



Parcerias Estratégicas

Número 25 - dezembro 2007

Gestão e avaliação em ciência, tecnologia e inovação

Redes de conhecimento no Brasil: uma análise organizacional da Lei de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Os vales-inovação estimulam as pequenas e médias empresas (PME) a interagirem com as instituições de pesquisa e desenvolvimento?

Gerenciamento estratégico: convergência a partir da sociedade da informação

Inovação tecnológica na perspectiva da infra-estrutura técnica: metrologia e avaliação da conformidade

Avaliação da experiência capixaba de financiamento da ciência, tecnologia e inovação

Política estratégica

Propriedade intelectual e plantas transgênicas: discussões atuais sobre ciência, tecnologia e inovação

Cenários futuros para a indústria siderúrgica da China: oportunidades e ameaças

Desenvolvimento tecnológico

Engenharia e desenvolvimento no Brasil: desafios e perspectivas

Uma parceria estratégica para inserção de P&D no ensino de engenharia

Memória

As raízes das tradições científicas

Associação civil sem fins
Social pelo executivo brasileiro
-se em instituição de referência
obre políticas e programas de
concentrada nas áreas de
ecimento.

Parcerias Estratégicas

Número 25 – dezembro 2007 – Brasília, DF



ISSN 1413-9375

Parc. Estrat. | Brasília; DF | n. 25 | p. 1-302 | dez. 2007

PARCERIAS ESTRATÉGICAS – NÚMERO 25 – DEZEMBRO 2007

Publicação semestral do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

CONSELHO EDITORIAL

Lucia Carvalho Pinto de Melo (Presidenta)
Adriano Batista Dias
Bertha Koiffmann Becker
Eduardo Baumgratz Viotti
Evando Mirra de Paula e Silva
Ricardo Bielschowsky
Gilda Massari
Ronaldo Mota Sardenberg
Lauro Morhy

EDITORA

Tatiana de Carvalho Pires

CAPA

Felipe Lopes da Cruz

Endereço para correspondência:

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
SCN Quadra 2 Bloco A Edifício Corporate Financial Center salas 1102/1103
70712-900 – Brasília, DF
Tel: (xx61) 3424.9600 / 3424.9666 Fax: (xx61) 3424.9671
e-mail: editoria@cgee.org.br
URL: <http://www.cgee.org.br>

Distribuição gratuita

Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996)- v. 1, n. 5 (set. 1998) ; n. 6 (mar. 1999)-. – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998 ; 1999-

v. ; 25 cm.

Irregular.

n. 25 (dez. 2007)
ISSN 1413-9375

1. Política e governo – Brasil 2. Inovação tecnológica I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
II. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

ESTA EDIÇÃO DA REVISTA PARCERIAS ESTRATÉGICAS CORRESPONDE A UMA
DAS METAS DO CONTRATO DE GESTÃO CGEE/MCT/2007.

Os artigos publicados nesta edição são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

PARCERIAS ESTRATÉGICAS

Número 25 • dezembro/2007 • ISSN 1413-9375

Sumário

Apresentação
Lucia Carvalho Pinto de Melo 5

Gestão e avaliação de ciência, tecnologia e inovação

Redes de conhecimento no Brasil: uma análise organizacional da Lei de
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
Fernando Perini 7

Gerenciamento estratégico da informação: convergência a partir da sociedade
da informação
Rogério Henrique de Araújo Júnior, Lillian Alvares 47

Inovação tecnológica na perspectiva da infra-estrutura técnica: metrologia e
avaliação da conformidade
Claudia Canongia 67

Avaliação da experiência capixaba de financiamento da ciência, tecnologia e
inovação
Fernando César de Macedo 93

Política estratégica

Os vales-inovação estimulam as pequenas e médias (PME) a interagirem com
as instituições de pesquisa e desenvolvimento?
Maarten Cornet, Björn Vroomen, Marc Van Der Steeg 115

Propriedade intelectual e plantas transgênicas: discussões atuais sobre ciência,
tecnologia e inovação
*Simone Yamamura, Sergio Luiz Monteiro Salles Filho,
Sergio Medeiros Paulino de Carvalho* 151

Cenários futuros para a indústria siderúrgica da China: oportunidades e ameaças

Ricardo Zollner Holmo, Carlos de Moura Neto 175

Desenvolvimento tecnológico

Engenharia e desenvolvimento no Brasil: desafios e perspectivas

Jorge Almeida Guimarães, João Fernando Gomes de Oliveira,

Alvaro Toubes Prata 213

Uma parceria estratégica para inserção de P&D no ensino de engenharia

Carlos Fernando Jung, José Luis Duarte Ribeiro,

Carla Schwengber Ten Caten 237

Memória

As raízes das tradições científicas

Simon Schwartzman 263

Resenha

A tendência concentradora da produção de conhecimento no mundo contemporâneo – Réplica

Fernando Antônio Ferreira de Barros 291

Apresentação

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), como todos sabem, tem, entre suas metas, o compromisso de difundir a informação e o conhecimento relativo à ciência, tecnologia e inovação (CT&I). É um desafio que exige instrumentos e canais com finalidades e públicos diversos. Nesse caminho está a publicação da revista *Parcerias Estratégicas*, lançada semestralmente com o propósito de divulgar e incentivar a discussão de trabalhos científicos e técnicos realizados no país e no exterior.

Ao concluir a agenda de 2007, apresento neste mês de dezembro a segunda edição anual da revista, a de número 25. Os leitores da *Parcerias Estratégicas* encontrarão aqui artigos relacionados à diversidade de temas ligados à CT&I, como gestão e avaliação, que ocupam um grande espaço na publicação. Nesse contexto, os temas estão conectados com ações de infra-estrutura e metrologia, prospecção, desenvolvimento regional, e informação tecnológica.

No conjunto de trabalhos sobre política estratégica, o leitor terá acesso a um documento de discussão – publicado pelo *Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis Van Stolkweg* (CPB) – que mostra a experiência realizada na Holanda com a implantação de vale-inovação. Esse instrumento visa estimular a interação entre pequenas e médias empresas e instituições públicas de pesquisa. Um outro texto examina as redes de conhecimento brasileiras, em especial a Lei de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). A alta qualidade dos artigos ainda sobressai no espaço destinado à educação e ao desenvolvimento das engenharias no país. Na seção Memória da edição 25 está a história das raízes das

tradições científicas no Brasil, contando como as instituições foram criadas e fortalecidas durante o período de transição da década de 1930.

Por fim, disseminar na revista *Parcerias Estratégicas* os trabalhos que contemplam a pesquisa e a atuação de especialistas e colaboradores que atuam na CT&I é particularmente gratificante para o CGEE, e é mais uma etapa significativa na trajetória da publicação que aponta sempre para um futuro melhor para o Brasil.

LUCIA CARVALHO PINTO DE MELO
Presidenta
Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Redes de conhecimento no Brasil: uma análise organizacional da Lei de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Fernando Perini

INTRODUÇÃO

Após décadas de políticas de substituição de importação, durante o início dos anos 90, o mercado brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foi aberto para os investimentos estrangeiros. A regulação então existente no setor brasileiro de TIC foi substituída pelos incentivos fiscais para a comercialização de um conjunto de produtos industrializados no mercado interno, condicionada a um processo de manufatura local, assim como investimentos em P&D. Apesar de várias mudanças subseqüentes, o arcabouço legal geral usualmente conhecido como “Lei TIC”¹ provou ser robusto por mais de uma década e se tornou a política de inovação setorial mais crucial para o desenvolvimento de competência tecnológica no setor de TIC brasileiro, após sua reforma de liberalização no início dos anos 90.

Esse artigo usa uma extensa base de dados de projetos de inovação das TIC brasileiras de maneira a examinar a estrutura organizacional recente das redes de conhecimento promovidas pela “Lei TIC”. Mais especificamente, este artigo usa projetos de inovação declarados sob a Lei brasileira entre 1997 e 2003 em diferentes atividades relacionadas ao conhecimento para explorar: (i) o tamanho e limites das redes entre firmas e parceiros tecnológicos em diferentes atividades; (ii) o papel de

¹ Embora o termo Lei TIC fosse também aplicado aos arcabouços institucionais usados durante os anos 70 e 80, a maioria dos autores e também este artigo usa o termo referindo-se à Lei 8248/91 e às adaptações subseqüentes. Os dados que se apresentam são relacionados ao período da Lei TIC (Lei 8248/91) vigente durante o período 93/99 e à Lei TIC (Lei 10276/99) para o período 2001/2003.

diferentes tipos de organizações; e, (iii) distribuição geográfica da rede de conhecimento no setor. Durante o período, o esquema de compensação de P&D implementado pelo setor promoveu um investimento privado total de mais de R\$ 2,6 bilhões em projetos de inovação e envolveu mais de 196 companhias, assim como 173 universidades e institutos de pesquisa. O conjunto de dados contém detalhes dos projetos de inovação declarados pelas companhias manufatureiras nacionais e multinacionais, assim como projetos em colaboração com seus parceiros tecnológicos.

Uma análise organizacional da estrutura dessa rede é importante por pelo menos três razões principais. Primeiramente, este artigo segue uma linha emergente de pesquisa sobre inovação que busca medir fluxos de conhecimento em redes complexas (DeBresson & Amesse 1991; Tidd 1997). A literatura econométrica sobre inovação tende a sugerir intervenções negando dificuldades cognitivas relacionadas com a transferência tecnológica e minimizar a complexidade dos arranjos inter-organizacionais necessários. Portanto, os trabalhos em história, sociologia, ciências cognitivas entre outras, reforçam a importância de instituições específicas em definir a acumulação de conhecimento e aprendizado nas organizações. (Edquist 1997; Nelson 1994; Stiglitz & United Nations Conference on Trade and 1998; Von Tunzelmann 1995; Wade 1990). Alinhada com as recentes descobertas dos geógrafos econômicos, esta análise é cética com relação à idéia de que as tecnologias se disseminariam naturalmente entre as organizações e se difundiriam entre as regiões durante o processo de desenvolvimento. (Bell & Marin 2004; Breschi & Lissoni 2000; Iammarino & McCann 2006). Com efeito, o uso de informações secundárias sobre as transações econômicas nos projetos de inovação como indicadores de fluxos de conhecimento pode propiciar um novo entendimento sobre esses fluxos dentro e entre regiões (Cooke, Gomez Uranga & Etxebarria 1997; Lorenzen & Foss 2003). Embora utilizar informações secundárias sobre projetos de inovação seja certamente uma simplificação, isso oferece, entretanto, várias vantagens e complementaridades em relação a indicadores tradicionais, tais como patentes, citações e pesquisas (Meyer 2002; Patel & Pavitt 1995). O uso de dados de inovação em nível de projeto para analisar o conhecimento em setores é útil porque evita que se assuma que fluxos de conhecimento (ou vazamento) entre firmas podem acontecer “no ar” (Marshall 1891),

que não têm custo (Teece 1977) ou que podem ocorrer apenas como produto marginal das relações comerciais (Bell & Pavitt 1993). Reforça a idéia de que fluxos intencionais de informação codificada, assim como conhecimento tácito enraizado nas pessoas e construídos nas rotinas organizacionais, são requisitos para o aprendizado organizacional em firmas e setores (Nelson 1994; Teece 1988).

Segundo, nós compartilhamos com outros autores a crítica à literatura sobre inovação particularmente nos países em desenvolvimento, que tende a enfatizar o papel do planejamento formal e da intervenção direta do Estado no desenvolvimento das indústrias de alta tecnologia. As redes industriais modernas são o resultado de sistemas sócio-tecnológicos complexos e, portanto, é necessário identificar, de baixo para cima, as características das estruturas emergindo dentro do setor (Edquist 1997; Malerba 2005; Nelson & Rosenberg 1993). Uma análise das redes pode prover novas maneiras para identificar o processo complexo de interações entre um número mais amplo de interessados envolvidos em sua formulação e implementação, e abrir o diálogo sobre os possíveis caminhos a serem trilhados dentro do escopo da possibilidade organizacional.

Terceiro, os projetos de inovação parecem ser uma unidade de análise particularmente adequada para a investigação do empreendedorismo disperso no contexto do desenvolvimento (Hobday, Perini & Manchester 2006; Perini, no prelo). Projetos de inovação nos fornecem uma maneira de discutir ‘tecnologia apropriada’, definida de acordo com as necessidades das partes envolvidas e em contraste com qualquer crença de que o conhecimento desenvolvido deveria ser novo para o mundo (i.e. conhecimento patenteável) (Schumacher 1985). Projetos de inovação são um mecanismo-chave no qual ocorrem interações entre organizações e os conhecimentos relevantes para as várias partes envolvidas são construídos e transferidos. Portanto, tais projetos fornecem novas maneiras para aferir a evolução longitudinal dos sistemas de inovação nos países em desenvolvimento e para comparar as mudanças dirigidas das estruturas de governança em direções específicas, assim como as características sistêmicas que podem acelerar, interromper ou reverter a formação dessas redes setoriais (Bell 2005; Hobday, Cawson & Ran Kim 2001; Mathews 2000).

A estrutura deste artigo é a seguinte. A primeira seção discute, de maneira breve, como os projetos são usados para promover redes de conhecimento e como essas redes são definidas e usadas neste artigo. A segunda seção revê, de maneira concisa, os estudos recentes sobre o setor e enfatiza algumas das polêmicas envolvidas na organização do sistema setorial e as características da política setorial. A terceira seção descreve as características da base de dados dos projetos de inovação no setor brasileiro de TIC e as principais características das redes de conhecimento setorial em termos de: (i) tamanho e limites, (ii) papel dos diferentes atores, e (iii) fluxos inter e intra-regionais. A última seção sumariza as descobertas empíricas e discute algumas implicações do desenho institucional das redes setoriais.

1. PROMOVENDO REDES DE CONHECIMENTO BASEADAS EM PROJETOS

As políticas desenhadas para encorajar atividades inovadoras corporativas e colaborativas têm sido cada vez mais incluídas na agenda política dos países em desenvolvimento. O surgimento dessas políticas deriva de três conjuntos de argumentos interrelacionados. Primeiro, é amplamente reconhecido na literatura econômica que o conhecimento tem características de um bem público, e portanto, que os governos poderiam esperar transbordamentos (*spillovers*) produtivos a partir desse tipo de intervenção política (Arrow 1962; Stiglitz 1989). Segundo, é bastante difundida na literatura sobre a necessidade de se criar capacidade de absorção dentro das companhias locais, substituindo a falta usual das condições macro, tais como um sistema de financiamento para investimentos de longo prazo em inovação e fatores restritivos no nível micro, tais como um nível inicial de recursos humanos com experiência (Cohen & Levinthal 1990; Kim 1995; Mathews 2000; Rodrik 2002; Shah 2006). Finalmente, evidências encontradas na literatura internacional sobre comércio indicam que os governos têm sido pressionados para usarem incentivos fiscais como um mecanismo para atrair atividades de alto valor agregado, tirando vantagens da internacionalização das atividades de P&D nas Companhias Multinacionais (CM) sob a promessa de uma possível transferência e transbordamentos (*spillovers*) de conhecimento (Grossman & Helpman 1992; UNCTD 2005).

No entanto, apesar do consenso crescente sobre a necessidade de uma perspectiva mais sistemática, as bases de dados capazes de capturar interações entre os agentes ainda são muito limitadas. Existem ainda poucas metodologias capazes de capturar as estruturas de governança formadas de “baixo para cima” (*bottom-up*) entre companhias e institutos de apoio, principalmente em países em desenvolvimento. Nessa direção, no entanto, usando informações dos sistemas de inovação, economia evolucionária e aprendizagem organizacional, estudos recentes têm considerado a estrutura das redes longitudinais de conhecimento de maneira a entender os fluxos de conhecimento em novas indústrias (Acha & Cusmano 2005; Malerba 2002; Owen-Smith & Powell 2005).

Na literatura, o termo ‘redes de conhecimento’ tem sido usado como uma metáfora geral para representar a complexidade do processo de inovação (DeBresson & Amesse 1991; von Tunzelmann 2004), o meio caminho entre mercado e hierarquia (Powell 1990), ou mesmo para descrever a natureza fundamental da firma e todas as suas atividades econômicas (Coase 1937; Williamson 1985). O mesmo termo ‘rede de conhecimento’ tem também sido usado como novas ferramentas metodológicas para a análise de interações específicas entre agentes (Malerba 2005; Powell, Koput & Smith-Doerr 1996; Pyka & Küppers 2002; Wasserman & Faust 1994). Ferramentas de análises de redes sociais emergiram em anos recentes como uma das mais promissoras para a análise dos fluxos de conhecimento nos estudos de inovação, onde regras/normas específicas ou instituições permitiriam a definição de fronteiras da rede observável, seus participantes e o escopo de suas atividades.

Particularmente, a interação em projetos de inovação tem sido crescentemente reconhecida como um mecanismo crucial de governança descentralizada do conhecimento em setores. Embora haja outros mecanismos de fluxo de conhecimento em setores (ex. mobilidade de emprego, relações informais, interações com usuários, etc), é cada vez mais freqüente a utilização de projetos de inovação como um formato organizacional chave para a criação ativa de conhecimento dentro e entre as organizações. Dada a sua natureza semi-dinâmica, várias organizações inovadoras fazem uso de projetos para equilibrar entre exploração dos nichos tecnológicos e exploração de novas oportunidades (Davies & Hobday 2005). Projetos de inovação são claramente compatíveis com o

núcleo das teorias evolucionárias das dinâmicas industriais à medida que elas são essencialmente atividades de resolução de problemas localizando e adaptando conhecimento a necessidades organizacionais específicas (Dosi, Winter & Nelson 2000; Schumpeter 1942; von Hippel 1994).

Até agora, no entanto, o uso de projetos de inovação para a análise do fluxo de conhecimentos em setores tem sido relativamente raro, pois os estudos empíricos são dificultados, particularmente, pela falta de bases de dados amplas e confiáveis². A falta de padronização nas relações contratuais e a natureza privada e confidencial de seus conteúdos torna a codificação das transações em diferentes projetos intra e entre organizações uma tarefa muito complexa. No entanto, o crescente uso de sistemas de TI e relatórios padrão, fornece novas maneiras de se examinar a dinâmica de inovação descentralizada ocorrendo em setores.

Portanto, este artigo experimenta algumas técnicas de redes sociais para visualização e análise de dados secundários sobre projetos de inovação para estimar a criação e fluxo de conhecimento setorial. Dado o uso amplamente difundido do termo ‘rede de conhecimento’ para a análise de diferentes tipos de estruturas sócio-técnicas, é necessário esclarecer o que se quer dizer com esse termo neste artigo. Primeiramente, conforme discutido previamente, o termo, da maneira que é usado neste capítulo, limita-se ao exame quantitativo das redes formadas pelos projetos de inovação. Ao delimitar a análise aos projetos de inovação, ela tem como foco as capacidades relativamente dinâmicas, na medida em que os projetos são, por definição, caracterizados pela sua singularidade e espaço de tempo definidos. Ao focar-se nos projetos de inovação, a análise tenta distinguir fluxos de conhecimento de fluxo de informação (Bell & Pavitt 1993; Giuliani & Bell 2005), concentrando em atividades diretamente conectadas a atividades inovadoras formais. A análise, então, exclui aquisição de conhecimento embutido em equipamentos (a menos que estes sejam usados e adquiridos dentro de um projeto de inovação) e também exclui conhecimento adquirido como subproduto de transações comerciais com fornecedores e clientes.

² Para alguns exemplos de relações industriais, sejam elas individuais, de grupos, vertical e horizontal, ver (Hobday 2000), (DeFillippi & Arthur 1998), (Acha & Cusmano 2005), (Manning 2005).

Além disso, mesmo o termo “rede baseada em projetos” poderia referir-se a diferentes níveis de agregação, tais como: indivíduos no mercado de trabalho (Granovetter 1973); grupos dentro de uma organização; relações verticais (Hardstone 2004) ou horizontais (Acha e Cusmano 2005) dentro de uma indústria. Este capítulo foca neste último e, em particular, nas atividades de inovação ocorrendo dentro e entre firmas manufatureiras nacionais e multinacionais e contrapartes tecnológicas, tais como institutos educacionais e de pesquisa no setor.³ Portanto, como em qualquer estudo conduzido no âmbito das ciências sociais, qualquer rede social delimitada é influenciada pelo comportamento dos agentes e interage com outras redes sociais nos níveis mais altos ou mais baixos (Giddens 1979; Malerba 2005). A interação com instituições e organizações estrangeiras, clientes e uma ampla gama de interessados influenciaria o comportamento e tomada de decisão de agentes em um setor específico. Portanto, a análise do comportamento das redes-circunscritas, em termos de lócus, setor de tecnologia e/ou instituição, não pode ignorar a possível influência das redes não observadas sobre as redes circunscritas examinadas. Isso é especialmente importante em redes descentralizadas quando a coerência usual provida pelas organizações líderes (uma companhia ou outra forma de organização) está ausente ou é tênue.

É útil portanto distinguir também entre objetivos operacionais e normativos dentro de uma rede de conhecimento. Enquanto na maioria dos exemplos uma rede de conhecimento envolveria certos objetivos formais que definiriam a rede (ex. um arranjo institucional associado para o desenvolvimento regional/setorial, etc.), agentes individuais podem operar sob um diferente conjunto de objetivos. Estes poderiam ser maximização estratégica de lucros limitada a satisfazer requerimentos legais e/ou sob um diferente conjunto de princípios organizacionais. O desenvolvimento organizacional é influenciado por incerteza e dependência de rumo (Dosi, Winter & Nelson 2000; Malerba 2005; Simon 1979), resultado da formação endógena das redes circunscritas definidas pelas interações prévias em projetos de inovação, assim como o escopo mais amplo das estruturas organizacionais e sociais. Portanto, dentro

³ Embora essas ligações específicas, algumas vezes identificadas na literatura como ‘ligações universidade-indústria’ tem uma considerável quantidade de literatura dela própria, elas raramente permitem o exame das redes e estruturas de governança formada pela agregação de ligações individuais.

de uma base de dados específica, apesar de uma necessidade geral para justificar o projeto como uma inovação, dados os requerimentos legais, as companhias foram, sem dúvida, autorizadas a seguir seus próprios objetivos dentro do projeto de inovação, usar seu próprio processo e selecionar sua própria quantidade de organizações parceiras que se encaixem em uma definição de institutos tecnológicos e educacionais. Portanto, redes de conhecimento não foram necessariamente formadas por entidades relativamente homogêneas que são coordenadas conjuntamente. A complexidade fundamental de interações significa que organizações individuais perseguiriam objetivos operacionais específicos, que não necessariamente se alinhavam com os objetivos setoriais formais mais amplos propostos pela rede⁴; a heterogeneidade é assumidamente uma característica chave de uma rede setorial complexa e, neste sentido, existe uma ampla diversidade de objetivos em organizações individuais.

2. PERSPECTIVAS SOBRE INOVAÇÃO NO SETOR BRASILEIRO DE TIC – UMA BREVE REVISÃO

Dado o custo crescente do desenvolvimento de novas tecnologias e o grande impacto que o atraso na TIC teve na economia como um todo, o modelo protecionista de substituição de importação finalmente colapsou durante o início dos anos 90. O grande número de estudos no setor brasileiro de TIC mostra que, no final daquele período, o setor brasileiro de TIC era caracterizado por um grande atraso em software, alguma competência em hardware e microeletrônica nas firmas nacionais e uma capacidade considerável em sistemas de telecomunicação, desenvolvida principalmente em torno do poderoso CPqD (originalmente o centro de pesquisa da Embratel – uma empresa estatal de telecomunicações), responsável pela maioria dos desenvolvimentos tecnológicos durante a fase de substituição de importação (Hobday 1986; Mytelka 1999; Worden 1997).

À semelhança de outras reformas que aconteceram na América Latina durante os anos 90, a liberalização foi influenciada pela ideia de, associada ao investimento direto estrangeiro (FDI), ela significaria: (i) uma fonte natural

⁴ Isto é corroborado pela ideia de que a definição normativa de funções dentro da inovação em países em desenvolvimento é usualmente relativamente fraca, como tem sido mostrado por vários estudos empíricos qualitativos, p.e. (Bell & Albu 1999).

de informação e tecnologias para as companhias locais – um mercado aberto, especialmente em indústrias de alta tecnologia, estaria diretamente relacionado com uma maior difusão de conhecimento, levando invariavelmente, portanto, a um processo de *catching-up*. Firms endógenas se beneficiariam da competição e prosperariam no mercado globalizado; (ii) um reforço dos centros de excelência em pesquisa existentes – esperava-se que as companhias privadas promovessem altos investimentos em P&D, enquanto o Estado focaria os investimentos em diferentes elementos do sistema tais como universidades e institutos de pesquisa; (iii) um fortalecimento das atividades existentes de clustering – o governo estava desejoso de copiar experiências apoiando empreendimentos por meio de organizações não-empresariais, tais como parques tecnológicos e incubadoras baseadas nas experiências dos EUA e Europa. Essa tendência seria reforçada por mudanças nas estratégias das multinacionais que indicavam uma descentralização da produção e conhecimento, tendo resultado no surgimento de uma visão otimista relacionada a um possível transbordamento (*spillover*) de conhecimento.

