias; quando um <i>design</i> dominante ainda não foi definido; e (ii) <i>baixa</i>, com emergência de um <i>design</i> dominante e avanço em uma trajetória tecnológica específica. • Difusão: (i) <i>alta</i>, quando novos conhecimentos podem ser aplicados em vários produtos, processos e mercados; e (ii) <i>baixa</i>, quando novos conhecimentos se aplicam somente a um número limitado de produtos, processos ou mercados. • Fontes: (i) <i>breakthroughs</i> de natureza científica; (ii) processos de aprendizagem endógena; (iii) clientes e consumidores finais; (iv) fornecedores de equipamentos e insumos; (v) instituições públicas de C,T&I; e (vi) parceiros e outros setores.
Apropriabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Nível: (i) <i>alta</i>, quando há meios efetivos de proteção da inovação contra a imitação; e (ii) <i>baixa</i>, quando externalidades tecnológicas são disseminadas. • Meios: (i) propriedade intelectual; (ii) inovação contínua; (iii) pioneirismo; (iv) controle de ativos complementares, como valor da marca; imagem e reputação; (v) economias de escopo; (vi) economias de escala; (vii) grau de interdependência e complexidade das tecnologias exploradas; (viii) importância dos processos de aprendizagem organizacional; (ix) base de conhecimento preponderantemente tácita e idiossincrática; (x) alianças estratégicas com outras empresas para desenvolvimento tecnológico.
Capacidade de acumulação dos avanços tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • No nível da tecnologia, especifica as características da tecnologia ou a natureza cognitiva dos processos de aprendizagem. • No nível da empresa, indica a frequência das iniciativas inovadoras promotoras de competências específicas da empresa, a importância de ativos complementares e a importância dos processos de aprendizagem organizacional. • No nível do setor ou ramo de negócio, caracteriza a base de conhecimento de fácil acesso já difundida no setor, processos coevolutivos com fornecedores de tecnologia, equipamentos e insumos, base de conhecimento preponderantemente codificada. • Grau de complexidade em termos de: (i) integração de diferentes disciplinas necessárias às atividades de inovação; (ii) integração de múltiplas competências necessárias à inovação.

Fonte: Breshi e Malerba (1997).

3.2. Componentes centrais de sistemas setoriais de inovação

Malerba (2002; 2004) destaca em seus trabalhos três componentes centrais de um sistema SSI, a saber: (i) o conhecimento tácito característico de cada setor, o processo de aprendizado e tecnologias; (ii) a heterogeneidade entre os atores e sua atuação em redes; e (iii) o conjunto de instituições de um sistema setorial que podem estabelecer as interações entre os agentes, através de suas normas, regras, leis, regulamentos, dentre outros.

A seguir, discutem-se os três componentes centrais de SSI com destaque para o terceiro – instituições. Especificamente, a abordagem das instituições, segundo o modelo de Breshi e Malerba (1997), encontra-se mais fortemente vinculada à questão principal da presente pesquisa, ou seja, como as empresas da BID percebem a importância das funções da TIB - metrologia, normalização, regulamentação técnica e avaliação da conformidade – em seus ciclos de inovação. Busca-se ressaltar os benefícios oriundos da consolidação da infraestrutura nacional de serviços tecnológicos de suporte à capacidade inovadora dos atores e redes que integram um determinado SSI, como base para a discussão posterior sobre o SSI da BID no Brasil (Capítulos 4 e 5).

3.2.1.

Conhecimento, processo de aprendizado e tecnologias

Ao se considerar o primeiro bloco (conhecimento, processo de aprendizado e tecnologia), deve-se ter em mente que os setores produtivos da economia possuem especificidades distintas que se modificam no tocante à dinâmica de desenvolvimento e de aprendizado tecnológico. Assim, deve-se ter em mente que uma maior eficiência na utilização dos fatores tecnológicos irá exigir maior grau de convergência técnica dos sistemas utilizados ou adotados. Nesse sentido, a ideia de limites se põe presente. Ligações e complementariedades entre as tecnologias e as atividades que elas desempenham representam importante limite para a definição de um SSI.

É claro que essas complementariedades se modificam em função do tempo e do tipo de SSI a ser analisado. A maior eficiência nessa relação – opções técnicas e papel desempenhado por elas – pode ser determinante na trajetória tecnológica de determinado setor.