No entanto, uma década mais tarde os resultados são dúbios. O processo de liberalização, que envolveu um dos maiores programas de privatização do mundo, sem dúvidas trouxe benefícios para a modernização da infra-estrutura no Brasil. Usuários que esperavam em longas listas para ter acesso a linhas telefônicas fixas e moveis agora gozam dos benefícios da competição no setor. No entanto, estudos recentes conduzidos no setor apontam para o impacto que o processo teve nas competências locais.

Com relação a telecomunicações, evidências recentes apontam para uma ruptura considerável no *cluster* que existia em Campinas, organizado em torno do CPqD (Schjolden 1999; Szapiro & Cassiolato 2003). O instituto foi privatizado, embora uma parte importante de sua sustentabilidade tenha permanecido conectada ao financiamento federal. Em termos de suas competências tecnológicas centrais, o centro precedente de desenvolvimento tecnológico do *cluster* local, o instituto foi reorientado para outras atividades tais como consultoria e serviços tecnológicos (Mani 2004). A dinâmica do setor foi alterada em direção a uma dinâmica centrada em fornecedores multinacionais de equipamentos. No entanto, os indicadores de patente e publicações apontam para uma

presença ou importância muito baixa das subsidiárias brasileiras na criação de conhecimento dentro das companhias multinacionais, embora algumas delas estejam integradas às redes globais de desenvolvimento de produtos (Galina & Plonski 2002).

O desenvolvimento de *software* emergiu como um dos setores mais promissores no Brasil. No entanto, apesar de alguns exemplos, a maioria das empresas nacionais de software ainda são fragmentadas e dispersas, pequenas companhias que não têm características para atingir o mercado internacional. (Arora & Gambardella 2004; Botelho, Tschang & Amsden 2003). Baseado nas experiências dos EUA, o governo brasileiro criou em 1993 uma rede oficial de institutos, parceiros tecnológicos e incubadoras, chamada Agência Brasileira de Exportação de Software (Softex), de maneira a apoiar empreendimentos e a integração da indústria com o mercado externo. No entanto, de acordo com uma análise detalhada realizada por Stefanuto, a Softex nunca foi capaz de materializar os objetivos de desenvolvimento propostos. (Stefanuto 2004).

Diante desses estudos recentes, a força para acumulação de competência tecnológica na indústria de TIC no Brasil permanece difusa. Um ponto comum nos estudos dos setores de software e telecomunicações mencionados anteriormente é a observação que o conjunto de impostos chamado de 'Lei TIC' é um dos mais importantes aspectos na definição da atual situação do setor. No entanto, na opinião dos autores, as similaridades entre os incentivos termina aqui. Os estudos, incluindo aqueles realizados dentro do mesmo setor, divergem amplamente sobre o impacto, variando desde altamente benéfico, no que diz respeito à criação de competência, até a formação de uma subserviência total das dinâmicas setoriais aos interesses das transnacionais.

Recentemente, alguns estudos têm tentado efetuar uma avaliação mais direta do impacto das políticas no setor (Campos & Teixeira 2004; Garcia 2002). A análise daqueles autores aponta que os incentivos não promoveram a acumulação esperada. No entanto, os autores também concordam que a sua análise é insuficiente e que existe a necessidade de

um melhor entendimento do desenvolvimento organizacional específico e da acumulação de competência dentro do escopo da política industrial.

A estrutura existente, assim como a dinâmica desta rede, não é clara para seus membros, nem para a sociedade. O presente artigo objetiva dar uma contribuição empírica a este debate no que tange: (i) a concentração de recursos, (ii) o papel de diferentes atores em diferentes tecnologias, (iii) o processo de distribuição geográfica das redes de conhecimento setorial. Embora existam limitações no enfoque indutivo aqui adotado, esse exercício tem como objetivo demonstrar as tendências gerais na maneira em que as políticas institucionais co-evoluem com as organizações e oportunidades tecnológicas no setor, e investigar novas ferramentas tecnológicas que possam ajudar a gerenciar a difusão de conhecimento nessas redes.

3. AS REDES DE CONHECIMENTO NO SETOR BRASILEIRO DE TIC

A rede de conhecimento foi consolidada com base em um conjunto de informações dos projetos inovadores desenvolvidos pelas empresas durante o período 1997-2003, declarados como parte da política brasileira de TIC.

Em termos gerais, a Lei brasileira de TIC diz que as companhias manufactureiras que produzam um produto sob os incentivos da Lei (usualmente produtos que integram eletrônicos avançados, tais como computadores, telefones celulares e equipamentos de telecomunicação) teriam que investir aproximadamente 5% do valor das vendas nacionais em atividades de inovação (~2,3% devem envolver um instituto de pesquisa e/ou educação) de maneira a poder se beneficiar de vários incentivos fiscais.

Entre 1997 e 2003 (nosso período de análise), isso resultou em mais de R\$ 2,6 bilhões investidos em projetos de inovação desenvolvidos por 196 companhias. Essas companhias eram nacionais e estrangeiras, desde que elas cumprissem com um certo nível de processo de produção local. A Lei da TIC também definiu que uma parte específica das atividades deveria ser transferida para parceiros tecnológicos em uma tentativa explícita de promover ligações entre universidade e indústria. Esses parceiros eram especialmente importantes na regulação que objetivava reforçar essas

organizações como os pontos chaves no setor. Havia 176 parceiros tecnológicos em projetos entre 1997 e 2003 que poderiam ser subdivididos em organizações, que se encaixariam na definição de institutos de educação e/ou pesquisa, tanto do setor público como do privado.

Essa base de dados de projetos contém detalhes sobre os custos das atividades de inovação tanto dentro das companhias como com parceiros tecnológicos. Como a regulamentação não define o tipo de atividades que deveriam ser conduzidas dentro dos limites da firma ou com os parceiros, essa base de dados nos dá uma fonte útil para investigar o processo de tomada de decisão da firma entre integrar verticalmente ou usar uma rede de parceiros para conduzir tipos específicos de atividades.

A definição do tipo de atividades está conectada à definição usada nos procedimentos padrão, ou seja, investimento em laboratório e infraestrutura para C&T, sistema de qualidade para P&D, treinamento em C&T, serviços tecnológicos, desenvolvimento de produtos em hardware, software, semicondutores, sistemas (HW+SW)⁵, processo de produção e atividades de pesquisa.

Os fluxos de conhecimento são desenvolvidos na base de mais de 35 mil transações dentro dos projetos entre firmas e instituições educacional/tecnológicas, criando 948 ligações entre aqueles 392 nós. Essas transações são usadas para operacionalizar o fluxo de conhecimento entre as organizações na rede. Existiam também transações com outras companhias criando uma rede aberta e mais ampla (companhias comerciais de software, fornecedores de equipamento e treinamento no exterior e outras organizações não classificadas como ‘parceiros tecnológicos’ dentro da rede). Portanto, a análise dessas transações adicionaria outra camada de complexidade e está portanto além dos objetivos deste capítulo. A Figura 1 nos mostra uma representação visual das redes de conhecimento dividida por diferentes atividades ⁶

As companhias estão representadas por círculos e os parceiros tecnológicos por quadrados. As companhias locais estão representadas em branco, companhias estrangeiras em azul, instituições educacionais

⁵ A classificação original era ‘Sistema (hardware+software)’ caracterizando projetos na interface.

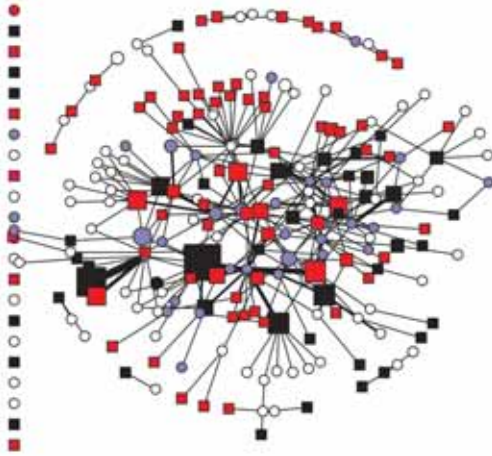
em vermelho e instituições de pesquisa em preto. O diâmetro é proporcional a soma de projetos de inovação conduzidos por organizações específicas durante o período de 1997 e 2003.

A construção de redes de acordo com o tipo de atividades gerou dez redes distintas. Estas são as cinco atividades permitidas dentro da estrutura, que não desenvolvem produtos. A inspeção visual mostra que os institutos de educação e pesquisa (quadrados) conduziram mais daquelas atividades (diâmetro relativo). Está claro que redes de pesquisa foram mais amplas também quando comparadas com serviços tecnológicos e sistemas de qualidade. Em contraste, em desenvolvimento de produtos, companhias (círculo) tenderam a ser responsáveis pela maioria das atividades. Esse mapa corrobora os resultados de outros estudos sobre o sistema brasileiro de inovação, onde semicondutores e hardware foram relativamente incipientes, enquanto as redes de sistemas e software são relativamente amplas.

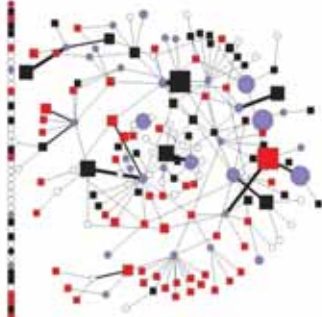
Também é interessante notar que existem vários parceiros tecnológicos importantes na rede de software, ao passo que parceiros tecnológicos não são muito importantes em outras redes. Esta poderia ser considerada a rede mais dinâmica com recursos suficientes dispersos, sendo que um aspecto

⁶ É importante observar a relevância da base de dados dos projetos de inovação comparado com o investimento total em inovação no setor brasileiro de Telecomunicação e Computadores. Uma maneira de se proceder é comparar os resultados com uma medida externa do total de investimento em P&D conduzida por aqueles dois setores. O total de investimentos em P&D no setor de telecomunicação e setor de computadores realizado pelas empresas privadas, de acordo com avaliação realizada pela Pintec (Pesquisa Brasileira sobre Inovação) foi de R\$627 milhões em 2000 e R\$637 milhões em 2003 de acordo com as duas pesquisas sobre inovação conduzidas no setor Brasileiro de TIC (MCT, 2006). Além disso, a Pesquisa de Inovação estimou que o total de contratação externa de P&D foi de R\$153,9 milhões em 2000 em R\$184,2 milhões em 2003. A partir desses dados nesta seção, é possível estimar que a base de dados da Sepin contém em média mais de 55% dos investimentos em P&D nos setores de computadores e telecomunicação (a média anual de investimento sob a Lei TIC foi R\$386 milhões para todo o período). Além disso, mais de 85% dos projetos de inovação contratados externamente ocorreram dentro da estrutura regulatória. Embora haja algumas diferenças conceituais para classificar-se P&D nas duas bases de dados, tomado como um todo, os números obtidos dessas duas bases ilustra duas observações gerais sobre o conjunto de dados: (i) Provavelmente existe mais atividades de P&D dentro das companhias no setor pois ela contém uma amostra muito mais ampla, tais como companhias de software e serviços que não têm um sistema de produção manufatureira com produtos de padrão mínimo requerido pelas regulamentações. De qualquer maneira, o número de projetos no conjunto de dados é, sem dúvida, uma proporção significativa. (ii) Quase a totalidade da P&D encomendadas no setor de computador e telecomunicação foi conduzida sob a regulamentação. Portanto, no geral, assume-se que o projeto e as ligações indicadas até agora nos dão uma importante medida do investimento que as companhias conduziram dentro dos limites do setor que está sendo analisado.

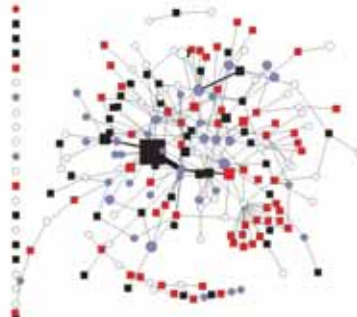
Redes de Pesquisa



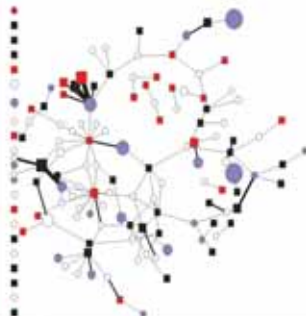
Rede de Infra-estrutura Laboratorial



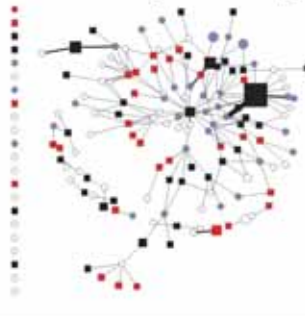
Rede de Treinamento em C&T



Rede de Sistema de Qualidade

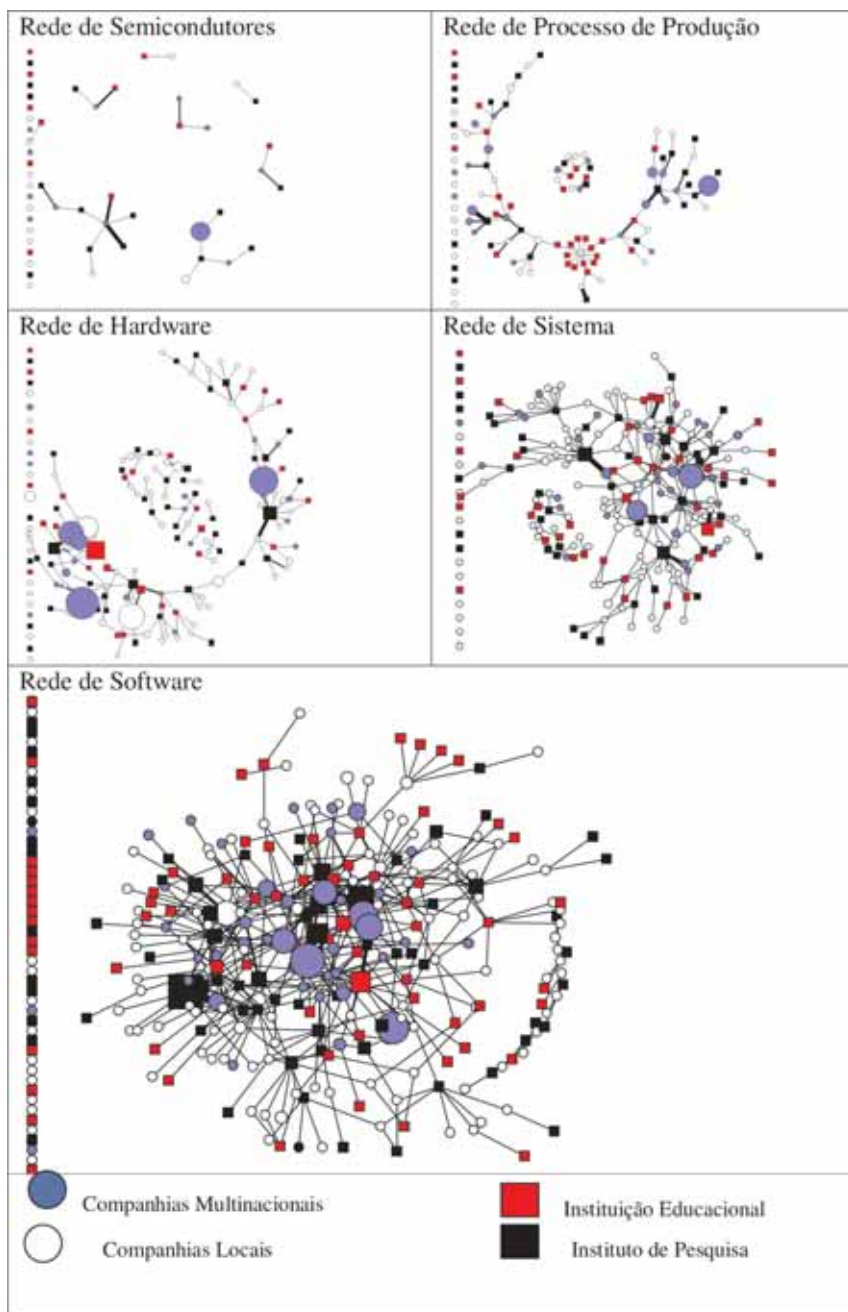


Rede de Serviços Tecnológicos



● Companhias Multinacionais
○ Companhias locais

■ Instituição Educacional
■ Instituto de Pesquisa



Fonte: Baseado em informações MCT/Sepin utilizando NetDraw 2.37. (Borgatti 2002).

Figura 1. Redes de conhecimento no setor Brasileiro de TIC dividido por tipo de atividade 1997-2003 - completo

que merece considerações adicionais é a dinâmica que resulta nesta rede específica. Além do mais, uma primeira análise mostraria que as companhias multinacionais (representadas em azul) são grandes nós em toda rede de produto.

3.1. PADRÕES GERAIS DE CONCENTRAÇÃO DE RECURSOS EM DIFERENTES ATIVIDADES

A seção anterior distingue entre dez diferentes redes de conhecimento no setor de TIC de acordo com o tipo de atividades: infra-estrutura de laboratório e equipamento, treinamento tecnológico, serviços tecnológicos, sistemas de qualidades em P&D, tecnologia de processo, desenvolvimento de produto em software, *middleware*, hardware e semicondutores, assim como atividades de pesquisa. A Tabela 1 resume algumas estatísticas básicas sobre as redes em termos de investimento em projetos e de acordo com o tipo de atividades. A mesma tabela contém também alguns detalhes sobre a densidade e concentração das relações nas diferentes redes.

O investimento total interno das companhias e com parceiros em cada um dos tipos de atividades difere consideravelmente. Enquanto em semicondutores, apenas R\$ 48,7 milhões foram investidos em projetos inovadores, o investimento em software totalizou mais de R\$ 1,2 bilhões durante o período (R\$ 838,3 milhões das próprias companhias e R\$ 385 milhões em parceria).

Isso também se reflete no número geral de parcerias, número de ligações criadas e a força dessas ligações. Tanto nos projetos de software como nos de inovação de sistema, houve aproximadamente 800 ligações, e em software, mais de 56 dessas ligações foram de mais de R\$ 1 milhão em atividades externas com parceiros. Em termos proporcionais, no entanto, outras atividades tendem a ter um número desproporcional de ligações. Quando considerados os números de ligações em relação ao total de investimentos, existe apenas 1 ligação/R\$ milhão em infra-estrutura e projetos de laboratórios, 1,6 ligações/R\$ milhão em projetos de treinamento e esse índice sobe para 2,1 para serviços tecnológicos e 2,5 para atividades de pesquisa. Esses números contrastam significativamente com médias de 0,4 a 0,6 ligações/R\$ milhão investido em outras redes de ‘desenvolvimento de produto’.

Tabela 1. Estatísticas descritivas sobre a ‘Lei TIC’
Redes de Conhecimento – 1997-2003

| <i>Dimensão</i> | <i>Infra-estrutura</i> | <i>Qualidade</i> | <i>Serviços Tecnológicos</i> | <i>Treinamento em C&T</i> | <i>Semicondutores</i> | <i>Processos Produtivos</i> | <i>Hardware</i> | <i>Sistema</i> | <i>Software</i> | <i>Pesquisa</i> |
|--|------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Soma dos Investimentos (' R\$) | 169.7 | 118.2 | 84.7 | 159.5 | 44.7 | 108.9 | 203.4 | 621.7 | 838.3 | 121 |
| (com parceiros) | 103.7 | 27 | 65.8 | 100.4 | 4 | 13.5 | 46.3 | 212.4 | 385 | 97.2 |
| Números de firmas | 142 | 170 | 104 | 177 | 30 | 140 | 191 | 234 | 271 | 195 |
| (com parceiros) | 64 | 67 | 76 | 87 | 15 | 44 | 81 | 127 | 157 | 111 |
| Numero de Parceiros | 96 | 52 | 71 | 117 | 18 | 54 | 71 | 92 | 140 | 121 |
| Numero de vínculos | 174 | 120 | 162 | 240 | 22 | 90 | 141 | 230 | 425 | 304 |
| (> R\$ 1M) | 18 | 5 | 12 | 20 | 1 | 3 | 8 | 31 | 56 | 23 |
| Força de Vinculação (' R\$) Média | 570 | 174 | 387 | 388 | 189 | 145 | 304 | 799 | 830 | 309 |
| Força de Vinculação (' R\$) Máxima | 11584 | 3349 | 20957 | 28565 | 1427 | 1818 | 7300 | 28188 | 58622 | 9229 |
| Concentração – (10-Proporção de Firms) | 73% | 53% | 72% | 70% | 99% | 63% | 63% | 64% | 70% | 65% |
| Concentração – (5- Proporção de Firms) | 42% | 36% | 51% | 51% | 97% | 47% | 48% | 49% | 45% | 48% |
| Concentração – (3- Proporção de Firms) | 26% | 26% | 40% | 41% | 95% | 38% | 34% | 36% | 29% | 37% |
| Concentração – (1- Proporção de Firms) | 9% | 10% | 25% | 25% | 72% | 23% | 13% | 16% | 12% | 18% |

Alem disso, outra importante característica das redes de conhecimento mostrada nas estatísticas descritivas é relacionada com a concentração dos investimentos. A relação entre 10 firmas mostra que na maioria das atividades, 10 companhias foram responsáveis por mais de 60% do total de investimentos (com exceção da Qualidade) em cada um das redes apresentadas na Figura 1. As diferentes proporções mostram que a maioria das redes seguiu um padrão muito similar de concentração, com exceção dos semicondutores onde os investimentos foram extremamente concentrados (72% oriundos de uma companhia). Uma companhia usualmente tinha entre 9% e 25% dos investimentos em tecnologia específica; três companhias representaram entre 26% e 41%; e cinco companhias se aproximavam de metade dos investimentos na tecnologia específica. Claramente, esses padrões

de concentração são muito altos e as implicações desse padrão merecem ser melhor discutidas, o que será feito mais à frente.

O restante desta seção apresenta uma visão mais quantitativa das características dessas redes. Os aspectos chave a serem explorados são: (i) o tamanho e limites das atividades inovadoras dentro das redes no setor; (ii) o papel dos diferentes atores, e (iii) o processo de distribuição geográfica dos fluxos de conhecimento.

3.2. TAMANHOS E LIMITES

A Figura 2 reforça a inspeção visual das redes representadas na Figura 1. De maneira a agrupar configurações existentes em relação às suas características de integração vertical e tamanho, as diferentes redes são analisadas usando-se a tendência (média de dois anos) para os investimentos nos diferentes tipos de atividades relacionadas a conhecimento e o locus de execução dos projetos (firmas ou parceiros tecnológicos). Integração vertical é definida como o total de investimentos em projetos internos em contraste com projetos designados para os parceiros tecnológicos. Em cada projeto, gerentes designavam a organização para o gerenciamento do projeto.

Nas atividades de pesquisa, serviços tecnológicos, infra-estrutura e laboratório e treinamento em C&T, as atividades foram conduzidas principalmente por organizações externas. Isso cria uma rede com um número mais amplo de parceiros, porém investimentos relativamente limitados. Normalmente reconhece-se que essas ligações mais amplas e fracas têm um papel fundamental para as firmas e organizações de apoio. Essas ligações seriam importantes para a identificação de grupos de recursos humanos talentosos, informações tecnológicas em parceiros locais, etc. Portanto, poderia ser interessante entender mais detalhadamente como esses projetos foram usados para influenciar o desenvolvimento de redes mais amplas de organizações de apoio (provedores de treinamento, serviços técnicos, infra-estrutura, etc.). Esse tipo de desenvolvimento interativo poderia ser especialmente importante em países em desenvolvimento onde um desalinhamento entre as diferentes estruturas poderiam resultar em uma desconexão entre os provedores de recursos humanos de longo prazo e as demandas da indústria.

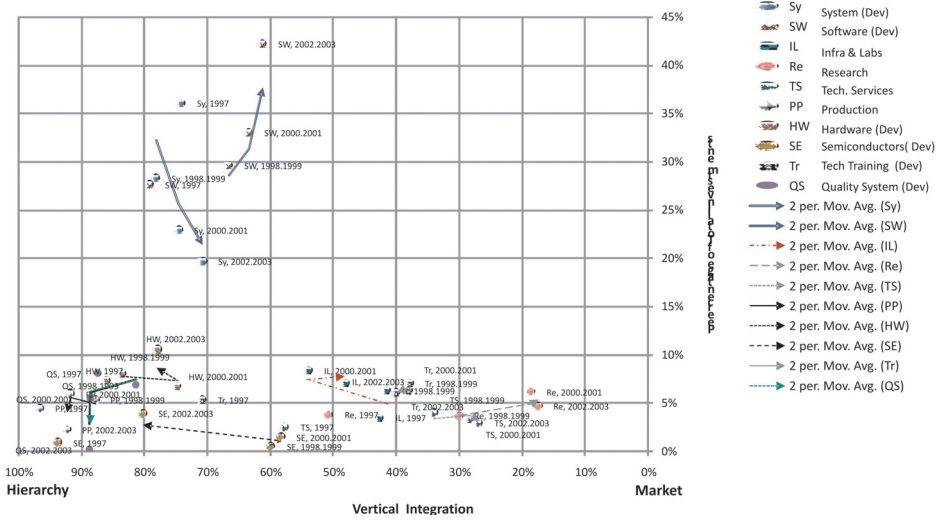


Figura 2. O tamanho e limites das redes de conhecimento no setor brasileiro de TIC

Em relação ao hardware, semicondutores, tecnologia de processo e sistemas de qualidade, as redes foram caracterizadas pelos baixos níveis de investimento e integração vertical muito alta. Companhias individuais tenderam a conduzir a maior parte de seus projetos de desenvolvimento de produtos dentro da firma sempre que houvesse investimentos totais limitados em tecnologias específicas.

Houve uma colaboração horizontal muito limitada com parceiros tecnológicos institucionais, indicando que nessas redes as companhias resistiram ao uso de fontes externas locais de tecnologia. Essa análise reforça a análise visual (Figura 1) de que a formação de mecanismos de governança dispersos tem sido limitada a essas atividades. Também houve tendências muito diferentes, conforme mostrado pelas setas. A seta relacionada aos semicondutores mostrou iniciativas incipientes, embora crescentes, para acumular competências tecnológicas dentro das companhias. Uma tendência oposta é observada em relação à tecnologia de produção que tem diminuído e às atividades externas. As setas e pontos relacionados a hardware mostram que houve um movimento crescente, embora com certa turbulência ao longo do período, provavelmente como resultado da volatilidade das iniciativas tomadas por diferentes companhias neste tipo de tecnologia.

Finalmente, as redes de projetos de desenvolvimento de produtos e processos e tecnologia de software foram caracterizadas por altos níveis de investimentos e integração vertical de atividades inovadoras intermediárias. O fato de que uma parte considerável dos projetos foi externalizados para parceiros locais, também indica um considerável escopo para mecanismos de governança que poderiam ser capazes de integrar recursos dispersos. Apesar dessas características gerais comuns, um retrato diferente poderia ser desenvolvido em torno do processo ocorrendo ao longo do tempo. A análise dessas tendências ao longo do tempo mostra que o desenvolvimento de redes evoluiu em direções opostas. A partir desta tendência nós podemos sugerir que as companhias já estabelecidas e as novas, reorientaram seus investimentos de *middleware* para software durante o período analisado. Na rede de *middleware*, enquanto os investimentos em tecnologia de *middleware* foram reduzidos, as companhias tenderam a reter os projetos internos ao invés de consolidá-los. Ao mesmo tempo, as companhias que estavam aumentando seus investimentos em software identificaram capacitação existente e disponível entre os parceiros e a integração vertical geral diminuiu.

3.3. O PAPEL DOS DIFERENTES ATORES

Um próximo passo seria a análise do papel emergente desempenhado pelos diferentes tipos de atores dentro das redes de conhecimento. A Tabela 2 nos mostra as percentagens de investimento total em cada uma das atividades, de acordo com os diferentes tipos de organização que conduziram os projetos de inovação.

Tabela 2. Vantagens de tecnologias reveladas de diferentes mecanismos organizacionais

| | Public Education Institute (N=40) | Private Education Institute (N=75) | Public Research Institute (N=20) | Private Research Institute (N=47) | Foreign Company (N=51) | Domestic Company (N=163) | Total (N=396) |
|------------------------|--|---|--|--|------------------------------|--------------------------------|------------------|
| Research | 16.5% | 14.7% | 15.4% | 32.2% | 10.8% | 10.3% | 100.0% |
| Hardware | 6.2% | 1.1% | 2.5% | 9.9% | 41.2% | 39.2% | 100.0% |
| Software | 1.7% | 7.0% | 4.5% | 28.3% | 46.1% | 12.5% | 100.0% |
| Semiconductors | 1.9% | .1% | 1.5% | 3.5% | 75.7% | 17.4% | 100.0% |
| System | 1.2% | 6.6% | 3.7% | 18.7% | 45.1% | 24.7% | 100.0% |
| Productive Process | 1.0% | 1.3% | 2.3% | 5.3% | 76.3% | 13.8% | 100.0% |
| Training | 11.2% | 8.5% | 3.3% | 35.4% | 30.6% | 10.9% | 100.0% |
| Technological Services | 1.1% | 6.7% | 7.9% | 57.9% | 17.7% | 8.8% | 100.0% |
| Quality systems | .7% | 4.5% | 1.0% | 10.5% | 53.8% | 29.5% | 100.0% |
| Labs&Infra | 5.2% | 15.4% | 2.6% | 31.8% | 35.5% | 9.6% | 100.0% |
| Total | 3.3% | 6.8% | 5.0% | 24.2% | 42.7% | 17.9% | 100.0% |

* CPqD foi considerado como instituto publico de pesquisa devido ao fato de que uma considerável parte de seu orçamento se originar de contribuições indiretas definidas pela regulamentação setorial.

As companhias estrangeiras conduziram 43% dos projetos de inovação, lideradas pelos institutos privados de pesquisa com 24% do custo total em projetos de inovação. Um número maior de companhias locais (163) representa 17% dos investimentos totais. As células sombreadas representam as atividades nas quais os tipos específicos de organizações se especializaram (conduziram mais atividades do que a média de todas as atividades).

Enquanto as companhias locais focaram seus investimentos em sistemas e hardware (assim como investimentos relativamente mais altos em sistema de qualidade), as empresas estrangeiras foram predominantes nas redes emergentes de software. Estas últimas também tomaram iniciativas importantes nas atividades de semicondutores menores e processos de produção. Os resultados são uma forte indicação de que enquanto as companhias locais tendem a ser mais conectadas a sua base manufatureira em hardware, as companhias multinacionais tendem a ser mais capazes de diversificar em competências distintas em projetos de software e sistemas.

Entre os parceiros tecnológicos, os institutos de pesquisa privados se tornaram estruturas de governança chave, cobrindo várias atividades tais como atividades de pesquisa, software, treinamento, serviços

tecnológicos e desenvolvimento de laboratórios e infra-estrutura tecnológica. Institutos públicos de pesquisa representaram apenas uma pequena porcentagem dos investimentos totais, mas eles se tornaram altamente especializados em serviços tecnológicos e pesquisa.

A essa altura é possível apenas especular sobre as características organizacionais que definem essas diferenças. A indicação é de que os recursos públicos tenderam a complementar os investimentos privados em infra-estrutura de longo prazo e o pessoal de pesquisa demandado para aquelas atividades, criando uma relativa vantagem comparativa para aquelas organizações. Enquanto isso a governança dessas organizações e suas políticas poderiam ser muito rígidas para se adaptarem as necessidades de curto prazo das companhias, na medida em que os institutos privados de pesquisa tornaram-se ligações inter-organizacionais fundamentais nas redes baseadas em projetos de software. Mais pesquisas qualitativas poderiam ser úteis para corroborar essas conclusões.

Finalmente, em termos de institutos educacionais, ambas as organizações, públicas e privadas, se especializaram em áreas similares tais como pesquisa, treinamento e infra-estrutura (possivelmente como era esperado). Os institutos educacionais públicos, um grupo composto principalmente de universidades estaduais e federais, eram particularmente especializados na área de pesquisa e treinamento. Provavelmente, as organizações públicas desenvolveram suas vantagens comparativas a partir de papel tradicional dentro da estrutura educacional do sistema nacional, financiado com recursos públicos. Interessante notar que essas organizações tradicionais não tenderam a diversificar em atividades colaborativas nas novas áreas tecnológicas, com a exceção de hardware, onde as companhias locais tinham sua vantagem relativa. Embora os institutos educacionais públicos tenham mantido sua capacidade relativa em hardware, eles estavam nitidamente atrás nas trajetórias emergentes de desenvolvimento de software.

Esse padrão de especialização traz nova luz sobre o processo de inovação distribuída que se seguiu à liberalização do setor. Discussões acadêmicas recentes no setor tem se acalorado a medida que os autores investigam os diferentes padrões. Por exemplo, que o processo de

liberalização resultou em um competências decrescentes no cluster previamente concentrado nas firmas domésticas localizadas em Campinas (Szapiro & Cassiolato 2003), o papel ativo da política e produtores multinacionais de equipamentos no setor (Mani 2004), e a dependência do sistema de inovação em software nas companhias multinacionais no Brasil (Stefanuto 2004). O padrão de especialização acima descrito mostra como essas diferentes estruturas de governança co-evoluíram como resultado da mistura de mudança técnica, FDI e políticas setoriais. Poderia se observado a partir da Tabela que companhias estrangeiras, institutos privados de pesquisa (e num menor grau) institutos educacionais privados, poderiam ser considerados nós chaves na integração de competências dispersas dentro do rede de projetos em software, em rápida expansão no Brasil.

3.4. FLUXOS DE CONHECIMENTOS INTRA E INTER-REGIONAL

A Lei Brasileira de TIC promoveu investimentos descentralizados em atividades de inovação em institutos de pesquisa e educacionais por todo o território brasileiro. No entanto, houve importantes diferenças regionais nos fluxos de conhecimento promovidos pelos incentivos. Até 2000, a estrutura legal não diferenciava entre companhias e parceiros tecnológicos de acordo com as regiões (a única exceção é a Zona Franca de Manaus, que recebe incentivos específicos para manufaturar ou para atividades de P&D e não é representada nesta análise). Durante este período as companhias eram capazes de selecionar parceiros independentemente de sua localização.

Em 2001, foi introduzida uma mudança específica na legislação, numa tentativa de descentralizar as competências através das diferentes regiões, companhias foram solicitadas a incluir parceiros em regiões economicamente menos desenvolvidas entre seus investimentos (central oeste, norte e nordeste) (ver anexo 1 para mais detalhes)⁷. Um exame visual dos padrões intra e inter-regionais do conhecimento em dois

⁷ Se eles decidirem por não fazer isso eles podem também optar por contribuir aos fundos setoriais com as quantias respectivas. Para maiores detalhes sobre a estrutura legal, visite o site da SEPIN-MCT < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2189.html>.>

diferentes períodos (Figura 3) mostra alguns padrões diferentes que emergem após a introdução da regra de regionalização.

Os nós da rede são companhias e seus ‘parceiros tecnológicos’ divididos de acordo com uma das cinco Regiões do território brasileiro. Dado o grau muito elevado de concentração em São Paulo, o Estado foi considerado uma região por si só, permitindo a investigação de suas dinâmicas internas e as relações com os outros estados na Região Sudeste (Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo).

O primeiro gráfico mostra que durante o primeiro período, houve uma forte aglomeração em São Paulo, e fortes ligações inter-regionais com as Regiões Sul e Sudeste. A comparação com o segundo gráfico parece indicar que o número de ligações inter-regionais com estados nas regiões Nordeste e Centro-Oeste aumentaram, conforme esperado pelas políticas de intervenção. Parece, no entanto, que o número de ligações com as regiões do sul diminuíram.

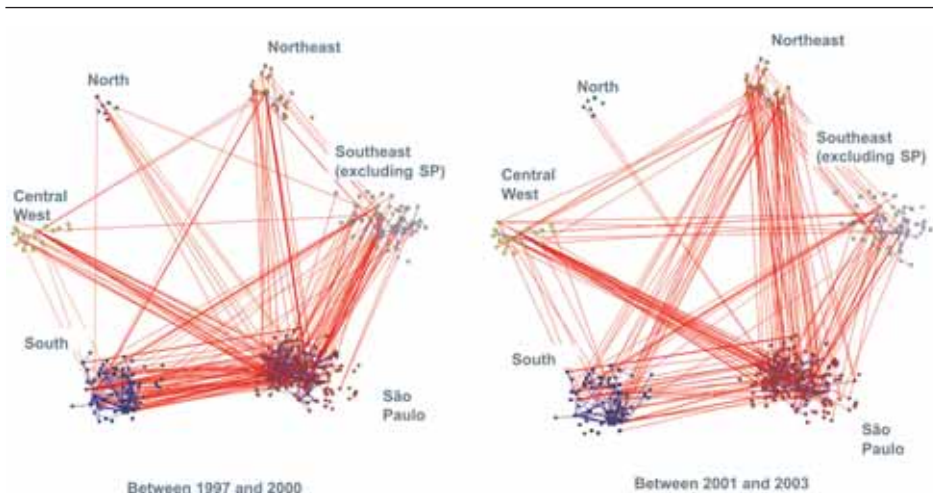


Figura 3. Redes Inter-regiões no setor TIC no Brasil (dividido em dois períodos)

Uma observação mais acurada da estrutura das ligações intra-regionais é fornecida pela Figura 4. O gráfico mostra que São Paulo, sem dúvida, é o local que contém uma forte dinâmica intra-regional, seguido por algum dinamismo no Sul e Sudeste. Ligações intra-regionais são claramente menos importantes para companhias e parceiros tecnológicos nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste.

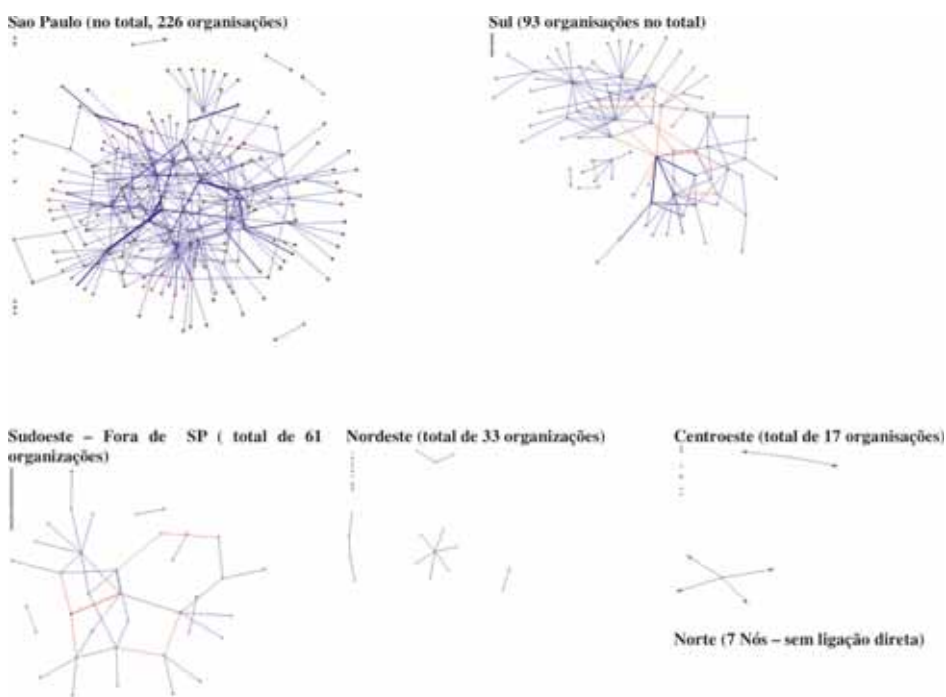


Figura 4. Ligações de conhecimento intra-regionais

As dinâmicas intra e inter-organizacionais poderiam também ser discutidas em termos mais quantitativos usando-se os pagamentos feitos e recebidos em colaboração em atividades inovativas através das Regiões, em termos da soma dos pagamentos totais (Tabela 3) e a contagem absoluta de colaborações (Tabela 4).

Tabela 3. Ligações inter e intra-organizacionais – colaborações em atividades inovadoras que entraram e que saíram de diferentes Regiões (percentual do total encomendado de parceiros tecnológicos)

| | | Inward Region | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|---------------|-------------|-----------|------------------------|--------------|-------|-----------|-------|--------|
| | | | South | Sao Paulo | Southeast (exc. SP) | Central West | North | Northeast | Total | |
| Outward Region | South | Table Sum % | 13.0% | 1.1% | .4% | .8% | .0% | 1.2% | 16.5% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | 15.3% | 1.5% | .7% | .1% | .0% | .2% | 17.7% |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | 9.5% | .6% | .0% | 1.9% | . | 2.7% | 14.8% |
| | Sao Paulo | Table Sum % | 4.4% | 62.6% | 3.8% | 3.5% | .1% | 4.3% | 78.8% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | 5.2% | 67.3% | 2.5% | 2.4% | .1% | .9% | 78.4% |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | 3.2% | 55.5% | 5.8% | 5.1% | .1% | 9.7% | 79.4% |
| | Southeast (exc. SP) | Table Sum % | .0% | 1.0% | .8% | .3% | .6% | .2% | 2.8% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | .0% | 1.2% | .8% | .3% | .0% | .0% | 2.4% |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | .0% | .7% | .6% | .3% | 1.5% | .4% | 3.5% |
| | Central West | Table Sum % | . | .0% | . | .6% | . | .0% | .6% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | . | . | . | .7% | . | .7% | |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | . | .0% | . | .5% | . | .0% | .5% |
| | North | Table Sum % | . | .1% | . | . | . | . | .1% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | . | .1% | . | . | . | .1% | |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | . | .1% | . | . | . | .1% | |
| | Northeast | Table Sum % | .0% | .4% | .1% | .1% | . | .5% | 1.2% | |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | . | .0% | .0% | .0% | . | .7% | .8% |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | .0% | 1.0% | .2% | .2% | . | .2% | 1.8% |
| | Total | Table Sum % | | 17.4% | 65.3% | 5.1% | 5.3% | .7% | 6.2% | 100.0% |
| | | 1997-2000 | Table Sum % | 20.5% | 70.1% | 4.1% | 3.6% | .1% | 1.7% | 100.0% |
| | | 2001-2003 | Table Sum % | 12.8% | 57.9% | 6.7% | 7.9% | 1.7% | 13.0% | 100.0% |

Tabela 4. Ligações inter e intra-organizacionais – colaborações em atividades inovadoras que entraram e que saíram de diferentes regiões (Porcentagem do total de numeros de parcerias)

| | | Inward Region | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------|------------------------|--------------|-------|-----------|-------|--------|
| | | | South | Sao Paulo | Southeast (exc. SP) | Central West | North | Northeast | Total | |
| Outward Region | South | Table Valid N % | 12.9% | 3.8% | 1.2% | 1.9% | .1% | 2.8% | 22.7% | |
| | | 1997-2000 | 16.3% | 4.5% | 1.6% | .5% | .2% | .3% | 23.4% | |
| | | 2001-2003 | 12.9% | 2.4% | .4% | 2.8% | . | 5.0% | 23.5% | |
| | Sao Paulo | Table Valid N % | 6.9% | 36.2% | 5.5% | 7.5% | .9% | 7.4% | 64.4% | |
| | | 1997-2000 | 8.9% | 44.6% | 6.6% | 3.1% | 1.0% | 2.3% | 66.6% | |
| | | 2001-2003 | 5.4% | 30.7% | 4.2% | 10.4% | .4% | 11.8% | 63.1% | |
| | Southeast (exc. SP) | Table Valid N % | .3% | 1.2% | 3.8% | .7% | .2% | 1.1% | 7.3% | |
| | | 1997-2000 | .3% | 1.6% | 4.7% | .2% | .2% | .3% | 7.3% | |
| | | 2001-2003 | .2% | 1.0% | 2.2% | 1.0% | .2% | 1.6% | 6.2% | |
| | Central West | Table Valid N % | . | .1% | . | .7% | . | .1% | .9% | |
| | | 1997-2000 | . | . | . | .7% | . | . | .7% | |
| | | 2001-2003 | . | .2% | . | .4% | . | .2% | .8% | |
| | North | Table Valid N % | . | .4% | . | . | . | . | .4% | |
| | | 1997-2000 | . | .3% | . | . | . | . | .3% | |
| | | 2001-2003 | . | .4% | . | . | . | . | .4% | |
| | Northeast | Table Valid N % | .2% | 1.0% | 1.0% | .8% | . | 1.3% | 4.3% | |
| | | 1997-2000 | . | .2% | .5% | .3% | . | .5% | 1.6% | |
| | | 2001-2003 | .4% | 1.6% | 1.2% | 1.0% | . | 1.8% | 6.0% | |
| | Total | Table Valid N % | | 20.3% | 42.8% | 11.5% | 11.5% | 1.2% | 12.7% | 100.0% |
| | | 1997-2000 | Table Valid N % | 25.5% | 51.2% | 13.5% | 4.9% | 1.4% | 3.5% | 100.0% |
| | | 2001-2003 | Table Valid N % | 18.9% | 36.3% | 8.0% | 15.7% | .6% | 20.5% | 100.0% |

As tabelas refletem a importância da região de São Paulo, fonte de 78,8% dos recursos investidos em parcerias tecnológicas e 64,4% dos acordos de colaboração celebrados entre companhias e parceiros dentro da Lei TIC. A esta região, segue-se o Sul, outra região no Sudeste. Uma parte muito pequena de acordos de colaboração veio de companhias no Norte⁸ (0,1%), Nordeste (1,2%) e Centro-Oeste (0,6%). Apesar de algumas pequenas variações, o alastramento de investimento em parceiros tecnológicos pelas outras regiões permaneceu razoavelmente estável pelos dois períodos.

A análise dos recursos recebidos por parceiros de acordo com regiões, no entanto, mostra que houve alterações profundas na alocação de recursos entre os institutos tecnológicos em diferentes regiões. Em São Paulo houve um decréscimo na concentração de investimento de 70 para 58%; os outros estados na Região Sul foram capazes de sustentar e mesmo aumentar sua participação (4,1 para 6,7%); portanto houve um enorme decréscimo proporcional dos investimentos em institutos do Sul com uma queda acentuada de 21 para 13% dos recursos totais. Enquanto isso, institutos localizados no Centro-Oeste e Nordeste tiveram sua participação fortemente aumentada; institutos no Nordeste aumentaram, de 1,7% para 13% e na região Centro-Oeste, de 3,6 para 7,9%.

Essas tabelas também demonstram que enquanto os acordos de colaboração intra-regional foram sem dúvida muito importantes para São Paulo, os arranjos inter-regionais foram uma parte limitada da ação em outras regiões. Por exemplo, nas regiões Centro-Oeste e Nordeste quase todos os recursos originários de firmas nos estados do Sul indicando a importância limitada dos arranjos locais naquelas regiões.

4. DISCUSSÃO E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICAS

Por muito tempo, a literatura tem se baseado em medidas econométricas para entender os transbordamentos (*spillovers*) de conhecimento, medindo-os em termos de possíveis resultados econômicos. Está se tornando claro, no entanto, a necessidade de se

⁸ Novamente, houve incentivos específicos para manufatura em Manaus que não estão incluídos nesta base de dados.

reconhecer que o spillover de conhecimento é, no limite, inibido por um complexo conjunto descentralizado de estruturas de governança e ligações inter-organizacionais. Esse artigo, portanto, contribui para a literatura empírica sobre o setor brasileiro de TIC, explorando a estrutura fundamental e dinâmicas da rede de conhecimento baseada em projetos de inovação. Essa análise tem algumas implicações importantes para aqueles envolvidos em organizações e para o desenho institucional de políticas setoriais, colocando algumas questões importantes que merecem ser mais investigadas.

Este artigo dá uma olhada rápida sobre como o arcabouço institucional da Lei TIC fornece espaço para a interação descentralizada entre diferentes organizações com interesses muito distintos. Por mais de uma década tem sido um processo constante de aprendizado, compromisso e ajustes entre diferentes organizações dentro e fora da rede que permitiu uma constante evolução do desenho institucional. A chave do sucesso para as políticas setoriais futuras se encontra na abertura de um diálogo mais amplo, na promoção de oportunidades para o crescimento endógeno e em medidas para contornar *lock-ins*.