Qualquer setor pode ser caracterizado por um conhecimento específico de base, tecnologias e insumos. De uma forma dinâmica, o foco no conhecimento e domínio tecnológico posiciona o centro da análise para limites setoriais que geralmente não são fixos, mas, ao contrário, mudam frequentemente ao longo do tempo. Nessa perspectiva, conhecimento e base tecnológica constituem os principais gargalos de toda a gama de diversidade no comportamento da organização de empresas que operam em um sistema setorial (Malerba, 2002). Por outro lado, o acúmulo de conhecimento pela transformação de processos de

aprendizado, capacidades organizacionais e lucratividade via mercado, potencializa o ciclo ascendente para inovação.

A literatura sobre economia evolucionária propõe que setores e tecnologias possuem complementariedades em termos de geração de conhecimento e aprendizado que podem, por sua vez, gerar inovações de processos ou produtos (Freeman, 1982; Nelson; Winter, 1982; Penrose, 2006; Rosenberg, 2006). Malerba (2004) destaca dois importantes domínios na relação entre ciência e sua aplicação. O primeiro domínio é relacionado às especificidades científicas e tecnológicas presentes na base das atividades inovativas entre os setores. O segundo domínio é relacionado ao grau de aplicação e interação da tecnologia com os demandantes das atividades inovativas.

Dessa forma, as relações entre geração de conhecimento, processo de aprendizado e tecnologia passam a ser fundamentais para se compreender a dinâmica inovativa dos SSI. A eficiência entre os atores envolvidos nessa dinâmica é peça importante para se buscar maior complementariedade nas ações relacionadas à busca e seleção por ações e esforços inovadores.

3.2.2. Atores e redes

O segundo bloco (atores e redes) deixa clara a importância das relações entre agentes heterogêneos na estruturação dos SSI.

Um setor é composto por organizações (empresariais e não empresariais) e indivíduos (consumidores, empresários, cientistas entre outros). Esses agentes são caracterizados por processos de aprendizagem específicos, competências, crenças, objetivos, estruturas dentre outros, que se relacionam por meio de processos de comunicação, troca, cooperação, concorrência e comando gerenciadas por relações de mercado ou não.

Essas relações - venda de produtos, estruturação de cadeia de suprimento ou ainda adoção de novas técnicas - são o que permite filtrar os dados sobre demandas por inovações, que, por sua vez, alimentarão o SSI. Dessa forma, segundo a visão evolucionária, a firma funciona como “depósito” de acumulação de conhecimento. Esse efeito da capacidade de acumulação acaba por influenciar a trajetória tecnológica da firma, podendo sinalizar os possíveis caminhos para a

consolidação das relações entre firmas e outros atores que podem fazer parte do SSI.

Os tipos e as estruturas das relações em redes diferem entre sistemas setoriais, como consequência das características oriundas da base de conhecimento, dos processos de aprendizagem, das tecnologias de base, das características da demanda, interações e complementaridades dinâmicas.

Essa heterogeneidade entre os atores envolvidos do SSI acaba por caracterizar relações de mercado e não mercado entre os participantes. Quando se observam as relações entre firmas, características de relações de mercado, os parâmetros que determinam essa situação são claros. No entanto, quando se observam as relações de não-mercado, as trocas e os interesses passam a ser mais difusos. Aqui, mais uma vez, fica clara a importância da convergência das especificidades dos ativos. É essa convergência que viabiliza as trocas nas relações de não-mercado presentes nas relações no SSI.

3.2.3. Instituições

O terceiro bloco (instituições) diz respeito, inicialmente, à grande variedade de instituições envolvidas na construção do SSI¹.

Os sistemas setoriais podem diferir muito no que diz respeito às suas instituições típicas, por possuírem regras, normas, rotinas, hábitos e práticas estabelecidas, leis, entre outras singularidades, que moldam o conhecimento e forma de interação entre os agentes heterogêneos (Malerba, 2002).

Segundo Malerba (2002), as instituições nacionais caracterizadas pela responsabilidade de garantir os direitos de propriedade intelectual, de criar e implementar regulamentações técnicas, de acreditar organismos para a realização de ensaios e certificações, possuem significativa influência nos SSI, de uma forma geral. No entanto, a relação entre instituições nacionais e setoriais nem sempre percorrem um mesmo sentido. Em alguns casos, o sentido é oposto e vai ao encontro de interesses estratégicos de um país em termos de competitividade, empregabilidade e outros aspectos. Esses interesses podem alterar as características

¹ *Institutions include norms, routines, common habits, established practices, rules, laws, standards and so on, that shape agents cognition and action and affect the interactions among agents* (Edquist; Johnson, 1997; Coriat; Dosi, 1994; Nelson; Sampat, 2001).

originais de um sistema setorial e propiciar um ambiente favorável ao desenvolvimento de diversos outros setores.

De acordo com Pompermayer et al. (2011), “as relações entre instituições, tecnologia e desenvolvimento econômico estão presentes em uma série de trabalhos que discutem a dinâmica da inovação por meio da convergência das abordagens evolucionárias e institucionais. Esses trabalhos apresentam, essencialmente, de que forma as normas, rotinas, regras, ações cognitivas, entre outras, podem influenciar e moldar o ambiente no qual a firma está inserida. Cabe destacar que esta construção de ambiente também está presente na consolidação do SSI”.

Ao se comparar as instituições presentes no SNI e no SSI, pode-se verificar que a área de influência das ações do primeiro se faz mais presente, como na concessão de patentes, na metrologia legal e na regulamentação técnica. Essas características, no entanto, não diminuem a importância dos SSI e das instituições que fazem parte desses sistemas (Malerba, 2004; Pompermayer et al., 2011).

3.3. Tecnologia Industrial Básica como fonte de inovação

A TIB compreende um conjunto de técnicas e procedimentos orientados para codificar, analisar e normalizar diferentes aspectos de um produto ou processo. Ela reúne funções básicas, que incluem a metrologia, a normalização e regulamentação técnica e a avaliação da conformidade e seus mecanismos (ensaios, certificação, etiquetagem e outros procedimentos de autorização). Agregam-se a essas funções básicas, as funções conexas de informação tecnológica, tecnologias de gestão e propriedade intelectual.

A medição com confiabilidade é parte essencial ao longo de todo ciclo de inovação; desde a pesquisa científica ao controle do processo de produção, passando pelo desenvolvimento e ensaio do produto inovador (Vilela, 2009).

Confirmando a importância das funções da TIB para a fase de P&D, um estudo de Gallina et al. (2013) enfatizou a importância dessas funções para a acumulação de capacidades tecnológicas na empresa que permitam a adaptação a cenários altamente exigentes. Esses autores estudaram a contribuição das funções da TIB para três níveis de capacitação tecnológica na empresa (básica, intermediária e avançada), caracterizados por um aumento gradativo de

complexidade das atividades, da reprodução de técnicas básicas até o nível de P&D. Foi constatado que:

“No nível avançado de capacidade tecnológica (CT), caracterizado por meio de atividades de P&D – que são a forma mais explícita e deliberada de esforço – os *sistemas inovadores de medição* e a influência tecnológica junto aos comitês normativos da ISO revelaram-se importantes componentes de contribuição para o incremento da CT das empresas (...)”

Na sequência, procede-se a uma análise individual das funções da TIB e como essas funções podem contribuir para o processo de inovação.

3.3.1. Metrologia

A principal e mais evidente função básica da TIB, a metrologia, é definida pelo Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM, 2012), como “a ciência da medição”. Como a ciência, e por conseguinte, a pesquisa científica básica ou aplicada, requer a medição como base essencial para o tratamento quantitativo da natureza, a metrologia é de fundamental importância para a realização do ciclo de inovação.

A metrologia é considerada um assunto da maior relevância em qualquer nação industrializada. Não somente para promover a inovação, mas para a concretização de políticas públicas, como proteção do consumidor, da saúde e do meio ambiente, garantia de justas relações de troca, comércio exterior e desenvolvimento industrial. Estima-se que de 4 a 6% do PIB de países industrializados sejam dedicados a processos de medição (Jornada, 2005).

A importância de uma infraestrutura nacional de serviços metrológicos para a ciência e a indústria de uma forma geral foi apontada no Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade (MCT, 2001):

“As atividades da metrologia científica e industrial compreendem o desenvolvimento, realização, reprodução, guarda e disseminação dos padrões de medida, materiais de referência certificados e medidas rastreadas. A credibilidade e a eficácia dos sistemas nacionais de metrologia científica e industrial dependem da existência de Laboratórios Nacionais que garantam a realização e uniformização das unidades de medidas do Sistema Internacional de Unidades (SI) e a consequente rastreabilidade das medições (aos padrões nacionais mantidos pelos Laboratórios Nacionais de

Metrologia), de laboratórios de calibração e de ensaios (...) e de laboratórios de verificação metrológica (...)"