A análise do conjunto de dados mostra uma grande concentração das competências promovidas pela Lei TIC. Apesar do grande número de participantes, apenas poucos atores têm gerenciado a maior parte dos recursos totais. Isto foi resultado de uma crescente concentração do mercado de TIC baseado em produtos manufaturados em um pequeno número de grandes companhias, a maioria companhias multinacionais. Portanto, as características gerais da distribuição de recursos dentro dessas redes possivelmente diferem significativamente das expectativas do início dos anos 90, quando a estrutura institucional geral foi desenhada, onde a indústria estava ainda em uma fase inicial do ciclo de vida e um grande número de companhias menores estava competindo dentro do setor manufatureiro de TIC.

A análise do tamanho e limites das diferentes redes mostra que a base de conhecimento é uma contingência importante na organização das mesmas. Os tipos de estrutura que emergirão serão significativamente influenciados pela abrangência dos projetos para inovação. Algumas atividades, tais como pesquisa, treinamento e serviços tecnológicos tendem a resultar em ligações fracas generalizadas com uma magnitude

relativamente limitada de investimentos. Enquanto isso, desenvolvimento de produtos e processos precisam ser originados dentro dos limites da firma, e quando (e se) essa acumulação dentro das firmas ocorrem com sucesso, a recombinação e coordenação com competências externas se tornam mais importantes.

A análise das redes de conhecimento induzidas pela Lei TIC revela um mapa relevante das competências no setor. Embora elas não estejam ainda completas, elas podem fornecer informações interessantes sobre as mudanças longitudinais que têm ocorrido no setor brasileiro de TIC. Antes de mais nada, os resultados refletem algumas das características de outros estudos sobre o setor: (i) existem redes relativamente incipientes relacionadas aos semicondutores, processo de produção e hardware; (ii) redes mais amplas com ligações relativamente fracas foram formadas via atividades tais como treinamento, serviços tecnológicos e pesquisa; (iii) existem redes densas em sistemas e a maior parte delas, software, onde mecanismos de governança consideráveis poderiam ser esperados através dos parceiros tecnológicos. Certamente, essas diferenças em termos de limites da firma em atividades de inovação e competência acumulada, resultariam em características organizacionais muito diferentes, impactando claramente a acumulação e fluxos de conhecimento. Por outro lado, as redes formadas a partir de diferentes tipos de atividades requereriam diferentes tipos possíveis de intervenção. Necessita-se de um exame mais acurado dos desafios e oportunidades em diferentes redes, de maneira a se desenvolver recomendações sólidas e promover-se o desenvolvimento dessas diferentes redes.

Esse nível de concentração resultante da maturidade da indústria em geral tem pelo menos duas importantes implicações para as redes de conhecimento que emergiram no setor, promovidas pela Lei TIC. Primeiro, como a maior parte das tomadas de decisão sobre recursos para inovação no setor é concentrada em um pequeno número de participantes chave, o resultado das iniciativas individuais daqueles participantes se tornou crucial para se entender se existe algum nível de acumulação sustentável de competência tecnológica no setor. O sucesso de iniciativas individuais de companhias líderes em tecnologias específicas pode definir o sucesso da política setorial. Segundo, a difusão do conhecimento não será mais hierárquica do que esperado inicialmente

na medida em que poucos atores serão capazes de coordenar os melhores recursos disponíveis. É necessário desenvolver-se mecanismos adicionais para garantir uma ampla difusão de conhecimento, de forma a encorajar-se os fluxos de conhecimento no setor.

A análise das redes de conhecimento inter e intra-regionais mostrou a importância central das firmas do Estado de São Paulo, não apenas devido às suas dinâmicas internas fortes mas também devido à coordenação de competências em outras regiões. Firms e institutos no Centro-Oeste e Nordeste dependiam fortemente das contrapartes das Regiões Sul e Sudeste. Esse padrão de interação inter-regional foi claramente influenciado pelas mudanças na legislação que teve como intenção, descentralizar os recursos em direção a Região Norte.

Ao se examinar o impacto dessa política de descentralização, três considerações importantes precisam ser levadas em conta. Primeiro, os resultados mostram que as mais importantes atividades de aprendizado nas regiões menos desenvolvidas não estão acontecendo entre as firmas e institutos dentro da mesma localização geográfica, mas principalmente entre atores em diferentes regiões. Isso poderia ser um primeiro alerta para aqueles focando exclusivamente nas coordenações locais de política de inovação (ex. pelo uso de conceitos tais como *cluster* e sistema de inovação local). Focalizar excessivamente nas ligações locais pode resultar numa perda dos aprendizados mais importantes que estariam efetivamente ocorrendo. Segundo, o acentuado crescimento do número e importância de organizações na região Norte aconteceram principalmente em termos de institutos tecnológicos, sem qualquer aumento significativo na quantidade de recursos geradas em companhias. Isso certamente coloca questões sobre a sustentabilidade desses arranjos de regionalização que necessitariam, sem dúvida, ser o foco de uma investigação mais aprofundada. Terceiro, o crescimento dos institutos nas regiões Centro-Oeste e Nordeste sem um efeito adverso nos institutos tecnológicos na região Sul, onde algumas possíveis aglomerações econômicas estavam começando a emergir (em relação a dinâmica que estava ocorrendo em São Paulo, eles vinham em segundo lugar em termos de dimensão). Essa primeira análise indicaria que o uso de alvos para alocação em nível de firma, pode ter resultado em um efeito redistributivo importante, mas isso não aconteceu sem penalizar a sustentabilidade de

arranjos frágeis nas regiões originais. Além do mais, é importante considerar quantas regiões inquestionavelmente teriam a chance de desenvolver competência sustentável e economia de agregação sem inibir, no entanto, um possível desenvolvimento de inovações de sucesso, devido a excessivos custos de coordenação.

Uma análise organizacional das redes baseadas em projetos, abre uma incitante linha de pesquisa com objetivo de ampliar a discussão envolvendo múltiplos interessados e tornar mais transparente a governança dessas políticas. A perspectiva estratégica sobre as informações secundárias geradas por sistemas de auditorias poderia trazer inúmeros benefícios. Novos sistemas de informação poderiam encorajar estratégias mais objetivas e inovadoras, melhores processos de tomada de decisão no nível de firmas e institutos tecnológicos, o reconhecimento e identificação mais rápidos de problemas sistêmicos, além do reconhecimento de iniciativas individuais importantes. Naturalmente, sistemas de informações para o apoio de estruturas descentralizadas de governança em setores têm que ser concebidas de maneira que elas protegessem simultaneamente as exigências de confidencialidade dos participantes e expusessem informações que aumentassem o nível das partes interessadas de que os recursos alocados para políticas de inovação são sujeitos a uma boa governança e contribuíssem para a sociedade de maneira mais ampla. Neste sentido, os exemplos dados neste artigo poderiam oferecer um passo inicial em uma mudança dos mecanismos burocráticos de auditoria e controle em direção aos mecanismos mais abertos de governança de conhecimento para as redes setoriais descentralizadas.

Além disso, uma análise em nível de projeto dos sistemas setoriais suscita linhas de questionamento tanto teóricas como práticas que permanecem amplamente abertas a pesquisa e debate. Sem tentar ser exaustivo, essas são inúmeras das questões a serem respondidas que resultariam em inovações de políticas e que contribuiriam significativamente para a estratégia setorial. Por exemplo, seria possível avaliar-se a contribuição de atores individuais para a sustentabilidade dessas redes? Mudanças específicas nas regras promoveriam uma melhor alocação de recursos nas redes descentralizadas? Será que uma alocação baseada em regras, uma alocação mais flexível ou uma combinação de ambas melhoraria os processos de longo prazo seleção e criação de

variedades dentro das redes descentralizadas? Quais tipos de intervenções (ou não-intervenções) poderiam ser exercidas em diferentes estágios do desenvolvimento da redes de conhecimento? O desenho institucional deveria ser mais inclusivo expandindo o número de membros? Ou deveria ser mais restrito orientando os recursos para nichos tecnológicos? A manufatura de produtos de TIC é uma base razoável para o provimento de incentivos num momento em que as oportunidades em TIC estão aumentando, deslocando-se para áreas como as de serviço e entre diferentes setores? Existem requerimentos específicos na regulação que dificultam os possíveis usos e difusão do conhecimento acumulado nos parceiros tecnológicos? Se existem, será que, por exemplo, um processo de “corporatização” de institutos privados de pesquisas ainda em maturação, transformando-os em companhias de software plenas, promoveria o crescimento sustentável dessas companhias e a emergência de novos atores?

Para tentar responder algumas dessas questões há a necessidade de mais estudos de casos com maior densidade, modelagens, uso de informações geográficas, mercado de trabalho e fluxo internacional de conhecimento. Ao mesmo tempo, o engajamento da comunidade envolvida direta e indiretamente nas Lei TIC – que é grande e dispersa – poderia fornecer uma maneira inovativa de acelerar o desenho institucional, promover a criação de idéias a partir da base e enriquecer a troca de experiências dentro do setor.

Finalmente, embora a rede seja profundamente influenciada pelo contexto do regime de impostos existente entre 1997 e 2003, não há razões para se restringir os métodos usados para esta única fonte de financiamento. Uma análise das redes de conhecimento em nível de projetos poderia englobar outras formas de financiamento organizadas pelos projetos, como é cada vez mais comum em financiamentos ou outras formas de apoio para inovação. À medida que aparecem outras fontes de financiamentos (ex. Fundos Setoriais, agências locais, etc), a análise dessas redes poderia ajudar o desenvolvimento de estratégias setoriais realistas nos diferentes objetivos desenvolvimentistas. Embora este nível de análise tenha que ser considerado em termos dos custos da *accountability*, eles certamente se pagariam em termos do sempre necessário aprendizado institucional.

ANEXO 1

Tabela 5. Lei de Informática - Lei nº 8.248/1991,
alterada pela Lei nº 10.176/2001

| Ano | Reduções | | Investimentos em P&D | | | | | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|--|--------|--|---|-----------|---------|----------------|
| | Incentivo do IPI | Investimentos em P&D | TOTAL | Internos | | Externos | | | | FNDCT - CTInfo |
| | | | | Realizados pela própria empresa e por elas contratadas | Total | Convênios com instituições credenciadas, contratação de projetos com empresas vinculadas a incubadoras credenciadas e nos Programas Prioritários | | Depósitos | | |
| | | | | | | Qualquer Região do País | Regiões de influência da SUDAM (exceto ZFM) e SUDENE e na Região Centro-oeste | | | |
| Total | Públicas ou Privadas | Públicas | | | | | | | | |
| Empresas Sediadas nas Regiões de influência da SUDAM (exceto ZFM) e da SUDENE e na Região Centro-oeste | | | | | | | | | | |
| 2000 | 100% | 0% | 5,00% | 2,700% | 2,300% | 1,000% | 0,800% | 0,5600% | 0,2400% | 0,500% |
| 2001 | 100% | 0% | 5,00% | 2,700% | 2,300% | 1,000% | 0,800% | 0,5600% | 0,2400% | 0,500% |
| 2002 | 100% | 3% | 4,85% | 2,619% | 2,231% | 0,970% | 0,776% | 0,5432% | 0,2328% | 0,485% |
| 2003 | 100% | 8% | 4,60% | 2,484% | 2,116% | 0,920% | 0,736% | 0,5152% | 0,2208% | 0,460% |
| Empresas Sediadas nas Demais Regiões | | | | | | | | | | |
| 2000 | 100% | 0% | 5,00% | 2,700% | 2,300% | 1,000% | 0,800% | 0,5600% | 0,2400% | 0,500% |
| 2001 | 95% | 5% | 4,75% | 2,565% | 2,185% | 0,950% | 0,760% | 0,5320% | 0,2280% | 0,475% |
| 2002 | 90% | 10% | 4,50% | 2,430% | 2,070% | 0,900% | 0,720% | 0,5040% | 0,2160% | 0,450% |
| 2003 | 85% | 15% | 4,25% | 2,295% | 1,955% | 0,850% | 0,680% | 0,4760% | 0,2040% | 0,425% |

Fonte: Ministério da Ciência & Tecnologia. Lei de Informática . Regra Geral Anterior - 2000/2009. <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/14535.html> (acessado em 11 de dezembro de 2007).

AGRADECIMENTOS

Esse artigo recebeu inúmeros comentários de várias pessoas entre elas, Joe Tidd, Martin Bell, Elisa Giuliani, Peter Gammelfort, Nick von Tunzelman e Carlos Sato, embora nenhuma destas pessoas tenha responsabilidade sobre o artigo. Esse artigo possui algumas similaridades com uma outra publicação ainda no prelo (Perini, a ser publicado) que foca nos aspectos mais teóricos das relações entre projetos e sistemas setoriais. O autor agradece o apoio financeiro concedido pelo Programa AlBan, Programa Europeu de Bolsas de Estudo de Alto Nível para a América Latina, número de identificação E03D16012BR e o apoio profissional e institucional da ABDI e SEPIN/MCT que tornou possível esse projeto.

REFERÊNCIAS

- ACHA, V.; CUSMANO, L. Governance and co-ordination of distributed innovation processes: patterns of R&D co-operation in the upstream petroleum industry. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 14, n. 1-2, p. 1-21, 2005.
- ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. *The globalization of the software industry: perspectives and opportunities for developed and developing countries*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 10538.
- ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for innovation. In: LKRR, Nelson (Ed.). *The rate and direction of inventive activity*. [S.l.: s.n.], 1962.
- BELL, M. *Towards the dynamic analysis of sectoral/ innovation systems in industrialising countries*. St Petersburg: [s.n.], 2005.
- _____; ALBU, M. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development*, v. 27, n. 9, p. 1715-34, 1999.
- _____; MARIN, A. Where do foreign direct investment-related technology spillovers come from in emerging economies?: an exploration in Argentina in the 1990s. *The European Journal of Development Research*, v. 16, n. 3, p. 653-86, 2004.
- _____; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.
- BORGATTI, S. P. *Netdraw: graph visualization software*. Harvard: Analytic Technologies, 2002.
- BOTELHO, A. J.; TSCHANG, T.; AMSDEN, A. *Slicing the knowledge-based economy in Brazil, China and India: a tale of 3 software industries*. [S.l.: s.n.]: MIT, 2003.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F. Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey. Barcelona: [s.n.], 2000. In: European Regional Science Association Conference, 40., 2000, Barcelona. *Papers...* Barcelona: [s.n.], 2000.
- CAMPOS, A. L. S.; TEIXEIRA, A.G. *Política industrial & capacitação tecnológica: análise da dimensão explícita da política nacional de informática (1991-1998)*. [S.l.: s.n.], 2004. (Leituras de Economia Política, v. 10).

COASE, R. H. The nature of the firm. In: WILLIAMSON, O. E.; WINTER, S. G. (Ed.). *The nature of the firm*. Oxford: University Press, 1993.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, n. 1, p. 128-52, 1990.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO - UNCTAD. *Towards a new paradigm for development: strategies, policies and processes*. [S.l.], 1998.

_____. *Transnational corporations and the internationalization of R&D*. New York, 2005.

COOKE, P.; GOMEZ URANGA, M.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, v. 26, n. 4-5, p. 475-91, 1997.

DAVIES, A.; HOBDDAY, M. *The business of projects: managing innovation in complex products and systems*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2005.

DEBRESSON, C.; AMESSE, F. Networks of innovators: introduction. *Research Policy*, v. 20, p. 363-79, 1991.

DEFILLIPPI, R. J.; ARTHUR, M. B. Paradox in project-based enterprise: the case of film making. *California Management Review*, v. 40, n. 2, p. 125-39, 1998.

DOSI, G.; WINTER, S. G.; NELSON, R. R. *The nature and dynamics of organizational capabilities*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

EDQUIST, C. *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations: science, technology and the international political economy*. London: Pinter, 1997.

GALINA, S. V. R.; PLONSKI, G. A. Global product development in the telecommunication industry: an analysis of the brazilian subsidiaries involvement. In: INTERNATIONAL PRODUCT DEVELOPMENT MANAGEMENT CONFERENCE, 9., 2002, France. *Papers...* France: [s.n.], 2002.

GARCIA, R. Critical evaluation of the results of the “Informatics Law” and its reflexes on the electronic complex. In: EUNIP CONFERENCE, 2002, Finland. *Papers...* Finland: [s.n.], 2002.

GIDDENS, A. *Central problems in social theory: action, structure, and contradiction in social analysis*. Berkeley: University of California Press, 1979.

GIULIANI, E.; BELL, M. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy*, v. 34, p. 47-68, 2005.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, D. Trade, knowledge spillovers and growth. *European Economic Review*, v. 35, p. 517-26, 1992.

HOBDDAY, M. *Digital telecommunications technology and the third world: the theory, the challenge, and the evidence from Brazil*. 1986. Tese (Doutorado)- University of Sussex, 1986.

_____. The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?. *Research Policy*, v. 29, n. 7-8, p. 871-93, 2000.

_____; CAWSON, A.; RAN KIM, S. Governance of technology in the electronics industries of East and South-East Asia. *Technovation*, v. 21, n. 4, p. 209-26, 2001.

_____; PERINI, F.; MANCHESTER, C. *Latecomer entrepreneurship: a policy perspective*. New York: Columbia University, Initiative for Policy Dialogue, 2006. (Working paper, 5).

IAMMARINO, S.; MCCANN, P. The structure and evolution of industrial clusters: transactions, technology and knowledge spillovers. *Research Policy*, v. 35, n. 7, p. 1018-36, 2006.

KIM, L. Absorptive capacity and industrial growth: a conceptual framework and Korea's experience. *Social capability and Long-term Economic Growth*, p. 266-87, 1995.

LORENZEN, M.; FOSS, N. J. *Cognitive coordination, institutions and clusters: an exploratory discussion: cooperation, networks, and institutions in regional innovation systems*. [S.l.: s.n.], 2003.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, 2002.

_____. Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economy Innovation New Technology*, v. 14, n. 1-2, p. 63-82, 2005.

MANI, S. Coping with globalisation: an analysis of innovation capabilities in Brazilian telecommunications equipment industry. *Intech*, 2004.

MANNING, S. Managing project networks as dynamic organizational forms: learning from the TV movie industry. *International Journal of Project Management*, v. 23, p. 410-4, 2005.

- MARSHALL, A. *Principles of economics*. [S.l.]: Macmillan and co., 1891.
- MATHEWS, J. A. Competitive dynamics and economic learning: an extended resource-based view. In: DRUID SUMMER CONFERENCE, 2000, Denmark. *Papers...* Denmark: [s.n.], 2000.
- MEYER, M. Tracing knowledge flows in innovation systems. *Scientometrics*, v. 54, n. 2, p. 193-212, 2002.
- MYTELKA, L. K. The telecommunications equipment industry in Brazil and Korea. In: _____. *Competition, innovation and competitiveness in developing countries*. Danvers, MA: OECD, 1999.
- NELSON, R. R. The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. *Ind Corp Change*, v. 3, n. 1, p. 47-63, 1994.
- _____; ROSENBERG, N. *Technical innovation and national systems: national innovation systems: a comparative analysis*, 1993.
- OWEN-SMITH, J.; POWELL, W. W. *Knowledge networks as channels and conduits: the effects of spillovers in the Boston Biotechnology Community*. [S.l.]: Organisation Science, 2005.
- PATEL, P.; PAVITT, K. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In: STONEMAN, P. (Ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. [S.l.: s.n.], 1995.
- PERINI, F. From innovation projects to knowledge networks: knowledge as a contingency in the organisation of innovation in sectors. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Ed.). *Aspects and challenges of sectoral systems of innovation in developing countries*. [S.l.: s.n., s.d.].
- POWELL, W. W. Neither market nor hierarchy: network forms of organization. *Research in Organization Behavior*, JAY, v. 12, p. 295-336, 1990.
- _____; KOPUT, K. W.; SMITH-DOERR, L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, v. 41, n. 1, 1996.
- PYKA, A.; KÜPPERS, G. *Innovation networks: theory and practice: new horizons in the economics of innovation*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2002.
- RODRIK, D. After neoliberalism, what?. In: ALTERNATIVES TO NEOLIBERALISM CONFERENCE, 2002. *Papers...* [S.l.: s.n.], 2002.

- SCHJOLDEN, A. *Globalization, liberalization, and restructuring of the brazilian telecommunications industry: the end of technological capability?*. Arizona: The University of Arizona, 1999.
- SCHUMACHER, E. F. *Small is beautiful*. Lisboa: Publicações D. Quixote, 1985.
- SCHUMPETER, J. *Capitalism: socialism and democracy*. New York: Harper, 1942.
- SHAH, A. *Fiscal incentives for investment and innovation*. [S.l.: s.n.], 2006.
- SIMON, H. A. Rational decision making in business organizations. *American Economic Review*, v. 69, n. 4, p. 493-513, 1979.
- STEFANUTO, G. N. *O programa Softex e a indústria de software no Brasil*. São Paulo: Unicamp, 2004.
- STIGLITZ, J. E. Markets, market failures, and development. *The American Economic Review*, v. 79, n. 2, p. 197, 1989.
- SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. Telecommunications system of innovation in Brazil: development and recent challenges. In: GLOBELICS CONFERENCE INNOVATION SYSTEMS AND DEVELOPMENT STRATEGIES FOR THE THIRD MILLENNIUM, 1., 2003, Rio de Janeiro. *Papers...* Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.
- TEECE, D. Technological change and the nature of the firm. In: DOSI, G. et al (Ed.). *Technical change and economic theory*. Pinter: [s.n.], 1988. p. 256-81.
- _____. Technology transfer by multinational firms: the resource cost of transferring technological know-how. *The Economic Journal*, v. 87, n. 346, p. 242-61, 1977.
- TIDD, J. Complexity, networks & learning: integrative themes for research of innovation management. *International Journal of Innovation Management*, v. 1, n. 1, 1997.
- VON HIPPEL, E. “Sticky Information” and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, v. 40, n. 4, p. 429-39, 1994.
- VON TUNZELMANN, G. N. *Technology and industrial progress: the foundations of economic growth*. England: E. Elgar, 1995.
- _____. Network alignment in the catching-up economies of Europe. In: MCGOWAN, F.; RADOSEVIC, S.; TUNZELMANN, N. V. (Ed.). *The emerging industrial structure of the wider Europe*. London: Routledge, 2004.

WADE, R. *Governing the market: economic theory and the role of government in East Asian industrialization*. Princeton, N.J: Princeton University Press, 1990.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 1994. (Structural analysis in the social sciences, 8).

WILLIAMSON, O. E. *The economic institutions of capitalism, firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press, 1985.

WORDEN, R. L. *Brazil: the computer industry policy*. Washington, DC: Federal Research Division, 1997.

Resumo

Esse artigo examina as redes de conhecimento induzidas pelo sistema de impostos no setor brasileiro de TIC durante o período de 1997 a 2003. A “Lei TIC”, como o regime de impostos é conhecido, é um dos projetos pioneiros para o desenvolvimento do sistema setorial de inovação na América Latina após suas políticas de liberalização. Esses incentivos promoveram um investimento privado geral de R\$ 2,6 bilhões em inovação durante aquele período, envolvendo 196 companhias e 173 institutos de educação e pesquisa. Os resultados fornecem novas evidências empíricas para o polêmico debate sobre a configuração do setor após a liberalização, enfatizando o desenvolvimento evolucionário das competências em software no Brasil, o papel chave das companhias multinacionais e institutos privados de pesquisa, e o impacto das políticas de regionalização sobre o fluxo de conhecimento intra e inter-regionais. O artigo conclui com as implicações dos processos analisados para as políticas setoriais e aprendizado institucional.

Abstract

This paper examines the knowledge networks induced by tax schemes in the Brazilian ICT sector between 1997 and 2003. The ‘ICT Law’, as the tax regime is known, is one of the pioneering projects for the development of sectoral innovation systems in Latin America after its liberalisation policies. These incentives promoted an overall private investment of R\$ 2.6 billion in innovation during the period involving 196 companies as well as 173 educational and research institutes. The results provide new empirical evidence to the polemic debate about the configuration of the sector after the liberalisation highlighting the evolutionary development of the capabilities in software in Brazil, the key role of multinational companies and private research institutes, and the impact of the regionalisation policies on the intra- and inter-regional knowledge flows. It concludes with implications for sectoral policies and institutional learning.

O Autor

FERNANDO PERINI é oficial de programa para o Centro de Pesquisa para Desenvolvimento Internacional (IDRC) do Canadá em seu programa para a América Latina e Caribe. Pesquisador associado do SPRU (Science and Technology Policy Unit) da Universidade de Sussex (Inglaterra), trabalhou como professor de administração pela Universidade de Sussex e como consultor e pesquisador em projetos para o Banco Mundial, Comissão Européia, Siemens Mercosul e CITS (instituto de software em Curitiba). Sua pesquisa recente engloba áreas de internacionalização de P&D, organização da inovação, redes sociais de inovação e aprendizagem, e uso de tecnologia de informação para o desenvolvimento.

Gerenciamento estratégico da informação: a convergência a partir da Sociedade da Informação

*Rogério Henrique de Araújo Júnior
Lillian Alvares*

1. INTRODUÇÃO

As organizações hoje têm seus métodos, processos e suas ações administrativas apoiados na gestão do seu fluxo informacional. Somam-se a esta questão, o gerenciamento das tarefas diárias que fazem parte de planos de ação e situações globais relacionadas às estratégias empresariais. Em todos estes níveis, o fluxo informacional, bem como a conseqüente quantidade de informação produzida têm desafiado os gestores a retirar de imensas quantidades de papel, informação de fato útil aos processos de desenvolvimento organizacional. Diante disto, o gerenciamento do fluxo da informação tem se constituído elemento indispensável, não apenas para a montagem de sistemas de informação, mas também para a compreensão clara e a comunicação entre todas as áreas, subsistemas das corporações.

Para uma correta determinação da estratégia competitiva nas empresas, segundo McGee & Prusak (1994), devem ser considerados todos os recursos necessários a serem envolvidos, desde o capital, conhecimento, capacitação das pessoas até a informação. Assim, o gerenciamento estratégico da informação deve ser capaz de subsidiar não apenas a escolha da estratégia corporativa, mas também o gerenciamento dos sistemas responsáveis por sua coleta, processamento e disseminação de forma sistemática na organização, ou seja, o dia-a-dia do uso da informação como subsídio ao processo decisório.

Este artigo pretende explorar o argumento de que o gerenciamento estratégico da informação só é efetivo no ambiente corporativo, a partir do pleno conhecimento das necessidades de informação dos usuários

dos sistemas de informação. O usuário, neste contexto, passa a ter suas necessidades informacionais amplamente consideradas e estudadas, tornando-se requisitos básicos para o desenvolvimento e gerenciamento dos sistemas de informação.

2. ANTECEDENTES E CONTEXTO

Com a explosão da informação, fenômeno percebido em meados do século 20 e registrado, pioneiramente no âmbito da comunicação do conhecimento científico, no memorável estudo de Price (1976), as organizações, principalmente aquelas com interesses claros no processo de inovação industrial, perceberam que de posse de instrumentos de controle do fenômeno, poderiam se valer dos benefícios que o acesso à informação descortinava em um período pós-guerra de grandes desafios, mas de inúmeras oportunidades. Tal período foi marcado pelo início da ampla competição pelos mercados, naquele instante livres do neocolonialismo europeu que a Segunda Grande Guerra acabava por solapar. Logo a seguir, já na década de setenta, a informação alcançaria como consequência, o *status* de mercadoria, ativo com valor tão concreto como bens de capital ou mercadorias, enfim, produto comercializável.

Esta nova concepção da informação esteve diretamente ligada aos antecedentes de desenvolvimento das tecnologias da comunicação, mais especificamente ao que Mattelart (1991) denominou de “a era do fio”. Este período se instalou com a patente requerida do telefone por Graham Bell em 1876. Um ano depois é criada a *Bell Telephone Company* para exploração comercial da invenção e em 1885 é criada a *American Telegraph and Telephone*, a famosa *ATT*, companhia que viria a ser celebrada como uma das mais prósperas do capitalismo moderno.

Assim sendo, concepções de controle da informação surgiram com o apoio de organismos internacionais, tais como Unesco (órgão das Nações Unidas para educação, ciência e cultura), em uma filosofia de controle da produção bibliográfica por meio de instrumentos capazes de facilitar o acesso à informação.

Entretanto, esta filosofia não era nova e remontava à Biblioteca de Alexandria, onde o Bibliotecário Calímaco (305-240 a.c.), construiu o primeiro catálogo de obras que se tem notícia.

De toda a forma, o controle bibliográfico já colocava em questão na sua operacionalização, elementos que até hoje são peças básicas na consideração do gerenciamento estratégico da informação: a identificação da existência do documento, sua localização e acesso (obtenção da informação).

A trajetória da informação e do crescimento de sua importância conheceram na década de oitenta, uma nova proposta contida na expressão que se tornaria trivial: sociedade da informação. Massuda (1982), em seu famoso trabalho “Sociedade da informação”, já preconizava a sociedade pós-industrial, construída em alicerces do avanço das tecnologias da informação e comunicação. Outros autores chegam a classificar o avanço substancial na rapidez da comunicação, por meio do desenvolvimento notável das tecnologias de comunicação e manipulação dos dados, como uma revolução.

O advento da sociedade da informação coincide com outro fenômeno, o da globalização, que em grande medida foi possível graças às tecnologias da informação e comunicação. Esta situação está baseada em três fenômenos interligados:

- **Convergência da base tecnológica**, possibilidade de representar e processar qualquer tipo de informação de uma única forma: digital.
- **Dinâmica da indústria**, proporcionou e tem proporcionado a queda dos preços de computadores em relação a sua capacidade de processamento, fomentando assim, a popularização do acesso e uso das máquinas.
- **Crescimento da internet**, que é na realidade, uma decorrência dos fenômenos anteriores (Sociedade da Informação no Brasil, 2000).

Vale a pena registrar ainda, que a sociedade da informação coincide com a chamada revolução tecnocientífica, a partir de meados do século 20, que tem as suas bases apoiadas na emergência das tecnologias da microeletrônica e da transmissão da informação, bem como na robotização dos processos produtivos nas fábricas modernas. Novos ramos industriais surgem com inovações estruturais e incrementais, tais

como a indústria do *hardware*, *software*, telecomunicações, química fina, robótica, biotecnologia, entre outras. As organizações nesta fase experimentam uma subdivisão entre organizações da dita nova economia ou economia digital, onde o bem de consumo é a informação e as da velha economia ou economia tradicional de produção industrial de bens de consumo e bens de capital.

Neste contexto, as exigências de uma mão-de-obra altamente especializada e capacitada criam um novo tipo de trabalhador, o trabalhador do conhecimento. Ao mesmo tempo a criação de novos produtos enseja nas organizações uma atenção cada vez maior para a pesquisa e o desenvolvimento, onde são criadas unidades estratégicas de negócios a fim de suportar pesados investimentos das corporações na busca de inovação e criação de novos produtos que favoreçam a expansão de mercados.

Finalmente, Castells (1999), aponta que no novo modo informacional de desenvolvimento, a fonte de produtividade encontra-se na tecnologia de geração de conhecimentos, de processamento da informação e de comunicação de símbolos. Na realidade, conhecimento e informação são elementos vitais em todos os modos de desenvolvimento, visto que o processo produtivo invariavelmente se baseia em algum grau de conhecimento e no processamento da informação.

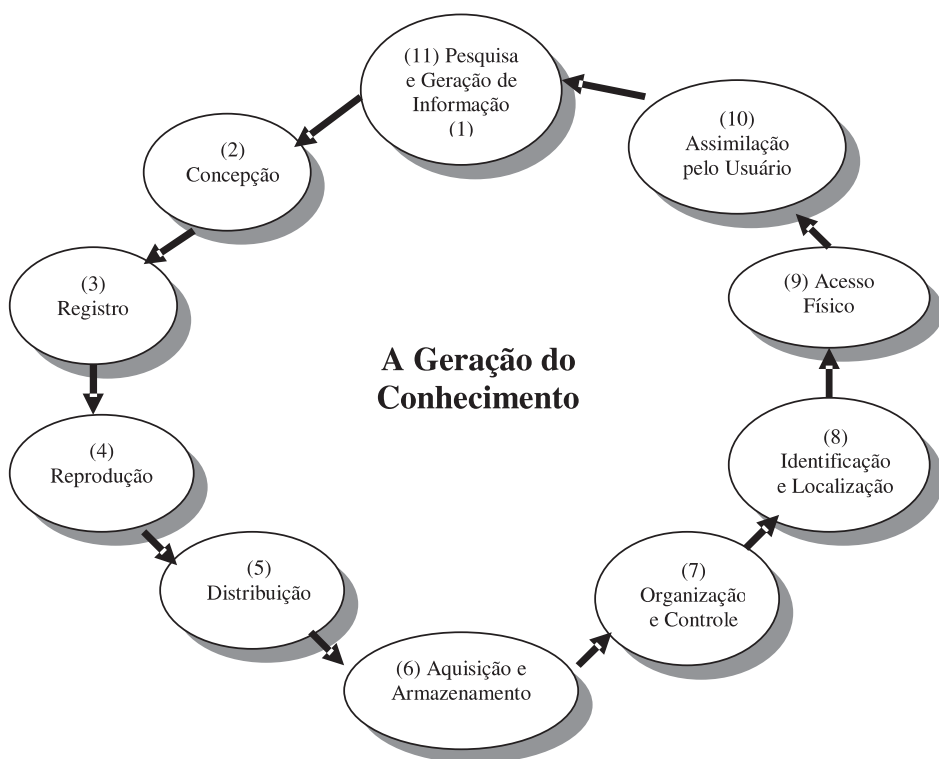
Sob esta ótica, as organizações necessitam administrar o seu fluxo informacional a fim de buscar diferenciação e efetividade em seus processos decisórios. Hoje a sobrecarga de informação, ou seja, o acúmulo aleatório de dados nas organizações, não mais representa vantagem, ao contrário, a coleta sistemática de dados só se justifica se houver aproveitamento em uma situação ou decisão previamente selecionada, senão a acumulação de dados e de papéis sem destinação clara comprometerá a correta gestão do fluxo da informação.

3. MODELOS DE GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMAÇÃO

O primeiro requisito a ser levado em conta no gerenciamento estratégico da informação é a adaptação de modelos de transferência da informação no ambiente corporativo, pois o seu objetivo central consiste

em subsidiar todos os processos administrativos na geração de conhecimento e implementação de soluções, além de estabelecer um modelo próprio de gestão. Esta tarefa responde pela utilidade do gerenciamento do fluxo informacional.

Dentre inúmeros modelos, apresentamos como exemplo a adaptação do Modelo da Transferência de Informação Científica e Tecnológica proposto por King *et al.* *apud* Stumpf (1994):



Fonte: adaptado de King *et al.* *apud* Stumpf, 1994

Figura 1. Modelo de transferência de informação científica e tecnológica

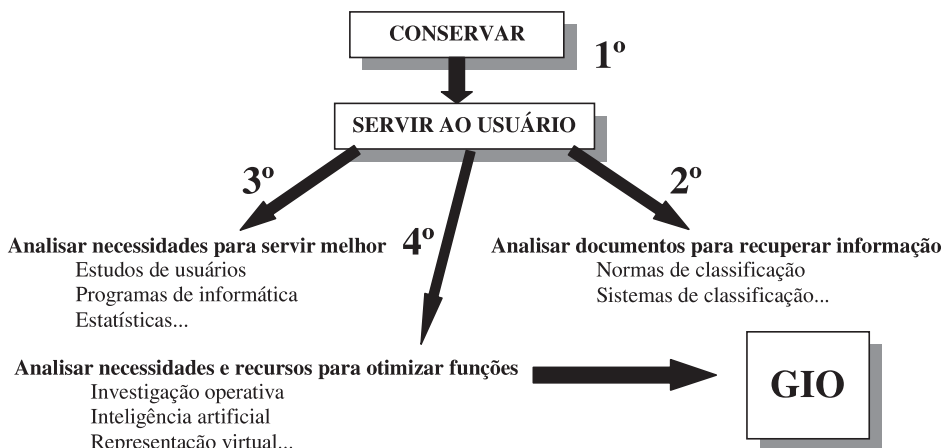
Nesta proposição, as funções listadas devem ser consideradas na formulação de um modelo de gerenciamento estratégico da informação, onde a função 11 de assimilação pelo usuário ganha importância na medida em que suas responsabilidades e tarefas vão ser desempenhadas conforme a interpretação que vai ser dada às informações apreendidas, ou seja, os cientistas e tecnólogos lêem artigos, assimilam seu conteúdo,

alterando com isto seu estado de conhecimento e concluindo o processo de transferência da informação (Stumpf, 1994).

O usuário, em qualquer processo de gestão estratégica da informação, deve ter a garantia de que a sua interpretação das informações resultantes poderá modificar conteúdos e ensejar uma nova retroalimentação do sistema. Este aspecto é a chamada crítica do sistema, onde o usuário, em suas necessidades de informação, representa o requisito de qualidade a ser observado sistematicamente.

Para Chaín (2000), a gestão estratégica da informação ou a Gestão da Informação Organizacional (GIO), refere-se à obtenção da informação demandada em formato adequado para o usuário a um custo compatível. A autora propõe como definição para GIO, um conjunto integrado e flexível de conhecimentos e técnicas usadas para aumentar a produtividade do trabalho (intelectual ou físico), por meio de uma análise precisa de necessidades de informação da organização. Esta definição reforça o requisito usuário como indispensável na montagem de modelos de gestão estratégica da informação.

A figura a seguir demonstra o posicionamento do usuário e da compreensão de suas necessidades na construção de um modelo de gestão da informação organizacional:



Fonte: Chaín, 2000.

Figura 2. A GIO como evolução das funções da informação e documentação

Em uma outra proposta de gerenciamento estratégico da informação, Davenport (2000) desenha um processo genérico composto de quatro passos que estão direcionados aos interesses, problemas e especificidades de cada setor em uma organização:

- **Determinação das exigências**, congrega o conhecimento explícito de como gerentes e funcionários percebem o seu ambiente informacional, incluindo o sistema comunicação e o sistema decisão provenientes da estrutura organizacional. Para Davenport (2000) este passo é o mais subjetivo, pois a compreensão das necessidades informacionais dos executivos não é uma tarefa simples, já que vai envolver as perspectivas políticas, psicológicas, culturais e estratégicas.

Mesmo considerando as dificuldades de se operacionalizar a determinação das exigências dos usuários (suas necessidades de informação), esta tarefa é chave na transformação de modelos genéricos de gestão da informação em realidade. Todas as outras funções que o autor aborda, dependem do conhecimento claro dos requisitos dos usuários.

- **Obtenção da informações**, considerando que a obtenção da informação deve ser uma função derivada da determinação das exigências do usuário, ela deve ser configurada para ofertar informação de maneira sistemática e contínua. Segundo Davenport (2000) obter informação deve ser uma atividade ininterrupta e não algo que possa ser finalizado e despachado. Daí a necessidade de um sistema de aquisição contínua de informação.

A obtenção ou o acesso à informação constituem-se em um grande desafio às atividades ligadas ao gerenciamento de sistemas de informação, que ainda se revelam viáveis e efetivos na sua disponibilização. O que devemos ressaltar nesta problemática é que na obtenção da informação proposta pelo autor, assim como na sua disponibilização por meio de sistemas, o fator crítico de sucesso está no amplo conhecimento das necessidades de informação dos seus usuários, ou seja, gerentes e funcionários de uma dada organização. Ao contrário, seria como disponibilizar recursos informacionais sem saber ao certo se

serão úteis aos processos decisórios, o que no mínimo aumenta o custo de manutenção dos sistemas informacionais.

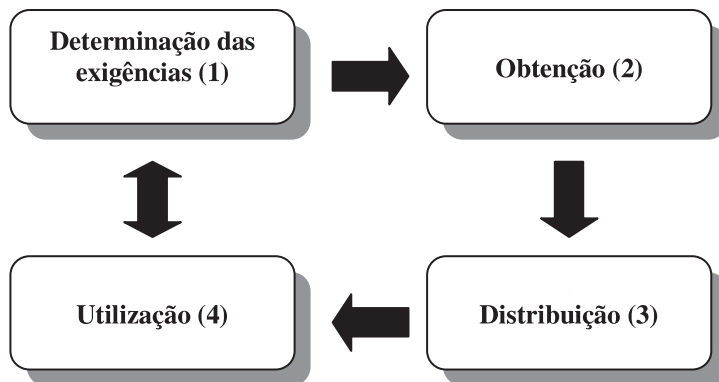
- **Distribuição – está ligada a processos que formatam a informação.** A disponibilidade e a possibilidade de distribuição da informação são determinadas, em grande parte, pelos seus formatos, o que dificulta o acesso se os usuários não os conhecem. Segundo Davenport (2000) componentes tais como uma arquitetura informacional eficiente e investimento tecnológico da empresa podem facilitar a distribuição da informação.

Os canais de distribuição da informação devem ser determinados com base nas ferramentas e capacidades de acesso que os usuários possuem. Desta forma, a adaptação, ou até mesmo a busca por outros canais de informação devem ser realizados a fim de facilitar o acesso (obtenção) do item informacional. Assim, os processos que envolvem a função distribuição devem estar de acordo com os formatos e necessidades informacionais mais adequadas à realidade de acessibilidade do usuário.

- **Uso da informação** – parte final do processo de gerenciamento da informação, é o objetivo central das outras funções. Se o uso da informação for baixo, compromete a efetividade de todo o processo e enseja, como consequência direta, uma reavaliação de todos os outros passos, além de atestar o fracasso de todo o processo. Para ilustrar esta situação Davenport (2000) recorre ao exemplo do medicamento que quando não é tomado não produz qualquer efeito, ou seja, a informação de nada servirá enquanto não for utilizada.

O efetivo uso da informação confirma que o esforço na determinação das exigências dos usuários, demonstrado na prévia identificação de suas necessidades informacionais, deve ser o resultado esperado do gerenciamento estratégico da informação. Assim sendo, a importância do uso da informação é, em primeiro lugar, promover o acesso (obtenção) ao item informacional, concluindo, desta maneira, o processo de transferência da informação. Em segundo lugar, confirmar as exigências dos usuários e retroalimentar o processo de gerenciamento informacional.

Podemos adaptar o modelo proposto por Davenport (2000) incluindo a retroalimentação do processo, conforme a figura a seguir:



Fonte: adaptado de Davenport, 2000.

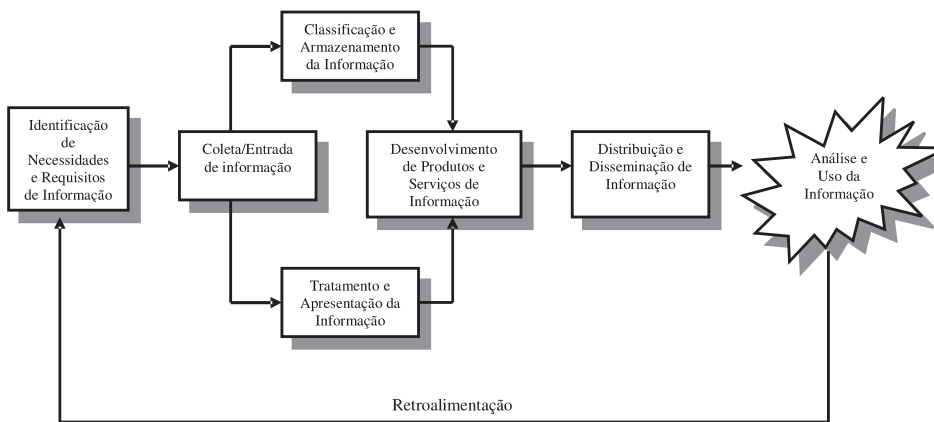
Figura 3. O processo de gerenciamento da informação

No modelo de gerenciamento estratégico da informação apresentado por McGee & Prusak (1994), a questão do usuário é mais explícita, já que o processo descrito pelos autores tem início com a identificação das necessidades e requisitos de informação:

- **Identificação das necessidades e requisitos de informação**, tarefa mais importante do processo, pois é neste momento que a decisão de focar as necessidades de informação dos usuários transforma-se em requisito;
- **Classificação e armazenamento de informação/tratamento e apresentação de informação**, pressupõe como os usuários terão acesso às informações. Tão importante quanto o conteúdo de cada item informacional, a forma dada por meio do tratamento e da classificação destes itens de informação será decisiva para a posterior recuperação em uma base de dados;
- **Desenvolvimento de produtos e serviços de informação**, tarefa pela qual os usuários do sistema têm acesso aos itens de informação e ao mesmo tempo possibilitam o cumprimento da tarefa seguinte; e,

- **Distribuição e disseminação da informação**, etapa final do processo, onde os profissionais nela engajados devem estar aptos a compreender com clareza as necessidades de informação dos usuários.

Na concepção proposta por McGee & Prusak (1994) *apud* Araújo Jr. (2005), a criação de valor para o processo está assentada no conhecimento proativo das necessidades dos usuários, o que deve proporcionar subsídios para a determinação dos requisitos a serem utilizados no âmbito do gerenciamento estratégico da informação.



Fonte: adaptado de McGee & Prusak, 1994 *apud* Araújo Jr., 2005

Figura 4. Tarefas do processo de gerenciamento de informações

Preocupações com o gerenciamento estratégico da informação também estão presentes em sistemas de inteligência. Para Cepik (2002), as organizações de inteligência foram sendo configuradas a partir de certa especialização ao longo do *continuum* de coleta, análise e disseminação de informação e gestão. Hoje temos organizações relativamente especializadas, pelo menos do ponto de vista das técnicas, dos procedimentos, dos métodos de emprego dessas atividades e das culturas organizacionais, segundo as disciplinas de coleta (fontes humanas, de imagens e de sinais) ou segundo a área de análise (economia, tecnologia, etc.). Esse tipo de especialização funcional pode ou não traduzir-se em agências ou serviços separados organizacionalmente.

A efetividade dos sistemas de inteligência reside em uma correta disponibilização de recursos informacionais para apoiar processos decisórios, sobretudo no que diz respeito ao estabelecimento de um fluxo contínuo e sistemático de informação na forma de serviços e produtos. Sobre esta assertiva Cepik (2002) acrescenta que o funcionamento ideal da atividade de inteligência deve transformar a decisão em um processo mais realista, ágil, reflexivo e mais informado. Para que isto de fato ocorra, a gestão estratégica da informação deve ser estruturada no âmbito organizacional o mais rápido possível.

Como o funcionamento da atividade de inteligência depende da gestão informacional, a própria palavra inteligência tornou-se estratégica, pois hoje, de acordo com Cepik (2002), qualquer coisa que tenha a ver com gestão de informação e planejamento de longo prazo recebe o nome de inteligência estratégica.

Sobre a gestão da informação, Chaín (2000) apresenta 12 objetivos que estão associados ao papel que o gestor da informação assume em uma organização. Podem ser vistos, também, como recomendações para a gestão estratégica da informação. São eles:

- Determinar as necessidades internas e externas de informação (relativas à funções, atividades e processos administrativos da organização);
- Desenvolver a base informacional da organização e garantir a sua acessibilidade;
- Otimizar o fluxo de informação da organização e o nível das comunicações;
- Desenvolver a estrutura informacional da organização e garantir a sua operação;
- Manipular eficientemente os recursos institucionais de informação, a fim de aumentar o seu valor para a organização;
- Garantir a integridade e a acessibilidade à memória corporativa;
- Avaliar periodicamente a qualidade e o impacto do suporte de informação para a gestão e o desenvolvimento da organização;

- Otimizar o aproveitamento da base e da estrutura informacional da organização para melhorar sua produtividade e o seu rendimento;
- Estabelecer, aplicar e supervisionar os procedimentos de segurança da informação da organização;
- Capacitar o pessoal no uso dos recursos informacionais da organização;
- Contribuir com a modernização e otimização das atividades e processos organizacionais; e
- Garantir a qualidade dos produtos e serviços de informação, bem como assegurar a sua disseminação efetiva.

Certamente, ao apresentar modelos devemos estar conscientes de que eles são genéricos e por isso mesmo, abertos à adaptações, ajustes e redesenhos que deverão colocá-los no horizonte de desenvolvimento organizacional de cada realidade corporativa. Como modelo, ele poderá servir como base para um projeto de implantação de sistemas informacionais. Por isso, a ampla consideração de realidades empresariais específicas vão requerer toda uma etapa preliminar de diagnóstico, a fim de definir as exigências informacionais da organização.