A infraestrutura brasileira em metrologia (e nas demais funções básicas da TIB) está a cargo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (Sinmetro), que inclui na sua composição o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

O Inmetro é responsável pela guarda dos padrões nacionais das grandezas do Sistema Internacional das Unidades (SI)² e representa o Brasil perante o organismo internacional máximo da metrologia, o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM). Essa representação e a disseminação da metrologia baseada em padrões internacionais no Brasil garantem uma relativa proteção contra as barreiras técnicas ao comércio exterior.

Com a finalidade de disseminar a capacidade metrológica e promover uma rede de serviços no país, o Inmetro realiza a acreditação de laboratórios de calibração e ensaios, que podem realizar esses serviços em instalações permanentes, móveis ou de clientes. O conjunto formado por esses laboratórios compõe a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE), que está aberta também a laboratórios estrangeiros. O resultado de uma consulta recente à base de dados do Inmetro³ aponta para a existência de 396 laboratórios no Brasil, excluindo-se os de análises clínicas e patológicas e os de ensaios biológicos. Esses laboratórios atendem a diversas áreas de atividades industriais (automotiva, construção civil, metalurgia, motores e materiais elétricos e muitos outros).

Complementando a infraestrutura metrológica, o Inmetro acredita laboratórios de calibração, que juntos formam a Rede Brasileira de Calibração (RBC). Esses laboratórios congregam competências técnicas e capacitações vinculadas a indústrias, universidades e institutos tecnológicos. Uma consulta à base de dados do Inmetro⁴ indicou que existem hoje 325 laboratórios acreditados, que atuam em uma grande variedade de tipos de calibração.

² O Inmetro guarda os padrões de seis grandezas do SI: metro, quilograma, ampere, kelvin, mol e candela. A grandeza segundo encontra-se sob guarda do Observatório Nacional.

³ Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/> (acessado em abril/2014).

⁴ Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/> (acessado em abril/2014).

Destacam-se, a seguir, alguns desafios referentes à infraestrutura brasileira de metrologia (Grando, 2005). Tanto a RBLE quanto a RBC podem não refletir na totalidade a matriz laboratorial brasileira, pois além dos laboratórios oficiais não incluídos nessas redes, existem aqueles instalados dentro de instituições e empresas e até fora delas, sem possuir nenhuma vinculação com estruturas formais de reconhecimento ou de rede.

Outra questão é que a proporção entre laboratórios de ensaios e os de calibração no Brasil está próxima da unidade, sendo que em países desenvolvidos, observa-se uma relação bem maior de laboratórios de ensaios do que os de calibração.

Por fim, verifica-se uma concentração maior de laboratórios e uma oferta mais ampla de serviços nas regiões Sul e Sudeste (100% dos tipos de serviços), sendo que nas outras regiões não passa de 50%. Adicionalmente, verifica-se que em algumas áreas, existem poucos laboratórios disponíveis, como, por exemplo, nas áreas de acústica e vibração, óptica, viscosidade e outros (Grando, 2005).

Espera-se que a demandas criadas pelas atividades inovativas exijam maior agilidade e disponibilidade de serviços laboratoriais, dando suporte nas medições, ensaios e análises envolvidas. Conforme destacado por Grando (2005):

“(...) a metrologia se faz necessária em estágios cada vez mais precoces no processo de desenvolvimento tecnológico e de inovação, já que medições e ensaios de materiais, partes e componentes são necessários para verificação da adequação de características e respostas ao uso pretendido ou para estudo dos efeitos das modificações introduzidas, mesmo antes da etapa intermediária caracterizada por ensaios de protótipos e de corridas experimentais de processos.”

3.3.2. Normalização e regulamentação técnica

Essa função básica da TIB lida, em uma descrição simples, com o universo das normas e regulamentos técnicos. As normas técnicas são documentos que estabelecem requisitos, regras ou diretrizes de adoção voluntária, estabelecidos por consenso, podendo ser de abrangência nacional ou internacional, utilizados para padronizar uma atividade ou os seus resultados. Essa padronização visa alcançar um certo grau de ordenação ótimo em um determinado contexto, permitindo a previsibilidade e a repetitividade dos resultados.