4. A APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO ESTRATÉGICO DA INFORMAÇÃO EM COMUNIDADES DE PRÁTICA

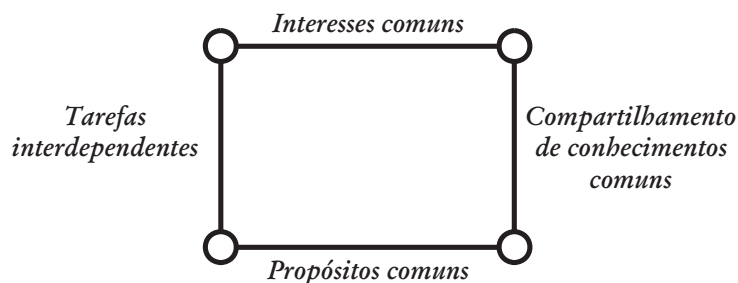
As comunidades de prática são definidas como grupos flexíveis de profissionais com interesses comuns que interagem através de tarefas interdependentes, orientadas por propósitos comuns. Deste modo, compartilham um conjunto de conhecimentos comuns (Davenport *apud* Sena, Araújo JR.; Cormier, 2003).

O gerenciamento estratégico da informação em comunidades de prática passa pela sondagem sistemática das suas necessidades de informação. A sondagem aqui deve ser entendida como sondagem ambiental, ou seja, triagem de dados coletados do ambiente, com vistas à detectar tendências emergentes, comportamentos e posicionamentos (Dees; Beard, 1984; Jain, 1984 e Bodensteiner, 1991).

Ao abordarmos o levantamento de necessidades de informação no contexto das comunidades de prática devemos considerar amplamente o tratamento dado às partes constituintes de um grupo desta natureza. Ao tratarmos destas partes podemos estabelecer uma analogia com os elementos do conceito de sistema proposto na teoria geral de sistemas de Bertalanffy (1977), que considera conjuntos de elementos a partir de três distinções: 1) de acordo com seu número; 2) de acordo com a sua espécie; e 3) de acordo com as relações dos elementos:

Em comunidades de prática, o conjunto de partes está associado à terceira distinção, ou seja, de acordo com as relações dos elementos.

Segundo Bertalanffy (1977), nos casos 1 e 2 pode-se considerar a soma dos elementos isoladamente, já no caso 3 não somente devem ser conhecidos, mas também as relações entre eles. Este princípio é que rege o conceito de comunidades de prática. Ainda a partir deste conceito, torna-se factível monitorar sistematicamente necessidades de informação, já que a interação entre os profissionais (usuários de processo de gerenciamento estratégico da informação), se dá por:



(Sena, Araújo Jr. & Cormier, 2003)

Figura 6. Interação em comunidades de prática

O primeiro passo na sondagem das necessidades de informação de uma comunidade de prática é o reconhecimento dos fatores críticos de sucesso¹ desta tarefa, sobretudo naqueles associados aos pontos de convergência, na troca e compartilhamento de conhecimento, interesses,

¹ Fatores críticos de sucesso (FCS) – características, condições ou variáveis críticas para o sucesso (atingimento dos objetivos) em um dado processo ou até mesmo em uma organização (Rockart, 1979).

tarefas e propósitos comuns, elementos que ao mesmo tempo caracterizam este tipo de comunidade/grupo. O quadro abaixo aponta estes fatores e as ações associadas:

Quadro 1. FCS no monitoramento de necessidades de informação em comunidades de prática

| FATOR CRÍTICO DE SUCESSO (FCS) | AÇÃO ASSOCIADA |
|---|--|
| Conhecer os interesses comuns do grupo | Mapeamento e enumeração dos interesses comuns do grupo |
| Conhecer as tarefas interdependentes do grupo | Levantamento e fluxogramação das tarefas interdependentes do grupo |
| Conhecer os propósitos comuns do grupo | Mapeamento e enumeração dos propósitos comuns do grupo |
| Conhecer os canais de comunicação interna do grupo, aonde exista compartilhamento de conhecimentos comuns | Identificação dos canais de comunicação interna do grupo |

Fonte: Sena, Araújo Jr. & Cormier, 2003.

Duas questões devem nortear o estudo de necessidades de informação em um modelo de gerenciamento estratégico da informação para comunidades de prática:

- Quais necessidades dos profissionais devem ser sondadas sistematicamente?
- Como, a partir da sondagem sistemática de necessidades de informação, pode-se obter uma efetividade para o processo de gerenciamento estratégico da informação?

As respostas para estes questionamentos devem estar baseadas nas seguintes premissas:

- O fator crítico de sucesso na sondagem sistemática de necessidades de informação deve ter como objetivo o aumento da capacidade e efetividade da resposta no processo de gerenciamento estratégico da informação; e
- A sondagem sistemática das necessidades de informação dos profissionais em comunidades de prática será determinante no estabelecimento de requisitos básicos para a construção de um modelo de gerenciamento estratégico da informação focado na busca e recuperação da informação;

Considerando o princípio básico da teoria geral de sistemas, onde para se conhecer as características e o comportamento do complexo, faz-se necessário conhecer o total das partes contidas no sistema, bem como as relações que se estabelecem entre elas, podemos considerar que as tarefas básicas a serem cumpridas na construção de uma sistemática para aumento da capacidade e efetividade da resposta no processo de gerenciamento estratégico da informação em comunidades de prática são:

- Realização de sondagens sistemáticas das necessidades de informação de profissionais inseridos em comunidades de prática;
- Diagnóstico e montagem de um panorama das interações entre os profissionais inseridos em comunidades de prática e
- Estabelecimento de requisitos básicos para um modelo de gestão estratégica da informação no que diz respeito ao aumento da capacidade e efetividade da resposta em comunidades de prática.

CONCLUSÃO

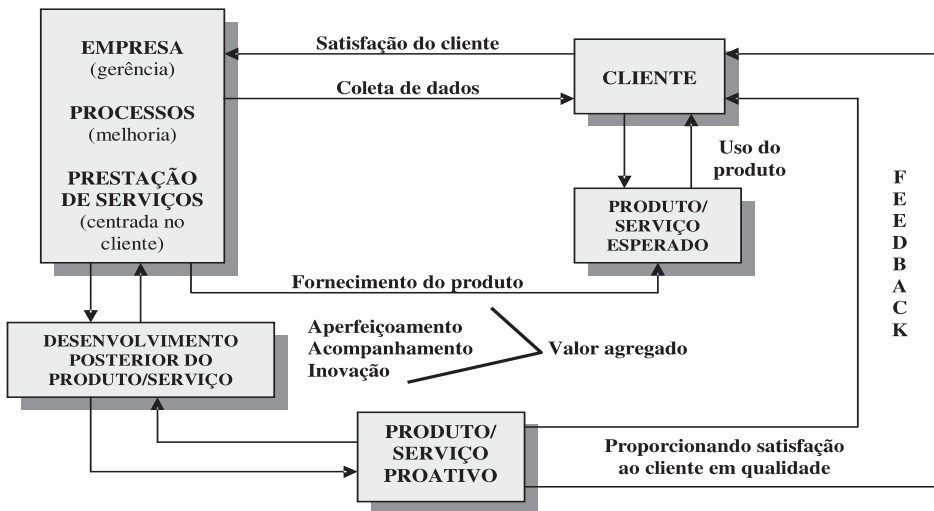
O que transforma a simples manipulação da informação no dia-a-dia das organizações em gerenciamento estratégico da informação é a capacidade que as corporações possuem de monitorar informações ambientais para responder satisfatoriamente aos desafios e oportunidades que se apresentam continuamente, ou seja, inteligência organizacional (Tarapanoff, Araújo Jr. & Cormier, 2000).

A inteligência organizacional deve estar amparada em uma gestão proativa dos recursos informacionais que as organizações devem estabelecer nos moldes de um sistema de informação. Este sistema, por sua vez, deve ser configurado em etapas que envolvam o uso de instrumentos de coleta de dados, processamento da informação, distribuição da informação e agregação de valor à informação, além de incorporar o indispensável estudo de necessidades de informação dos seus usuários. A inteligência pode ser comparada a uma apólice de seguros contra uma ameaça que pode nunca se concretizar, mas cujo dano potencial justifica um investimento (Cepik, 2002).

Assim sendo, o gerenciamento estratégico da informação deve incorporar a idéia central da inteligência organizacional qual seja, monitorar sistematicamente informações ambientais, com a finalidade de apoiar proativamente a escolha da estratégia corporativa e o uso da informação como subsídio ao processo decisório.

O gerenciamento estratégico da informação só será efetivo na medida em que o conhecimento das necessidades de informação dos usuários dos sistemas de informação for uma de suas principais tarefas, já que o usuário deve ser visto como o objetivo precípua e as suas necessidades informacionais requisitos básicos para o desenvolvimento, gerenciamento e aprimoramento contínuo dos sistemas de informação.

Na figura a seguir, proposta por Araújo Jr. (1998), é possível verificar como um usuário determina, a partir da sua satisfação, o posterior desenvolvimento de produtos e serviços, além dos mecanismos de retroalimentação do ciclo produtivo de fornecimento da informação o que possibilita à organização antecipar-se à demanda, acompanhar e atualizar produtos e serviços ofertados:



Fonte: Araújo Jr., 1998

Figura 7. Proatividade² na gestão da informação

² O conceito de proatividade está relacionado à antecipação a uma situação determinada, ou seja, envolve a previsão das expectativas e a concretização da demanda latente antes da demanda expressa (Araújo Jr., 1998).

No gerenciamento estratégico da informação, a adaptação de modelos de transferência da informação são fundamentais para definir o escopo de acesso dos usuários aos serviços e produtos a serem ofertados pelos sistemas informacionais, com isso o conhecimento e a implementação de soluções na ambiência corporativa deverão estar respaldados em um modelo próprio de gestão do fluxo informacional.

Cada vez mais o gerenciamento do fluxo informacional acaba por impor um paradigma, o de que a organização inteligente é aquela capaz de processar grandes volumes de informações, mas que tem também, a capacidade de tratá-las adequadamente, empregando filtros que facilitem a obtenção da informação desejada no momento requerido (Sena, Araújo Jr.; Cormier, 2002).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JR., R. H. de. *Estudo de necessidades de informação dos gerentes do setor editorial e gráfico do Distrito Federal*. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação)- Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

_____. *Precisão no processo de busca e recuperação da informação*. 2005. Tese (Doutorado em Ciência da Informação)- Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

BERTALANFFY, L. Von. *Teoria geral dos sistemas*. Tradução de Francisco M. Guimarães. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

BODENSTEINER, W. D. Three components of perceived environmental uncertainty: an exploratory analysis of the effects of aggregation. *Journal of management*, p. 749-768, Dec. 1991.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Sociedade da informação no Brasil: livro verde*. Brasília, 2000.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. Tradução de Roneide V. Majer. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CEPIK, M. Inteligência militar e política de defesa. In: SEMINÁRIO DE POLÍTICA DE DEFESA PARA O SÉCULO XXI, 2002, Brasília. *Anais...* Brasília: Câmara dos Deputados, Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional, 2002.

CHAÍN, C. N. *Gestión de información en las organizaciones*. Murcia: Universidad de Murcia, 2000.

DAVENPORT, E. Knowledge management issues for online organizations: 'communities of practice' as an exploratory framework. *Journal of Documentation*, v. 57, n. 1, p. 61-75, Jan. 2001.

DAVENPORT, T. H. *Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso da era da informação*. Tradução de Bernadette Siqueira Abrão. São Paulo: Futura, 2000.

DEES, G. G.; BEARD, D. W. Dimensions of organizational task environments. *Administrative Science Quarterly*, p. 52-73, Mar. 1984.

JAIN, S. C. Environmental scanning in U. S. corporations. *Long Range Planning*, p.117-128, Apr. 1984.

KING, D. W. et al. *Scientific journal in the United States: their production, use and economics*. Stroudsburg, Penn: Hutchinson Ross, 1981.

MASSUDA, Y. *A sociedade da informação como sociedade pós-industrial*. Tradução de Kival C. Weber e Ângela Melim. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 1982.

MATTELART, A. *La communication-monde: histoire des idées et des stratégies*. Paris: La Découverte, 1991.

MCGEE, J.; PRUSAK, L. *Gerenciamento estratégico da informação: aumente a sua competitividade e a eficiência de sua empresa utilizando a informação como ferramenta estratégica*. Tradução de Astrid B. de Figueiredo. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

PRICE, D. de S. *A ciência desde a Babilônia*. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: USP, 1976.

ROCKART, J. F. Chief executives define their own data needs. *Harvard Business Review*, v. 57, n. 2, p. 81-93, Mar./Apr. 1979.

SENA, R. F. de; ARAÚJO JR., R. H. de; CORMIER, P. M. J. Aspectos fundamentais na construção de um sistema de inteligência competitiva. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA E GESTÃO DO CONHECIMENTO; CONGRESSO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GESTÃO DO CONHECIMENTO, 3., 2002, São Paulo. *Anais...* São Paulo: KM Brasil, 2002.

_____. Mapeamento do processo de gestão do conhecimento. *Administração em Revista*, v. 6, n. 2, p. 93-105, jul./dez. 2003.

STUMPF, I. R. C. *Revistas universitárias: projetos inacabados*. 1994. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo, 1994.

TARAPANOFF, K.; ARAÚJO JR., R. H. de; CORMIER, P. M. J. Sociedade da informação e inteligência em unidades de informação. *Ciência da Informação*, v. 29, n. 3, p. 91-100, set./dez. 2000.

Resumo

Reúne elementos para comprovar que a transformação da informação do dia-a-dia das organizações em elemento estratégico de tomada de decisão é a capacidade que as corporações possuem de monitorar informações ambientais para responder satisfatoriamente aos desafios e oportunidades que se apresentam continuamente. Essa situação é classificada pelos autores de inteligência organizacional, aquela que deve estar amparada em uma gestão proativa dos recursos informacionais que as organizações devem estabelecer nos moldes de um sistema de informação. Conclui, nesse contexto, que o gerenciamento estratégico da informação deve incorporar a idéia central da inteligência organizacional qual seja, monitorar sistematicamente informações ambientais, com a finalidade de apoiar proativamente a escolha da estratégia corporativa e o uso da informação como subsídio ao processo decisório.

Abstract

This article congregates elements to prove that the transformation of the day-by-day information of the organizations in strategic element of decision taking is the capacity of the corporations possess to monitor ambient information to answer satisfactorily to the challenges and chances that if present continuously. This situation is classified by the authors of organizational intelligence, the one that must be supported in a proactive management of the informationals resources that the organizations must establish in the molds of an information system. It concludes, in this context, that the strategical management of the information must incorporate the central idea of organizational intelligence which is, to monitor ambient information sistematically, the purpose to proactively support the choice of the corporative strategy and the use of the information as subsidy to the power to decide process.

Os Autores

ROGÉRIO HENRIQUE DE ARAÚJO JÚNIOR é doutor em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília e professor adjunto do Departamento de Ciência da Informação e Documentação da mesma Universidade. É membro dos grupos de Pesquisa Representação e Organização da Informação e do Conhecimento e Inteligência Organizacional e Competitiva registrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil do CNPq. Atualmente é gerente do Programa de Comutação Bibliográfica (Comut) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict/MCT).

LILLIAN ALVARES é engenheira mecânica e mestre em Ciência da Informação, e professora assistente da Universidade de Brasília (UnB). Sua linha de pesquisa é na área de Ciência da Informação, com ênfase em Planejamento de Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Corporativa, Ciência e Tecnologia, Cooperação em Ciência e Tecnologia e Informação Tecnológica.

Inovação tecnológica na perspectiva da infra-estrutura técnica: Metrologia e Avaliação da Conformidade

Claudia Canongia

INTRODUÇÃO

O cenário atual, no mundo e no país, exige que as instituições públicas brasileiras de pesquisa, redirecionem suas estratégias de forma a reforçar o caráter desenvolvimentista e inovador como fatores essenciais para a ampliação tanto de sua legitimidade econômico-social quanto de sua sustentabilidade institucional (Salles Filho e Bonacelli, 2005).

A Metrologia e a Avaliação da Conformidade (M&AC) como fatores de diferenciação tecnológica e comercial para as empresas são, na atualidade, uma questão estratégica. Cabe enfrentar o desafio de tratar ambos os temas como mecanismos que minimizam barreiras e maximizam benefícios tanto nas transações comerciais quanto nas articulações de soluções em prol da melhoria da qualidade de vida.

Reconhece-se cada vez mais que uma dada tecnologia prescinde da definição de padrões de produção para a ampliação de seu uso; e tal aspecto vem resultando na evolução da literatura econômica sobre normalização, regulamentação e padronização (Hasenclever e Tigre, 2002). Esta dimensão inclui as atividades no âmbito da metrologia e avaliação da conformidade.

Vale, então, enfatizar a ampla dimensão da M&AC e realçar que essas disciplinas se caracterizam como um importante mecanismo para acesso a mercados, sendo, portanto essencial conceituá-las, conforme a seguir apresentado:

“A Metrologia é a ciência da medição que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que

seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou tecnologia (Inmetro, 2007;VIM-2.2).

“A Avaliação da Conformidade é um processo sistematizado, com regras pré-estabelecidas, devidamente acompanhado e avaliado, de forma a propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço, ou ainda um profissional, atende a requisitos pré-estabelecidos por normas ou regulamentos” (Inmetro, 2005:41)

É nesse contexto que serão abordados neste estudo nos itens 1, 2 e 3 os conceitos de inovação e inovação tecnológica bem como conceitos sobre sistemas de inovação e modelo sistêmico para tais sistemas. No item 4 apresenta-se visão macro do estágio de países em desenvolvimento *vis a vis* o estágio de desenvolvimento do Brasil, e são identificados marcos legais e institucionais mais recentes para a promoção da inovação no País. No item 5 apresenta-se a importância da infra-estrutura técnica no sistema nacional de inovação, bem como é proposto visão de sistema nacional de inovação e *framework* sobre os escopos no âmbito da Metrologia e Avaliação da Conformidade *vis a vis* ações propulsoras para inovação tecnológica. Finalmente no item 6 são apresentadas as considerações finais.

1. INOVAÇÃO: MOTOR DE COMPETITIVIDADE NA ECONOMIA GLOBAL

Para a reflexão proposta no presente estudo, faz-se necessário entender inovação, e mais particularmente a inovação tecnológica, cabendo apresentar conceitos da literatura especializada, como forma de balizamento e insumo para reflexão sobre em que medida a Metrologia e a Avaliação da Conformidade estão intimamente conectadas ao processo de inovação das empresas e das nações, ao mesmo tempo o quanto é fundamental estimular ações propulsoras para a inovação das próprias disciplinas, fundamentais para alavancar um ciclo virtuoso de desenvolvimento.

A qualidade de vida das pessoas, o sucesso das empresas e o desenvolvimento sustentado das nações dependem, cada vez mais, da inovação como motor de competitividade. Portanto, a eficácia e a velocidade com que conhecimentos científicos, tecnológicos e técnicos são absorvidos, adaptados, produzidos, disseminados e aplicados, conformam-se como fatores-chave de sucesso no atual cenário mundial.

Observa-se que vem sendo essencial o reconhecimento do papel da ciência, da tecnologia e da inovação como fatores centrais de competitividade e qualidade de vida. Soma-se a necessária reformulação do modelo de inovação em geral adotado, por modelos integrados que incentivem o vínculo e a interação entre as partes interessadas ao longo de todo o ciclo de inovação.

Cada vez mais fica em evidência a relevância de desenvolvimento de uma infra-estrutura técnica nacional robusta, com especial atenção para a metrologia e a avaliação da conformidade, de forma a apoiar efetivamente a competitividade e inovação das empresas com conseqüentes avanços para o País em termos socioeconômicos.

Outro aspecto a se considerar refere-se ao atendimento das demandas do mercado: as atividades de ciência e tecnologia são cada vez mais abrangentes, enriquecendo seu conteúdo substantivamente, e sincronizando sua dinâmica com a de um mercado em constante mutação. Isso significa que a inovação, a ciência e a tecnologia articulam-se na tentativa de integrar e facilitar o comércio, tal premissa afeta especialmente os países em desenvolvimento. (Organização dos Estados Americanos – OEA, 2005)

Dessa forma, a rápida difusão de uma “nova onda” de inovação não só modifica a base técnica responsável pela dinâmica do ciclo de acumulação de capital, mas também influencia os mais distintos processos de produção e de trabalho, a partir do aumento dos lucros, dos ganhos de produtividade e da queda dos preços, com destaque para os segmentos mais modernos e dinâmicos.

Ao mesmo tempo, a competição crescente em nível internacional vem levantando questões relevantes ao entendimento do processo de inovação, principalmente nos últimos anos, cabendo compreender que inovação constitui-se em processo de busca e aprendizado constantes, dependente de interações e marcada por especificidades. É, portanto, uma abordagem complexa que vem rompendo paradigmas neste momento de construção da Sociedade do Conhecimento.

Nessa evolução, fica clara a importância da inovação radical ou de ruptura, qual seja aquela que ocorre quando uma nova tecnologia emerge favorecendo a geração de novos produtos, processos ou serviços, tanto

quanto da inovação incremental, qual seja, aquela que ocorre geralmente em uma base tecnológica mais madura, como fator natural de competição, por meio da diferenciação de produtos, processos e serviços (adaptações e melhorias percebidas).

Ao pensar inovação não se pode deixar de entender que além da classificação por grau da novidade (radical ou incremental), as inovações podem ser classificadas pelo atendimento às necessidades do consumidor final, ou seja, calcada na demanda (industrial, individual, grupos sociais etc), ou considerando formas de gestão (por produtos, por competências básicas, por administração estratégica, por foco em inovação) (Maculan, 2003).

A competição por inovação e diferenciação de produto é considerada uma das mais relevantes para o desenvolvimento. O Ipea em seu estudo, “Brasil: O estado de uma Nação” demonstrou os benefícios da inovação tanto para o desempenho e a sustentabilidade da economia, quanto para geração de emprego e de renda. O Brasil já alcançou um patamar com certo grau de reconhecimento no mundo científico e também tem uma indústria relativamente moderna e integrada, mas falta dar um passo à frente, qual seja o de transformar o conhecimento acumulado em inovação e incorporá-la ao sistema produtivo e social.

E neste ponto cabe salientar o que já era amplamente defendido pelo economista Schumpeter em suas teorias, em especial no que se refere a entender que a inovação está fortemente associada à capacidade empreendedora, o que por vezes requer flexibilidade e “elevados” riscos. (Schumpeter, 1934 *apud* Furtado, 2004).

2. ENTENDENDO A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E OS NOVOS CAMINHOS DA INOVAÇÃO ABERTA

De acordo com Fleury (2003), as organizações têm utilizado uma variada e complexa gama de tecnologias com o objetivo de alcançarem maiores índices de competitividade. Novas tecnologias podem ser encontradas em vários ambientes, com reflexos diferentes em cada um deles, em virtude das peculiaridades inerentes a cada contexto. Desde o planejamento de novos produtos, da reorganização de processos

produtivos, passando pela adoção de novos modelos de gestão administrativa, as novas tecnologias têm sido adotadas como catalisadores para o alcance de melhores resultados.

Nesta direção, registra-se a visão de Jones (2007) que esclarece que enquanto a pesquisa tecnológica busca a inovação nos limites das escalas de laboratório ou piloto, o desenvolvimento tecnológico representa a afirmação da novidade (produto e/ou processo) em escala industrial.

O autor também realça que a tecnologia industrial representa a materialização da P&D tecnológica, sendo entendida como ciência aplicada, ou seja, aquela que aplica as teorias científicas testando-as e comprovando-as por meio de ensaios e modelos em diferentes escalas (bancada, piloto, protótipo, semi-industrial) a processos industriais e/ou produtos industrializáveis e/ou sistemas cibernéticos. Para Jones, os resultados das atividades de um pesquisador tecnólogo demonstram normalmente comportamentos físico-químicos e mecânicos de produtos e/ou processos e/ou sistemas, e indicam limites críticos dos experimentos e dos ensaios, das rotas, das velocidades de reação, dentre outros parâmetros, que caracterizam os aspectos qualitativos e quantitativos de um processo semi-industrial e/ou protótipo de produto e/ou sistema. (Jones, 2007)

É nesse contexto que mais uma vez a metrologia e a avaliação da conformidade têm papel salientado, dado o efetivo apoio ao incremento da competitividade de empresas e cadeias e/ou arranjos produtivos, em especial no que tange a posicionamento no mercado, face à realização de P&D notadamente aplicada e estratégica.

Inovações tecnológicas correspondem, portanto, à aplicação de conhecimento e de competências tecnológicas acumuladas pela empresa e parceiros para criar e/ou adaptar produtos, processos, aplicações, e serviços. Assim, atividades de inovação tecnológica são todos os passos necessários para desenvolver e implementar produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados. Inovação de processo inclui métodos de distribuição, bem como métodos que compreendem mudanças em equipamento, ou na organização da produção, ou uma combinação de ambos, e podem ser derivados do uso de conhecimento novo.

No sentido de deixar claro, os contornos da inovação tecnológica, destaca-se que as mudanças abaixo relacionadas não são consideradas inovações tecnológicas, apesar de serem considerados processos de inovação (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001):

- melhorias em produtos com o propósito de torná-los mais atrativos aos consumidores sem mudança em suas características tecnológicas;
- pequenas mudanças tecnológicas (melhorias não substanciais – simples ajustes) de produtos e processos ou modificações que não apresentam qualquer nível de novidade; modificações de produtos e processos cuja novidade não diz respeito às características objetivas de uso ou desempenho dos produtos, ou da maneira pela qual eles são produzidos ou distribuídos, mas antes às suas qualidades estéticas ou subjetivas;
- implementação de normas de gestão, da qualidade ou ambiental, só deve ser considerada uma inovação tecnológica se a sua introdução implicou o desenvolvimento de uma nova tecnologia ou gerou um avanço tecnológico significativo em produto ou processo.

E como vetor da dinâmica observada no cenário internacional, ganha força a recente abordagem de Chesbrough *et al.* (2006) que defende que a idéia central na Sociedade do Conhecimento é a da “inovação aberta”, visto que os movimentos mundiais de ampla troca de conhecimentos e a rapidez das mudanças, vem exigindo das empresas não mais focarem seus esforços de P&D exclusivamente de forma endógena e, sim, atuando de forma diversificada e abrindo um leque de parcerias estratégicas visando a promoção da inovação:

“Open innovation is the use of purposive inflows and outflows of knowledge to accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation, respectively. [This paradigm] assumes that firms can and should use external ideas as well as internal ideas, and internal and external paths to market, as they look to advance their technology.” (Chesbrough et al., 2006: 2)

3. SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO: VISÃO DINÂMICA E EM REDE

Abordagens lineares da inovação são apresentadas tanto nas teorias clássicas quanto nas neoclássicas, que tratam inovação como uma série sucessiva de etapas de construção de artefatos e de desenvolvimento de conhecimentos específicos relacionados com os produtos e processos inovadores.

No entanto, o tempo e história demonstram que há que se considerar a multiplicidade de variáveis e atores e que, portanto, a relação é complexa e a linearidade não responde ao amplo espectro de anseios e/ou aponta soluções criativas na velocidade em que as mudanças técnicas ocorrem. Assim, na metade da década de 80, é introduzido o modelo interativo que combina as trocas internas das empresas, e as existentes entre empresas e o sistema de C&T¹, em que a mesma se insere.

O papel central das interações entre diferentes atores dos processos de inovação tornou-se ponto de convergência de vários estudos como os dos renomados Freeman, Rosenberg, Lundval, Dosi, e passou a ser conhecida como teoria *neo-schumpeteriana*. (Conde e Araújo-Jorge, 2003 *apud* Canongia, 2004).

Os conceitos fundamentais resultantes dos estudos de inovação apresentados no documento *Technology and the Economy: The Key Relationships* (OECD, 1992 *apud* Cassiolato e Lastres, 2005), permite destacar aspectos presentes nos sistemas de inovação: formação de redes de cooperação, parcerias estratégicas, importância do conhecimento tácito, e implementação de políticas que contemplem o conceito dinâmico de sistema nacional de inovação.

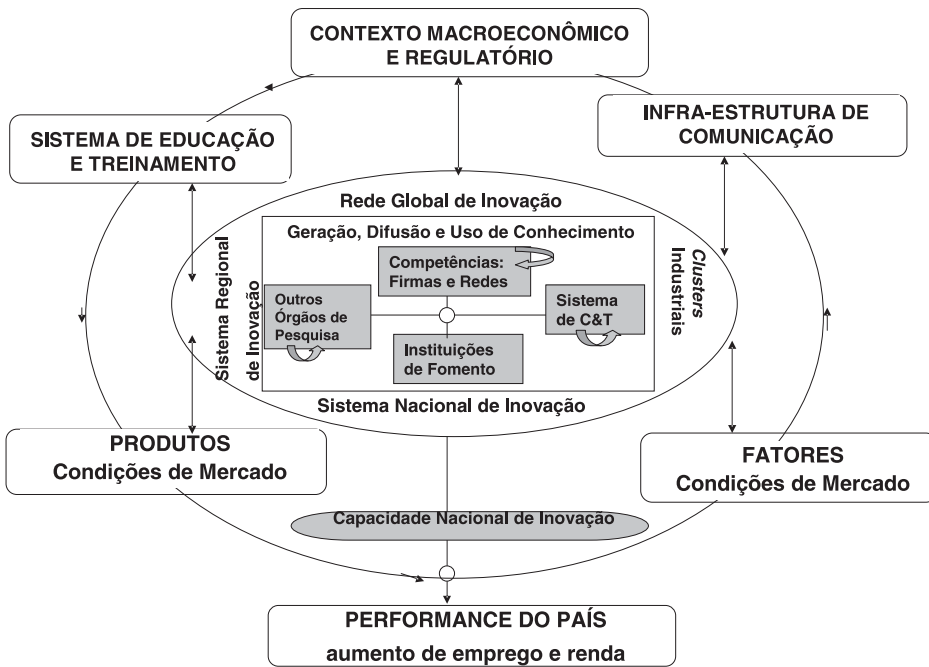
A idéia básica é que o desempenho inovador depende não apenas da performance das empresas e organizações de ensino e de P&D², mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores. Constata-se que os condicionantes do ambiente sistêmico (políticas, regulamentos, normas, etc.) afetam preponderantemente o desenvolvimento dos sistemas de inovação.

¹ Ciência e Tecnologia.

² Pesquisa e Desenvolvimento.

Entende-se, deste modo, que os processos de inovação no nível da empresa são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras empresas e organizações, ou seja, reforça-se que a inovação consiste em um fenômeno sistêmico, dinâmico e interativo, caracterizado por diferentes modalidades de cooperação; e que estas não se esgotam apenas no nível das empresas, exigindo maior escopo de atuação.

Na evolução do modelo dos sistemas nacionais de inovação são destacados os seguintes fatores-chave de sucesso, segundo a OECD (1999): a) contexto macroeconômico regulatório, infra-estrutura de comunicações, sistema educacional e de treinamento b) mercado, capacidade de inovação; rede de inovação global, sistemas nacional e regional de inovação, *clusters* industriais; c) rede de geração, difusão e uso do conhecimento (Figura 1).



Fonte: OECD (1999) *Managing National Innovation System*, Paris, OECD, Fig.4, p.33
 (Nota: O título original da figura é: “Actors and linkages in the innovation system”).

Figura 1. Adaptação do Modelo Sistêmico, Dinâmico e Interativo do Sistema Nacional da Inovação.

A aplicação de dinâmicas globais para retro-alimentação das dinâmicas locais representa, portanto, um dos grandes desafios colocados no cenário atual, exigindo modelos cada vez mais complexos, o que fortalece o paradigma da então chamada inovação aberta.

4. VISÃO MACRO DO ESTÁGIO DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO – BRASIL: URGE INOVAR!

Foi-se o tempo em que os indicadores de CT&I e de Competitividade dos países do “Norte” eram aqueles que mais contrastavam em relação aos do Brasil. Atualmente, a preocupação é agravada pela evidência de que os indicadores de países em desenvolvimento também têm apresentado performances melhores se comparados aos indicadores do país.

No ranking mundial em termos de competitividade nos anos de 2005 e 2006, respectivamente, e segundo o *World Economic Forum*³, o Brasil obteve o 57º e 66º lugar, ao passo que os seguintes rankings de países em desenvolvimento são observados e exemplificados, colocando em evidência o distanciamento do Brasil de condições mais favoráveis de competitividade: Chile (23º;27º), China (49º;54º), Índia (50º;43º). (WEF, 2005; 2006)

O indicador de patentes é internacionalmente usado como medida de inovação tecnológica dado que o mesmo demonstra a capacidade de criação e/ou adaptação de tecnologias, produtos e processos, visando alcançar mercado.

Cabe lembrar que na década de 70, Brasil e Coréia do Sul depositavam números bem próximos de patentes no EUA; no entanto, atualmente a Coréia tem 40 vezes mais depósitos de patentes naquele mercado que o Brasil.

O relatório da *United Nations Conference on Trade and Development* – UNCTAD (2005) constata que a Ásia vem dominando o depósito de patentes no *US Patent and Trade Office* (USPTO) referente a depósitos de países em desenvolvimento, sendo que Taiwan e Coréia, nesta categoria

³ O *Global Competitiveness Report* vem expandindo sua cobertura geográfica nos últimos anos e conta atualmente com a avaliação de 117 economias.

ocupam, respectivamente, o 4º e 5º lugar no *ranking*, seguidos com certo distanciamento da Índia, China e Singapura. O relatório salienta que a América Latina e África são ainda bem incipientes no patenteamento naquele mercado. (Chen e Dahlman, 2005).

O relatório da *World Intellectual Property Organization* – WIPO, divulgado em 2007 traça o perfil de patenteamento mundial e aponta para os seguintes pontos críticos: a) a taxa de crescimento do número de patentes concedidas no mundo aumentou em média 3,6% ao ano, no período de 1995 a 2005; b) cerca de 600 mil patentes foram concedidas em 2005, totalizando 5,6 milhões de patentes vigentes em todo o planeta; c) os EUA aparecem no 1º lugar do *ranking* com cerca de 160 mil patentes obtidas em outros países; h) o Brasil, apesar de apresentar aumento de 4%, em 2005, do número de patentes concedidas em outros países, apresentou redução de 13,5% no número de patentes concedidas comparando-se os dados de 2005 com os de 2006.

Acrescenta-se que pesquisa da economista De Negri (2005) realça que mesmo em termos do indicador de produção científica o país tem posicionamento pior comparativamente a outros países considerados em desenvolvimento e/ou emergentes. Assim, tomando-se como base a produção científica no Brasil entre 1999 e 2001, foram publicados cerca de 38,8 artigos por milhão de habitantes. No mesmo período, Coréia do Sul e Taiwan publicaram, respectivamente, 206,8 e 330,3 artigos científicos por milhão de habitantes.

O *gap* de desenvolvimento do país se confirma e urge mudar a performance atual para melhores patamares competitivos.

4.1. BRASIL – CONSTRUINDO O CAMINHO PARA A INOVAÇÃO: MARCOS NO NOVO MILÊNIO

O Brasil apresentou quase três décadas de estagnação nas período de 1970 a 1990, no que diz respeito ao estímulo ao desenvolvimento sustentado e a competitividade, mesmo considerando algumas poucas e importantes iniciativas.

Há uma reversão nesse quadro, em especial por parte de alguns atores do governo, com maior ênfase no final da década de 1990.

A busca por mecanismos que favoreçam a substituição competitiva de importações, maior geração de emprego e renda, aumento da exportação, aumento da competitividade e melhoria da qualidade de vida “re-aparecem” no cenário decisório da Nação.

Pode-se citar como exemplo, entre os marcos e mecanismos do final dos anos 90 a criação dos Fundos Setoriais no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, mecanismo inovador de estímulo ao fortalecimento do sistema de C&T nacional, implementado a partir de 1999. Atualmente, há 16 Fundos Setoriais, sendo 14 de setores específicos e dois considerados transversais. Os Fundos Transversais são: a) Interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo); e, b) Apoio a melhoria da infra-estrutura de ICTs (Infra-estrutura), ambos os Fundos contemplam o apoio sistemático à evolução e excelência da metrologia e da avaliação da conformidade. Além dos Fundos, outro marco da época refere-se aos Fóruns de Competitividade implantados e coordenados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, desde 2000, com indicação de políticas setoriais e diretrizes de desenvolvimento industrial.

No novo milênio, destaque é dado à Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), lançada em 2003, e que já deflagrou várias medidas, como a desoneração de investimentos e efetivo apoio aos Arranjos Produtivos Locais (APLs) do país. Soma-se o marco legal da Lei de Inovação 10.973/04, regulamentada em outubro de 2005, por meio do Decreto 5.563, que apóia fortemente ações de incentivo à inovação nas empresas, com fortalecimento da proteção dos conhecimentos gerados pelas instituições científicas e tecnológicas (ICTs) públicas e respectiva transferência ao setor privado, bem como com estímulo para atuação de mestres e doutores da ICTs diretamente nas empresas, em prol da melhor apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos pela sociedade.

Outro importante marco a registrar foi o da criação da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em 30.12.2004, regulamentada pelo Decreto 5.352 de 24.01.2005, com a função de “promover a execução de políticas de desenvolvimento industrial, especialmente as que contribuam para a geração de empregos, em consonância com as políticas de comércio exterior e de ciência e

tecnologia”. Essa agência pretende, entre outras atribuições a ampliação do *eco* sobre a importância estratégica da inovação para o país, envolvendo e buscando comprometer cada vez mais o setor empresarial na agenda desenvolvimentista da Nação.

Um marco de extrema importância é o da Lei do Bem 11.196, de 21.11.2005, regulamentada por meio do Decreto 5.798 de 07.06.2006, que contempla recursos públicos para apoio a parte do valor da remuneração de novos pesquisadores, mestres ou doutores, empregados em atividades de inovação em empresas nacionais, e que permite que a empresa obtenha dedução em dobro de seus dispêndios em P&D, e outros benefícios.

Mais recentemente, o marco estratégico da Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas, sancionada em 14.12.2006, que visa proporcionar menos burocracia, menos impostos e mais oportunidades de crescimento, fortalecimento e inovação das micro e pequenas empresas (MPEs) do país, vem agregar esforços de vários atores em prol da inovação e competitividade.

Os mecanismos e marcos legais ora citados vêm fomentar a criação da ambiência necessária para o exercício contínuo de pensar global e agir local – a chamada *glocalização* tão bem definida e defendida por Humbert (2005), por meio de planejamento colaborativo de C,T&I, contando com a participação de diferentes atores do sistema nacional de inovação, estabelecendo ações estratégicas e prioritárias de médio e longo prazos. Há ainda desafios a serem enfrentados, entre os quais, mobilização na direção da maior sincronicidade dos mecanismos, do melhor amparo jurídico na implantação destes novos marcos legais, e na maior facilidade e agilidade para acesso aos mecanismos de apoio à inovação pelo setor produtivo.

Neste sentido, cabe refletir sobre a atual situação, visto que no Brasil as empresas ainda investem pouco em inovação, comparativamente a seus competidores internacionais, como é demonstrado por De Negri (2005) que, ao comparar as exportações do Brasil com as exportações mundiais, destaca que:

- no mundo, as exportações de manufaturados com alta intensidade tecnológica são da ordem de 30%, ao passo que, no Brasil, este percentual é de cerca de 12%;

- por outro lado, em termos de *commodities* primárias, o mundo exporta 11% e o Brasil 40%.

Na citada pesquisa, De Negri (2005) levantou informações de 72 mil empresas com 10 ou mais trabalhadores, em que juntas representam mais de 95% do valor adicionado na indústria do Brasil e revelou que 1,7% das empresas têm estratégia de inovação e diferenciação de produto e 21,3% são especializadas em produtos padronizados. Das 1.199 empresas que inovam e diferenciam produtos, 71% acabam inovando também em processo, alimentando o ciclo virtuoso de desenvolvimento. Além disso, a pesquisa destaca que 23,1% das empresas inovadoras que diferenciam produtos e 13,2% das empresas especializadas em produtos padronizados realizam inovação para atendimento a normas e padrões internacionais, reforçando ainda mais o papel da disciplina da metrologia e da avaliação da conformidade (M&AC) como fator de inovação e competitividade.

Por outro lado, a pesquisa salienta que os 77% de empresas restantes, as que não diferenciam produtos e têm menor produtividade, geram menos postos de trabalho, têm baixo faturamento, 74% não realizam qualquer inovação, remuneram menos seus trabalhadores, ou seja, alimentam um ciclo vicioso de desenvolvimento.

No que se refere à competência do país para geração de inovação, soma-se a este cenário, o fato de que apesar de nos últimos sete anos o número de brasileiros titulados como mestres e doutores ter crescido a uma taxa de aproximadamente 1,5% ao ano (Capes, 2004), a grande maioria destes recursos humanos de alta qualificação permanece em instituições de ensino e pesquisa, e não nas empresas de forma a contribuir bem mais diretamente com o esforço de inovação.

Assim sendo, o desafio atual do país é buscar implantar modelo de inovação que evolua para uma visão de aprendizado coletivo contínuo, de forma que o setor produtivo absorva rapidamente mão-de-obra especializada e inove, considerando a necessidade de constante adaptação em resposta à turbulência que tem origem na transição e nas forças do mercado; com monitoramento e avaliação do impacto econômico-social das ações de promoção da inovação em nível nacional, regional e global. (Organização dos Estados Americanos, 2005)

5. METROLOGIA E AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE VERSUS INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Ao se considerar o nível de exigência do mundo globalizado atual, depara-se com a realidade de que não há mais espaço para medições sem confiabilidade e que as empresas deverão investir tanto em recursos humanos, quanto em materiais e tecnologias, para incorporar e harmonizar funções básicas como: normalização, metrologia e avaliação da conformidade.

Nesse cenário de economia global, os institutos que atuam em infraestrutura técnica alcançam papel de destaque por se caracterizarem como indispensáveis agentes de inovação e competitividade. (Félix e Abreu, 2005)

Para a reflexão sobre a importância e atualidade do tema inovação tecnológica no âmbito da metrologia e da avaliação da conformidade (M&AC) destaca-se os recentes estudos promovidos pela OECD (2005a, 2005b).

Entre as afirmativas apresentadas naqueles estudos da OECD, realçam-se as seguintes indicações: a) a M&AC trazem benefícios aos produtores, consumidores e ao comércio como um todo, porém podem também representar barreira técnica ao comércio de produtos, aos países sem a adequada competência e/ou infra-estrutura tecnológica; b) a exportação daqueles produtos que passam por processo no âmbito da M&AC é incrementada; porém como os custos são em geral expressivos, por vezes, representam obstáculos concretos de acesso a mercados; c) entre os fatores apresentados como aqueles que aumentam expressivamente e moderadamente a exportação, relacionados à M&AC, os três mais relevantes referem-se: à ampla aceitação internacional dos padrões e procedimentos adotados, à competência técnica em novas áreas relevantes para acesso a mercados, e ao aumento dos esforços de venda no mercado externo; d) há ainda menor tendência internacional de realizar acordos de reconhecimento mútuo no âmbito dos métodos de ensaios, ao passo que na direção do reconhecimento mútuo de certificações os resultados são mais favoráveis; e, e) os padrões, técnicas e procedimentos no âmbito da M&AC exigem incorporação rápida de avanços tecnológicos, e prospecção contínua de áreas portadoras de

futuro, como a biotecnologia, a nanotecnologia, as novas fontes de energia, dentre outras, *vis a vis* criação e/ou adequação de procedimentos e novas competências.

Em resumo, fica evidenciado que tanto a capacidade quanto a credibilidade da M&AC de uma dada nação estão diretamente correlacionadas ao sucesso na exportação de produtos em diversos mercados bem como com sua consolidação no mercado interno. Por vezes, países em desenvolvimento por carência da chamada “infra-tecnologia”⁴, de capacitação e treinamentos adequados, e de recursos suficientes para arcar com os custos dos vários procedimentos da M&AC (diferenciados segundo cada mercado) não têm sua capacidade e credibilidade total ou parcialmente reconhecidos.

Por outro lado, ao se buscar entender a realidade nacional pelo lado da demanda por uma excelência da M&AC, constata-se que essa, apesar de se encontrar entre as de maior interesse em consulta realizada pela Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM)⁵ em termos percentuais, esta demanda ainda é baixa se comparada às demandas por outros temas. Esta consulta constatou que as três áreas temáticas de maior interesse para o desenvolvimento de programas de capacitação profissional no escopo de atuação da Tecnologia Industrial Básica (TIB) são: Tecnologias de Gestão (1756 votos; 43,52%), Metrologia (1206 votos; 29,89%) e Avaliação da Conformidade (583 votos; 14,44%). (Fonseca e Lopes, 2005).

Tais demandas caracterizam as preocupações mais prementes de fortalecimento e ampliação da competência do país no âmbito da infraestrutura técnica. Por outro lado, não apontam avanços que contemplem a inserção de conteúdos tecnológicos para atendimento a novas demandas do mercado. Por exemplo, demandas socioeconômicas em áreas

⁴ Infratecnologias, segundo Tassey (NIST, 2007), compõem plataformas de apoio à inovação, e correspondem especialmente: aos materiais de referência certificados, aos sistemas de informação e ferramentas de TI que permitem intercâmbios de dados e informações com rapidez e acuracidade entre os múltiplos atores e pesquisadores de um dado setor e/ou segmento e/ou área do conhecimento, e aos testes, aos ensaios e às técnicas que propiciam maior robustez dos processos de controle da qualidade e da avaliação da conformidade.

⁵ A pesquisa realizada de nov/04 a fev/05 contou com 4035 citações de interesse para programas de capacitação em TIB, nas áreas temáticas de Metrologia, Normalização, Avaliação da Conformidade, Informação Tecnológica, Tecnologias de Gestão e Propriedade Intelectual.

portadoras de futuro, como a Biotecnologia em que o Brasil tem destaque por sua rica biodiversidade e por sua reconhecida competência técnica, porém, o país ainda apresenta dispersão de esforços e lentidão no processo de gestão tecnológica, de proteção de conhecimento, de regulamentação, de definição de padrões metroológicos e de programas de AC, dentre outros *gaps*.

Do ponto de vista institucional, o maior desafio que se apresenta para o País é a complexidade do quadro regulatório brasileiro, representando uma situação que resulta por vezes em dispersão e superposição de esforços, pois há diversas entidades envolvidas neste processo (ministérios, agências e autarquias) que adotam procedimentos específicos. Assim, a conveniência de se convergir para um modelo que contemple a convivência harmônica de diferentes sistemas no âmbito da M&AC pode representar um progresso inegável ao Brasil. (Félix e Abreu, 2005).

Por outro lado, para atendimento às demandas das economias emergentes e menos desenvolvidas, a tendência mundial aponta para o fortalecimento da cooperação e assistência técnica no sentido de prover infra-tecnologia regional e multilateral, como forma de apoio a acesso a mercado e maior fluxo de comércio internacional. (WTO, 2005).

Observa-se, assim, a crescente dinâmica de operações em redes de conhecimento o que vai ao encontro da tendência defendida pela organização mundial do comércio, e percebe-se, também, um alinhamento claro à “nova onda” da inovação aberta, em que as empresas apresentam “linhas muito fluídas de seus entornos”, dadas as redes que as mesmas se inserem para P,D&I⁶.

Vale enfatizar que, no que se refere mais diretamente à M&AC, a literatura sobre estudos empíricos de impacto no comércio dos esforços de harmonização de regulamentos técnicos *versus* os de reconhecimento mútuo, buscando superar barreiras técnicas, é limitada, no entanto, tendências apontam para aumento de acordos de reconhecimento mútuo⁷ (WTO, 2005).

⁶ Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

Neste estudo, levando-se em conta, os contextos e as tendências apresentados bem como a diversidade de escopos da M&AC, propõe-se visão de sistema de nacional de inovação que evidencia o papel da infra-tecnologia bem como busca demonstrar as amplas interações necessárias entre os múltiplos atores para competitividade e bem estar social das Nações (Figura 2).



Legenda: P&D&E = Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia.
 Fonte: Elaboração própria da autora.

Figura 2. Visão do Sistema Nacional de Inovação: atores, interações e fatores mobilizadores

Soma-se à proposição da visão da Figura 2 a proposta do *framework*, a seguir apresentado, como ponto de partida para reflexão e como instrumento facilitador de entendimento dos escopos no âmbito da M&AC e as ações propulsoras para inovação tecnológica, buscando apoiar o setor produtivo nacional em prol da competitividade e acesso a mercados e a sociedade em termos de melhoria do bem-estar social (Quadro 1).

⁷ Os resultados do estudo recente de Piermartini (2005, *apud* WTO, 2005) mostram que esforços de harmonização de regulamentos técnicos apresentaram menos robustez do que os de reconhecimento mútuo, no comércio intra-UE, no período de 1978 – 2002.