Já os regulamentos técnicos são requisitos impostos por autoridades regulatórias, normalmente decorrentes de medidas legais dos Estados, para estabelecer regras para objetivos legítimos, como segurança das pessoas e bens, proteção ao consumidor, proteção ao meio ambiente e outros. A principal diferença entre a normalização e a regulamentação técnica está no caráter obrigatória dessa última.

A normalização é executada em diversos níveis de abrangência, começando na empresa e alcançando o nível internacional, conforme ilustrado na Figura 3.1. Os objetivos da normalização são comuns a todos os níveis, portanto existe a necessidade de uma atuação harmônica e integrada.

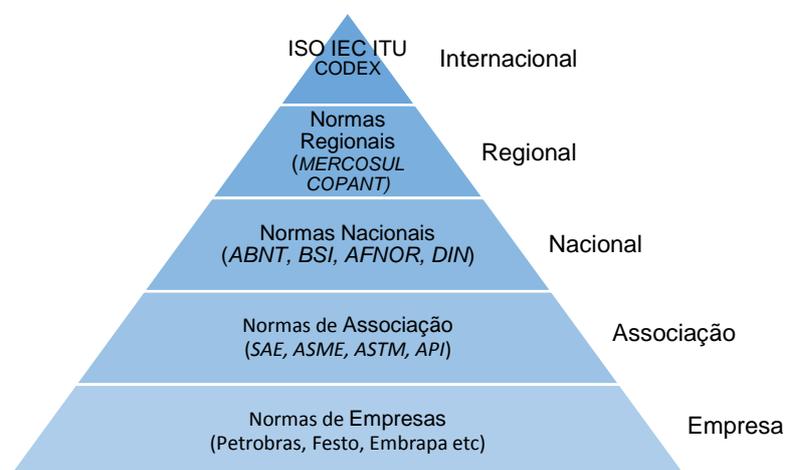


Figura 3.1. Níveis de normalização
Fonte: Inmetro (2012).

No nível da empresa, a normalização permite fixar o conhecimento técnico e uniformizar operações repetitivas, propiciando a economia de recursos. Com a adoção de normas técnicas, a empresa aumenta sua competitividade ao produzir com qualidade, segurança e custos mais baixos. No nível nacional, os benefícios são voltados para a organização do mercado, aumento da qualidade de bens e serviços, aumento da produtividade e desenvolvimento de tecnologia nacional.

Nos níveis regional e internacional, a principal função da adoção de normas é permitir o comércio em escala mundial, conforme reconhecido pela Organização Mundial do Comércio (OMC). O atendimento a uma norma internacional propicia melhores condições para superar barreiras técnicas ao comércio.

Segundo Tigre (2006), empresas de diferentes setores enfrentam o desafio de melhorar continuamente o padrão de qualidade de seus produtos, de forma a atender às exigências de seus clientes. Essas demandas são diferenciadas de acordo com os padrões estabelecidos nos mercados visados, o que significa que as empresas devem se capacitar continuamente para entender e cumprir variados padrões de segurança, confiabilidade, durabilidade, conformação e desempenho de seus produtos.

A adoção de normas e a aderência a regulamentos técnicos permite a verificação da conformidade e a consequente implantação de sistemas da qualidade, atendendo às exigências de clientes e consumidores. Assim, de uma forma geral, a adoção de normas permite o acesso a novos mercados, tornando-se uma etapa necessária para a implementação de inovações.

Por outro lado, as normas podem funcionar como uma barreira à inovação se não refletirem o estado da arte e, assim, acabarem por engessar os processos de inovação nas empresas. Para evitar esse efeito negativo, é necessário que os processos de atualização e revisão das normas seja eficiente e ágil.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolve a atividade de normalização, com seus comitês distribuídos em vários temas ou setores. Essa entidade representa o país nos níveis regional e internacional da normalização.

3.3.3. Avaliação da conformidade

A avaliação da conformidade está intrinsecamente ligada à função de normalização, pois é por meio dela que se determina se os requisitos aplicáveis (previamente estabelecidos por normas ou regulamentos técnicos) foram atendidos. Ela pode ser de âmbito voluntário ou obrigatório. Na forma compulsória, o Estado julga que o produto em questão poderá impactar os objetivos legítimos (saúde, segurança, proteção do consumidor ou meio ambiente).

Na ótica da avaliação da conformidade, existem 3 partes envolvidas: o fornecedor (1ª parte), o comprador (2ª parte) e o organismo independente de avaliação da conformidade (3ª parte). As relações entre essas partes indicam as possibilidades em que ocorre a avaliação da conformidade.

Existem várias formas como a avaliação da conformidade pode ser realizada:

- *Certificação* – nesta forma, uma organização independente (3ª parte) executa a certificação de produtos ou serviços, sistemas de gestão e pessoas. Para tanto, utiliza-se de ensaios e avaliações, por amostragem ou não (lote 100%).
- *Declaração de conformidade do fornecedor* – este mecanismo de avaliação da conformidade é o processo pelo qual um fornecedor, sob condições pré-estabelecidas, dá garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está em conformidade com requisitos especificados, ou seja, trata-se de um modelo de avaliação de conformidade de 1ª parte.
- *Inspeção* - é definida como a avaliação da conformidade pela observação e julgamento acompanhados, conforme apropriado, por medições, ensaios ou uso de calibres.
- *Ensaio* – é uma operação técnica que consiste na determinação de uma ou mais características de um dado produto, processo ou serviço, de acordo com um procedimento especificado. É o mecanismo de avaliação da conformidade mais utilizado, podendo ser em conjunto com a inspeção.
- *Etiquetagem/PBE* - não é mais considerada um mecanismo de avaliação da conformidade e sim uma forma de aceitação da conformidade. Os produtos etiquetados são os que apresentam etiqueta informativa indicando seu desempenho de acordo com os critérios estabelecidos. Essa etiqueta pode ser comparativa entre produtos de um mesmo tipo ou somente indicar que o produto atende a um determinado desempenho especificado, podendo ser, ainda, de caráter compulsório ou voluntário. Destaca-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Inmetro como instrumento para implementar essa prática.

No contexto do comércio internacional, a avaliação da conformidade tem a sua importância aumentada, pois permite verificar por meio de seus instrumentos se as normas exigidas foram cumpridas. Para que isso se efetive, a avaliação da conformidade (em especial, a certificação) segue princípios e diretrizes estabelecidos em documentos internacionais. Os laboratórios de ensaios e os organismos de certificação devem ser acreditados, para que possam ter suas atividades reconhecidas.

3.3.4. Funções conexas à TIB

As funções conexas com a TIB – propriedade intelectual, informação tecnológica e sistemas de gestão – complementam o quadro geral de suporte ao ciclo de inovação.

3.3.4.1 Propriedade Intelectual

A *propriedade intelectual* trata de todas as criações do gênio humano, englobando, além daquelas de caráter técnico e comercial (invenções, desenho industrial, marcas e indicações geográficas, por exemplo), objetos da propriedade industrial, as de caráter artístico, como pintura, música, escultura, literatura, e novos segmentos como os ligados à informática (MCT, 2001).

A tecnologia, utilizada em processos produtivos de uma forma geral, quando orientada à inovação, está intimamente ligada ao sistema de propriedade intelectual, já que seus resultados encontram proteção por meio de seus mecanismos, com destaque para as patentes. De forma complementar à Lei de Propriedade Industrial⁵, a Lei de Inovação⁶ estimula que instituições de ciência e tecnologia (ICT) celebrem contratos de transferência de tecnologia e licenciamento de patentes, tornando-as atores importantes no processo de inovação na indústria. Assim, estimula-se a transmissão e a utilização do conhecimento científico para permitir o desenvolvimento tecnológico.

No Brasil, o Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) é responsável pelo aperfeiçoamento, disseminação e gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade intelectual para a indústria. Entre os serviços do INPI, estão os registros de marcas, desenhos industriais, indicações geográficas, programas de computador e topografias de circuitos, as concessões de patentes e as averbações de contratos de franquia e das distintas modalidades de transferência de tecnologia. Na economia do conhecimento, esses direitos transformam-se em diferenciais competitivos, estimulando o surgimento constante de novas identidades e soluções técnicas.

⁵ Brasil. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (Lei da Propriedade Industrial).

⁶ Brasil. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (Lei da Inovação).

3.3.4.2 Informação tecnológica

A *informação tecnológica*, com foco no setor produtivo, constitui o elo integrador dos diferentes conhecimentos básicos e especializados sobre tecnologias de processos e de gestão. Mais recentemente, a informação tecnológica passou a representar elemento chave no processo de mudança e inovação do setor industrial (MCT, 2001).

A origem dos serviços de informação tecnológica remontam à tentativa de transferir tecnologia para o parque industrial de um país, especialmente para as pequenas e médias empresas que têm maior dificuldade de obter informações. No início, esses serviços estavam relacionados com a área de biblioteconomia, fornecendo informações referenciais, consistindo na consulta de normas técnicas e publicações em acervos de serviços de informações e pesquisas bibliográficas. Atualmente, serviços de informação tecnológica incluem maior valor agregado, consistindo na resposta técnica com base na preparação de um *dossiê* sobre o assunto da consulta (Torres, 2004).

No Brasil, diversas instituições buscam soluções para implementar esses serviços. A rede de Núcleos de Informação Tecnológica atua como agente facilitador à informação pelo sistema produtivo nacional. Ela é formada por atores diversos, que reúnem informação tecnológica sobre vários setores (automação industrial, materiais, *design*, indústria têxtil e outros).

3.3.4.3 Tecnologias de gestão

Dentre as *tecnologias de gestão*, destacam-se, para fins desta dissertação, aquelas que reúnem modelos de referência de gestão integrada, orientados para processos de qualidade, meio ambiente, segurança, saúde ocupacional e responsabilidade social. Essas tecnologias proporcionam não somente o aumento da qualidade dos produtos (bens e serviços) e da competitividade, mas também proporcionam melhores condições de trabalho em um ambiente mais seguro.

Atualmente, essas tecnologias traduzem-se em normas consagradas, dentre as quais se destacam as normas das famílias ISO 9001 (Sistemas de Gerenciamento da Qualidade), ISO 14001 (Sistema de Gerenciamento

Ambiental), OHSAS 18001 (Segurança e Saúde Ocupacional) e ISO 26000 (Responsabilidade Social).

3.4

Infraestrutura nacional de serviços tecnológicos

A infraestrutura nacional de serviços tecnológicos é um sistema que representa a base requerida por qualquer país para promover o seu desenvolvimento econômico e tecnológico, garantindo-lhes suprir as demandas de serviços básicos impostas por mercados competitivos. Permite-lhes prover exigências dos sistemas regulatórios de seus países parceiros comerciais e estabelece salvaguardas para a sociedade (Waltrich, 2007).

Distintos são os elementos básicos que compõem esse sistema (multidimensional) de suporte à inovação tecnológica. Esses elementos proveem as ferramentas essenciais para a apropriação de resultados de pesquisa e desenvolvimento, materializando-os em inovações de processo e de produto. São eles: (i) organismo nacional de normalização (ONN); (ii) Instituto Nacional de Metrologia (INM); (iii) organismos de certificação; (iv) organismo nacional de acreditação; (v) laboratório de calibração; (vi) laboratórios de ensaio e organismos de inspeção; (vii) organismo de avaliação da conformidade (OAC).

A seguir, apresenta-se uma breve descrição das funções e atributos de cada um desses elementos.

- *Organismo nacional de normalização (ONN)*: uma organização (pública ou privada) de âmbito nacional que reúne os interesses das partes interessadas com o propósito de desenvolver normas voluntárias de interesse dos diferentes setores econômicos. Em conformidade com práticas internacionais, os organismos de normalização desenvolvem normas com base no preceito do consenso e as disponibilizam para atender interesses da indústria, setor público, instituições e consumidores. Regulamentos técnicos referem-se a uma diferente categoria de norma compulsória que apenas devem ser introduzidos, por meio de uma autoridade legal, quando um objetivo legítimo (saúde, segurança, meio ambiente e defesa do consumidor) for técnica e cientificamente justificável. No Brasil, o ONN é a ABNT.
- *Instituto nacional de metrologia (INM)*: compete a uma organização nacional de metrologia realizar, manter e disseminar as unidades de medida de um país, assegurando sua rastreabilidade às unidades do

Sistema Internacional de Unidades (SI). Estabelece-se, assim, coerência, consistência e unicidade do sistema de medição oficialmente adotado pelo país. Competem aos INM introduzir competência técnica relacionada à ciência e à tecnologia da medição na economia como um todo. Assim, empresas passam a garantir a precisão e acurácia dos serviços de medição que realizam em seus processos de fabricação, de controle dos instrumentos e máquinas e de garantia da qualidade de seus produtos, processos esses estratégicos à sua estratégia de inovação. No Brasil, o INM é o Inmetro.

- *Organismos de certificação*: proveem a garantia de que um determinado produto, serviço, sistema, processo ou material de referência está em conformidade com normas ou com um conjunto de especificações técnicas predeterminadas. A certificação é, usualmente, conduzida por um organismo de terceira parte, independente e detentor de competência técnica na área da certificação.
- *Organismo nacional de acreditação*: uma autoridade capaz de atestar a competência técnica de uma organização para desenvolver uma determinada atividade. Organismos de acreditação atestam a competência técnica de laboratórios e de organismos de avaliação da conformidade (ensaios e certificação). Ou seja, asseguram que esses organismos são tecnicamente competentes e que dispõem de pessoal técnico qualificado para realizar suas atividades. Ou seja, laboratórios emitem certificados de medição e relatórios de ensaios confiáveis permitindo que a qualidade de produtos e serviços seja assegurada. Permitem, assim, que organismos de avaliação da conformidade sejam capazes de demonstrar a conformidade a normas e especificações técnicas requeridas por reguladores de países parceiros comerciais.
- *Laboratório de calibração*: opera com o propósito de assegurar que calibrações e medições realizadas são confiáveis (para um determinado nível de incerteza que deve ser declarado). Ou seja, rastreáveis às unidades do SI por meio dos padrões nacionais mantidos pelo Instituto Nacional de Metrologia. Laboratórios de calibração devem ser acreditados segundo as boas práticas laboratoriais em consonância à norma internacional (ISO/IEC 17025), assim assegurando que medições realizadas no ambiente industrial e no mercado de trabalho possam ser reconhecidas nos níveis nacional, regional e internacional.
- *Laboratórios de ensaio e organismos de inspeção*: realizam ensaios de espécimes e amostras de produtos para determinar as características de um determinado produto. Ensaios são usualmente realizados para se verificar a conformidade de produtos a normas e especificações técnicas. Ensaios (e

inspeções) são normalmente utilizados por fabricantes, clientes, reguladores e comerciantes para examinar (conformidade a normas) produtos e serviços.

- *Organismo de avaliação da conformidade (OAC)*: um organismo acreditado por um organismo (independente) para realizar serviços de avaliação da conformidade. Avaliação da conformidade é a atividade que determina se produtos, processos, serviços e sistemas preenchem os requisitos para os quais foram especificados. A falta de confiança no trabalho de um organismo de avaliação da conformidade no desempenho da sua atividade pode resultar em perda de tempo e credibilidade no mercado e elevados prejuízos. Dentre as atividades da avaliação da conformidade, destacam-se: o ensaio e a inspeção, a certificação, a rotulagem e os ensaios de proficiência.

3.5.

Considerações finais sobre o capítulo

Buscou-se, neste capítulo, apresentar um arcabouço teórico consagrado na literatura especializada sobre inovação, como base conceitual para caracterizar o sistema setorial de inovação da Base Industrial da Defesa no capítulo seguinte. A abordagem utilizada parte dos trabalhos de Breshi e Malerba (1997) e Malerba (2002), que ressaltam a importância das interações sistêmicas entre os três componentes centrais de um SSI – conhecimento, processo de aprendizado e tecnologia; atores e redes; e instituições.

Em complementação à abordagem conceitual de SSI, conceituam-se as funções da TIB e caracterizam-se as organizações responsáveis pela execução dessas funções. Considera-se que essas organizações, que integram a chamada infraestrutura tecnológica voltada para a qualidade e inovação, possuem significativa influência nos SSI, por serem responsáveis pela garantia dos direitos de propriedade intelectual; pela criação e implementação de normas e regulamentações técnicas; pela acreditação de organismos para a realização de ensaios e certificações, dentre outras. Ressalta-se, finalmente, que os sistemas setoriais podem diferir muito no que diz respeito às suas instituições típicas, por possuírem regras, normas, rotinas, hábitos e práticas estabelecidas, leis, entre outras singularidades, que moldam o conhecimento e forma de interação entre os agentes heterogêneos.