Quadro 1. Framework – Metrologia e Avaliação da Conformidade vis a vis ações propulsoras para inovação tecnológica

| FRAMEWORK – Metrologia e avaliação da conformidade vis a vis forças propulsoras para inovação tecnológica | |
|---|---|
| Escopos da metrologia e avaliação da conformidade | <i>Ações propulsoras para inovação tecnológica</i> |
| <p>Material de Referência Certificado – MRC</p> <p>Produção e certificação de materiais de referência⁸, e P&D de métodos de medição primários</p> <p>Comparações internacionais e comparações-chaves reconhecidas pelo BIPM⁹</p> <p>Para a inclusão das Capacidades de Medição e Calibração desenvolvidas no Inmetro na Base de Dados (<i>Key Comparison Database – KCDB</i>) do BIPM</p> <p>Padrões primários</p> <p>Desenvolvimento de padrões metrológicos primários¹⁰ e de métodos primários de medição nas áreas de acústica, vibração, ultra-som, elétrica, mecânica, térmica, óptica, química e materiais.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Apoio ao desenvolvimento de competências e formação de recursos humanos especializados em áreas tecnológicas cobertas pela rede de conhecimento de infra-tecnologias; • Apoio efetivo à implantação de pólo tecnológico que favoreça trocas e parcerias entre empresas, empreendedores e atores no âmbito da M&AC; • Apoio para o fortalecimento da rede nacional de laboratórios de ensaio e calibração visando excelência dos serviços prestados, buscando garantir reconhecimento no país e no exterior; • Avaliação e monitoramento do impacto econômico-social; • Busca e estímulo à criação de dinâmicas favoráveis e soluções para respostas cada vez mais eficazes e rápidas aos desafios de competitividade sustentável do setor empresarial/ industrial nacional; |

⁸ Material de referência, segundo a ISO Guide 30:1992, é “todo material ou substância com um ou mais valores de propriedades suficientemente homogêneos e bem estabelecidos para ser usado na calibração de um aparelho, na avaliação de um método de medição, ou atribuição de valores a materiais”. (Inmetro, 2007)

⁹ Bureau International des Poids et Mesures – www.bipm.org. O Inmetro participa de Acordo de Reconhecimento Mútuo com o BIPM com os seguintes objetivos: estabelecer o grau de equivalência dos padrões nacionais; possibilitar o reconhecimento mútuo dos certificados de medições e calibrações emitidos pelos Institutos Nacionais de Metrologia; e prover tanto governos quanto outras partes, de base técnica segura para acordos mais amplos relacionados ao comércio internacional, barreiras técnicas e comerciais (www.inmetro.gov.br).

¹⁰ Segundo o VIM – 6.4, padrão primário é o “padrão que é designado ou amplamente reconhecido como tendo as mais altas qualidades metrológicas e cujo valor é aceito sem referência a outros padrões de mesma grandeza”. (Inmetro, 2007)

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Ensaio</p> <p>Leva em conta aspectos importantes como a amostragem, a calibração, a repetição e a reprodutibilidade, bem como a necessidade de se assegurar a qualidade dos resultados.</p> <p style="text-align: center;">Certificação</p> <p>Entendida como mecanismo facilitador de negócios, importante instrumento de comunicação entre empresas e mercado, além de apoio efetivo à consolidação e difusão de tecnologia. As modalidades de certificação são: sistemas de gestão, produtos, processos e pessoas)</p> <p style="text-align: center;">Declaração pelo fornecedor</p> <p>(se baseia fortemente em responsabilidade civil e social, bem como em transparência e confiabilidade).</p> <p style="text-align: center;">Qualificação de fornecedores</p> <p>(qualificação tanto ao nível da empresa quanto ao nível setorial).</p> <p style="text-align: center;">Acreditação¹¹</p> <p>(ferramenta de relevada importância para se prover confiança aos processos de Avaliação da Conformidade).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Busca pelo Reconhecimento mútuo em nível bilateral, regional e multilateral; • Definição de estratégias que facilitem às PMEs e APLs conhecimento e uso da M&AC; • Dinamização das infra-tecnologias, buscando antecipar o estado-da-técnica; • Estímulo à incubação de projetos tecnológicos e de empresas no âmbito da M&AC; • Estímulo e fomento à cultura da inovação com fomento à P&D de produtos, de processos de produção, e de métodos de medição, buscando a inserção de avanços científicos e tecnológicos nas infra-tecnologias, em especial em áreas portadoras de futuro e setores estratégicos |
|--|---|

Em discurso realizado pelo Diretor do *National Institute of Standards and Technology – NIST*, William Jeffrey (2007), sobre inovação em infra-estruturas, evidencia-se o reforço dado pelo pesquisador sobre o quão importante é entender que medidas, padrões metrológicos e normas, são componentes essenciais ao processo de inovação e ao aumento de competitividade, como apresentado a seguir:

¹¹ A acreditação no modelo brasileiro de AC é descentralizada, sendo executada tanto pelo Inmetro, quanto por ministérios, institutos e agências governamentais. A diferença está no fato de o Inmetro ser o único organismo de acreditação brasileiro reconhecido internacionalmente por Fóruns de Acreditação como IAF, ILAC, IAAC e EA.

“...On component that clearly needs to be in sync is the measurements and standards that enable robust and dynamic supply chains, global acceptance and compatibility of goods and services, and fair and equitable trade. This century will be defined by new technologies that fundamentally change the products and services available, the way they are manufactured and provided, in the impact on our quality of life. But before this technologies can be realized – and commercialized – new measurements techniques will be needed. For example, realizing the promise of computing and communications at almost undreamed-of speeds, electronic devices built up atom-by-atom, novel and custom-made materials, and other frontier technologies all requires advances in the science of measurement...” (Jefrey, 2007:2)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito embora a inovação tenha presença constante ao longo do desenvolvimento econômico, pode-se observar que certos momentos históricos concentram um conjunto de modificações tecnológicas, com capacidade de alterar radicalmente não apenas o processo produtivo, mas também a conformação de toda uma sociedade.

O desenvolvimento nacional e regional da ciência e tecnologia requer uma comunidade científica e tecnológica forte e comprometida bem como uma rede dinâmica de instituições científicas e tecnológicas em colaboração mútua. É necessário não perder de vista a importância de empreender ações sistemáticas que fortaleçam essas comunidades de geração de conhecimento, suas instituições e suas interações.

Reforça-se que na economia globalizada o setor industrial/empresarial tem sido pressionado e, por conseqüência, sobreviverá competitivamente, em grande medida por meio da excelência, da novidade e de uma diversidade de produtos, processos e serviços com valor agregado, gerados por meio da inovação e da mudança tecnológica contínua.

A importância do desenvolvimento de infra-tecnologia como suporte à atividade produtiva tornou-se mais visível desde que o país optou pelo modelo de inserção competitiva no comércio mundial, do qual resultou a abertura da economia brasileira à concorrência internacional, no início da década de 90. Portanto, a compreensão sobre os componentes da chamada “infra-tecnologia” (especialmente

Metrologia e Avaliação da Conformidade) e o investimento nessas disciplinas é de incontestável relevância para a consolidação e crescimento da Nação, bem como para a inovação e competitividade da economia nacional.

O estabelecimento de Acordos de Reconhecimento Mútuo vem se caracterizando como instrumento estratégico para minimizar impactos decorrentes de barreiras técnicas e incrementar a inserção dos países no comércio internacional. A necessidade de impulsionar tanto a P&D quanto estudos de impactos econômicos no âmbito da M&AC, são os desafios que se colocam cada vez mais fortes no cenário global.

Áreas portadoras de futuro e setores estratégicos previstos na PITCE, demandam posicionamento rápido e inovação no campo da metrologia e da avaliação da conformidade no sentido de garantir acesso a mercados e de superar barreiras técnicas. A superação destas barreiras depende da criação de uma infra-estrutura de serviços tecnológicos que atendam as exigências colocadas, cientes de que para tanto é imprescindível investimento substantivo na organização da base técnica laboratorial, na formação de recursos humanos especializados, e no estabelecimento de logística que confira ambiente de alta confiabilidade e reconhecimento.

Soma-se a necessidade de ampliar ações de inserção e apoio às PMEs, APLs e mesmo às empresas incubadas, para que as mesmas venham a alcançar performances competitivas que cumpram as exigências impostas pelo mercado local e global, no âmbito da cadeia da avaliação da conformidade, medidas estas que vão ao encontro das diretrizes da PITCE.

A estratégia de criação de estruturas de cooperação que possibilitem a criação de conglomerados e/ou consórcios, sem perda da flexibilidade individual, e a integração de processos de experimentação, melhoramento contínuo e inovação; é apontada como estratégia de manutenção e criação de vantagem competitiva, não somente às PMEs, mas também às instituições que atuam na metrologia e na avaliação da conformidade.

Nota-se que a promoção da prospecção de tendências de desenvolvimento tecnológico de novas áreas vem como uma máxima tanto quanto a necessidade de criar e fortalecer a capacidade de desenvolver, proteger e transferir tecnologia visando à inovação.

Adicionalmente, a proposta do modelo de sistema de inovação explicitando o papel da infra-tecnologia bem como demonstrando as amplas interações necessárias para competitividade e bem estar social das Nações, tanto quanto o *Framework* proposto sobre metrologia e avaliação da conformidade *vis a vis* ações propulsoras para inovação tecnológica, objetivam apoiar a definição de estratégias para acesso a mercados e aumento de competitividade dos mais diversos setores da economia.

Destacam-se as seguintes forças propulsoras para inovação tecnológica na perspectiva da infra-estrutura técnica:

- infra-tecnologias com inserção contínua de avanços científicos e tecnológicos;
- desenvolvimento de competências em áreas tecnológicas de ponta, no âmbito da M&AC, e respectiva capacitação continuada e formação de multiplicadores;
- reconhecimento mútuo de sistemas no âmbito da M&AC;
- criação de dinâmicas favoráveis para respostas mais eficazes e rápidas às demandas de mercado;
- estratégias inovadoras que facilitem a inclusão de PMEs e APLs;
- incentivo à cultura calcada na valorização da inovação em infra-tecnologias, garantindo competição justa e acesso a mercados;
- monitoramento do mercado e prospecção de tendências tecnológicas para avanços de infra-tecnologias;
- fortalecimento da rede de conhecimento, da cooperação técnico-científica e de parcerias estratégicas no âmbito da M&AC; e,
- avaliação de impacto econômico-social resultantes das atividades no âmbito da M&AC.

Finalmente, é, portanto, fundamental inserir as questões afetas à M&AC como instrumento de competitividade, caracterizando-as como infra-tecnologias calcadas fortemente na inserção de conteúdos científicos e tecnológicos com central importância para as empresas, setores, nações, e blocos econômicos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação de Política Tecnológica Industrial. *Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade*. Brasília, 2001. 100 p.
- BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES – BIPM. Disponível em: <<http://www.bipm.org>>. Acesso em: 2007.
- CANONGIA, C. *Modelo de estratégia de prospecção: sinergias entre inteligência competitiva (IC), gestão do conhecimento (GC) e foresight (F): estudo-de-caso: uso da biotecnologia em drogas contra o câncer de mama*. 2004. 485 f. Tese (Doutorado)- EQ/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. 2 v.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. *Revista São Paulo em Perspectiva*, jun. 2005. 17 p. No prelo.
- CHEN, D. H. C.; DAHLMAN, C. J. *The knowledge economy: the KAM methodology and World Bank operations*. Washington: World Bank, 2005. 35 p.
- CHESBROUGH, H.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. *Open innovation: researching a new paradigm*. Oxford: Oxford University Press, 2006.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO - UNCTAD. *World investment report 2005: transnational corporations and internationalization of R&D*. [S.l.]: United Nations, 2005. Disponível em: <http://www.unctad.org/en/docs/wir2005ch3_en.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2005.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. *Relatório final da avaliação trienal da pós-graduação - período avaliado: 2001-2003*. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/capes/portal/conteudo/10/Resultado_AvaliacaoTrienal.htm>. Acesso em: 10 nov. 2005.
- DE NEGRI, F. Inovação e competitividade. In: BRASIL: o estado de uma nação. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. p. 43-82.
- FÉLIX, J. C.; ABREU, J. A. K. P. Experiência de reengenharia de laboratórios no Brasil: caso de institutos da área de radioproteção e segurança nuclear. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE LABORATÓRIOS, 3., 2005, Bilbao. *Anais...* Bilbao: [s.n.], 2005.

FLEURY, M. T. L.; SILVA, S. M. Cultura organizacional e tecnologia de informação: um estudo de caso em organizações universitárias. In: RUBEN, Guilhermino; WAINER, Jacques; DWYER, Tom (Org.). *Informática, organizações e sociedade no Brasil*. São Paulo: Cortez, 2003.

FONSECA, M. C.; López, I. *Identificação de demandas por capacitação no âmbito das TIB: Tecnologias Industriais Básicas*. Rio de Janeiro: SBM, 2005. Disponível em: <<http://www.sbmetrologia.org.br/DOCS/portugues/ArtigoSBM.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL (WEF). *Global competitiveness report, 2005-2006*. Disponível em: <<http://www.weforum.org/>>. Acesso: 11 nov. 2005.

_____. *Global competitiveness report, 2006-2007*. Disponível em: <<http://www.weforum.org/>>. Acesso em: 10 out. 2006.

FURTADO, J. Padrões de inovação na indústria brasileira. In: SEMINÁRIO INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2004, São Paulo. *Anais eletrônico...* São Paulo: USP/FEA. Disponível em: <<http://www.usp.br/iea/inovatecn/>>. Acesso em: 10 ago. 2005.

HASENCLEVER, L.; TIGRE, P. Estratégias de inovação. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia (Org.). *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p. 431-447.

HUMBERT, M. Globalização e glocalização: problemas para países em desenvolvimento e implicações para políticas supranacionais, nacionais e subnacionais. In: LASTRES, Helena M. M.; CASSIOLATO, José E.; ARROIO, Ana (Org.). *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ: Contraponto, 2005. p. 259-289.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – Inmetro. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 2007.

_____. *Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM)*. 4. ed. rev. Rio de Janeiro, 2007. 72 p.

_____. *Avaliação da conformidade: diretoria da qualidade*. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2005. 41 p.

JEFFREY, W. Building the innovation infrastructure. In: AMERICAS competitiveness forum. Atlanta: [s.n.], 2007. 3 p.

JONES, A. M. *Tecnologia*. Rio de Janeiro: Imprima Express Gráfica e Editora Ltda, 2007. 447 p.

MACULAN, A M. *Gestão das inovações tecnológicas*. Rio de Janeiro: ITOI/COPPE/UFRJ, 2003. Apostila gerada no âmbito do projeto “Centro de referência em inteligência empresarial para a gestão da inovação”, parceria entre CRIE/COPPE/UFRJ, SIQUIM/EQ/UFRJ e NIT Materiais DEM/UFSCar, set. 2003. p. 1-9.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY - NIST. *Planning report 07-1- economic analysis of the technology infrastructure needs of the U.S. biopharmaceutical industry*. Gaithersburg, Nov. 2007. 197 p. Elaborado por Gregory C. Tassej (NIST) e pela equipe Michael Gallaher, Jeffrey Petrusa, Alan O’Connor e Stephanie Houghton (RTI International).

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS - OEA. *Ciência, tecnologia, engenharia e inovação para o desenvolvimento: uma visão para as américas no século XXI*. [S.l.], 2005. 105 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL - WIPO. *WIPO patent report: edition 2006*. Disponível em: <<http://www.wipo.int/>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE COMÉRCIO - OMC. *World trade report 2005: exploring the links between trade, standards and the WTO*. Switzerland, 2005. 333 p.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OECD. *Final report on development-country case studies on conformity assessment procedures*. Paris, 2005a. 45 p.

_____. *Interim report on survey CA bodies and exporters*. Paris, 2005b. 22 p.

_____. *Managing national innovation systems*. Paris, 1999. p. 23

SALLES FILHO, S.; BONACELLI, M. B. Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 20, p. 1485-1513, jun. 2005.

Resumo

Este estudo objetiva contribuir com a disseminação da importância central da infra-estrutura técnica sob a perspectiva da inovação tecnológica, para apoio à competitividade das empresas e melhoria do bem-estar social, com foco na disciplina da Metrologia e da Avaliação da Conformidade (M&AC). O estudo enfatiza a inserção e o fortalecimento da infra-estrutura técnica no Sistema Nacional de Inovação (SI), tanto pela via do desenvolvimento e da promoção de infra-tecnologias necessárias ao progresso técnico, econômico e social, quanto pela via do apoio efetivo ao comércio exterior e acesso a mercados. Propõe visão de sistema de inovação que evidencia o papel da infra-tecnologia, demonstrando as amplas interações necessárias com os múltiplos atores do SI e fatores mobilizadores, e *framework* sobre os escopos no âmbito da M&AC *vis a vis* ações propulsoras para inovação tecnológica.

Abstract

This study aiming at contribute with the discussion about the importance of the technical infrastructure under the perspective of technological innovation used for support the enterprises competitiveness and welfare, focusing on Metrology and Conformity Assessment (M&CA). The study emphasizes the inclusion and the strength of the technical infrastructure in the National Innovation System (SI), through the development and promotion of the infra-technologies required to technical, economic and social progress besides the effective support to foreign trade and market access. This point of view is proposed in order to explore the role of infra-technology and its interactions with the stakeholders of SI and important facts related to M&CA framework via a vis the development of actions to improve technological innovation.

A Autora

CLAUDIA CANONGIA é Química pela Universidade de Brasília (UnB), DEA em Inteligência Competitiva pela Université Aix-Marseille III (França), e doutora em Gestão da Inovação e Prospecção Tecnológica pela Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atua no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) como pesquisadora-tecnologista, assessorando a Diretoria de Inovação e Tecnologia do Instituto e conduzindo a Coordenação-Geral de Estudos Estratégicos e Informação.

Avaliação da experiência capixaba de financiamento da ciência, tecnologia e inovação (CT&I)*

Fernando César de Macedo

1. INTRODUÇÃO¹

Como já apontamos em diversas oportunidades, o Estado do Espírito Santo é um caso interessante no desenvolvimento regional brasileiro dado a forma como aproveitou as oportunidades criadas pela industrialização no país, quando esta promoveu a integração do mercado nacional (1930-1980), ainda nos marcos do paradigma tecnológico da segunda revolução industrial. Contando com instrumentos específicos de fomento regional², foi possível conciliar, até meados dos anos 1980, uma política industrial relativamente eficiente, embora limitada e concentrada espacialmente na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), com os grandes investimentos que se realizavam na economia brasileira, sobretudo nos estados menos desenvolvidos, a partir da segunda metade dos anos 1970, o que lhe permitiu tanto aumentar sua participação no PIB brasileiro, quanto melhorar seus indicadores econômicos³. As

* O autor agradece a leitura preliminar do texto e os comentários feitos pelo professor Guilherme Henrique Pereira, ex-Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Da mesma forma, agradece ao economista Teófilo Henrique Pereira por permitir a utilização de parte de um texto produzido em co-autoria. Como de praxe, erros e omissões são de exclusiva responsabilidade do autor.

¹ A introdução e parte da seção 2 estão baseadas em Macedo (1997, 2000 e 2001) e Macedo e Pereira (2004).

² Sobre os instrumentos de política de desenvolvimento regional no Espírito Santo ver Pereira (1998), Gomes (1998) e Macedo (2002).

³ A economia capixaba aumentou sua participação no PIB brasileiro crescendo de 1,2%, em 1970, para 2,0%, em 2000, a mesma participação em 2004. Sua renda per capita passou de 32% abaixo da média nacional em 1970 para 7,0% acima em 2000, caindo para 5,8% acima em 2004 em decorrência de o estado se tornar novamente receptor de fluxos migratórios. Sua indústria de transformação passa de 0,4% em 1970 para 1,6% da transformação brasileira em 2004; a indústria extrativa passa de 8,1% da extrativa brasileira em 1980 para 9,8% em 2004. Sobre a dinâmica recente da economia capixaba, ver Macedo (2006^a e 2006^b).

condições favoráveis ao crescimento capixaba possibilitaram ao seu parque de pequenas e médias empresas alcançarem mercados extra-regionais, com níveis de competitividade, em muitos segmentos, compatíveis com o nacional; por outro lado, as grandes empresas que se instalaram no estado voltaram-se para o mercado externo, conformando uma estrutura produtiva marcadamente heterogênea, mas com dinamismo superior a média nacional.

Quando o padrão de desenvolvimento prevalecente no país entre 1930-1980 se esgota e os antigos instrumentos de política industrial subnacionais, como o Funres⁴ e o Finor⁵, cumpriam cada vez menos o papel que lhes cabiam na política regional brasileira, o Espírito Santo assiste, ao final da década de 1980 e início da seguinte, a constituição de um conjunto de instituições e instrumentos de apoio à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico que poderiam redefinir as condições para a formulação de uma política de desenvolvimento estadual em bases sistêmicas. Este movimento abria a perspectiva à incorporação da economia capixaba aos padrões de competitividades exigidos pelo advento da terceira revolução industrial e tecnológica baseada na microeletrônica, nas telecomunicações, na informática, na biotecnologia e nos novos materiais que passaram a exigir das empresas e regiões o domínio/incorporação, como usuário e/ou produtores, dessas novas tecnologias como estratégia de sobrevivência, acumulação e crescimento no mercado. Parecia oferecer, principalmente, as condições para práticas cooperativas, inovativas e articuladas entre os diversos atores – tradicionalmente dispersos – na construção de uma ambiência sistêmica indispensável neste estágio de acirrada concorrência intercapitalista decorrente da nova base de acumulação e de realocização geográfica da produção.

Entre as novidades constituídas, destacavam-se as criações dos Centros Tecnológicos Setoriais⁶ (mármore e granito, confecções e metal-

⁴ Fundo de Recuperação Econômica do Espírito Santo, criado em 1969, com o objetivo de estimular a indústria, compensando os efeitos negativos da crise na economia cafeeira nos anos sessenta. O ES foi o único estado brasileiro a receber um instrumento específico de incentivo ao desenvolvimento regional com recursos do governo federal. Os demais instrumentos similares (FINOR, FINAM, etc.) eram direcionados para macro-regiões.

⁵ Fundo de Investimento do Nordeste.

⁶ Esses centros foram criados para atuarem como entidades que detectam e organizam carências e demandas técnicas e gerenciais das empresas ligadas aos respectivos setores. Ao identificá-las, podem realizar convênios de cooperação técnica com instituições de pesquisa a fim de solucionarem os problemas. Busca-se, com isso, elevar a qualidade e a produtividade dos bens e serviços oferecidos, assim como atualizar processos, aumentando a competitividade setorial.

mecânico, além do Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café), do Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (Funcitec), do Fundo Municipal de Ciência e Tecnologia, em Vitória (Facitec), da incubadora de base tecnológica (Tecvitoria), além de programas específicos executados pelo Bandes (Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo) e pelo Sebrae/ES, muitos deles extintos. Ao mesmo tempo, a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), principal instituição de ensino e pesquisa do estado, iniciava um salto de qualidade, fomentando diversas pós-graduações (especializações, mestrados e doutorados), com particular destaque para as áreas de Engenharia, além de um crescimento significativo na qualificação de seus docentes. Esse avanço na pós-graduação pública gerou *spillovers* na formação da mão-de-obra que qualificaria as faculdades particulares, em franca expansão no estado desde a segunda metade dos noventa, embora seja notório o baixo investimento delas em pesquisa e laboratórios, dado sua forte concentração em cursos de baixo custo, os chamados “cuspe-giz”.

Formava-se um ambiente embrionário favorável ao desenvolvimento científico e tecnológico interativo, mas que na prática pouco funcionou, pelo menos até 2005. Em parte porque a questão tecnológica não chegou a ser adequadamente compreendida nem mesmo entrou nas agendas do governo estadual e dos pequenos e médios empresários capixabas, como exige o atual estágio da concorrência, especialmente quando a abertura de mercado interno impõe práticas empresariais diferenciadas das verificadas historicamente. Por um lado, para a maioria desse conjunto de pequenas e médias empresas, a tecnologia sempre foi uma “variável exógena”, associada na maior parte das vezes com “comprar o melhor equipamento”⁷, portanto não caberia dispender recursos para desenvolvimento de soluções desse tipo. Ademais, importantes segmentos da economia capixaba (café, mármore e granito, produtos alimentares, confecções e mobiliário) são constituídos majoritariamente por empresas de pequeno porte, pouco capitalizadas e incapazes de, isoladamente, investirem em pesquisa e desenvolvimento

⁷ Em entrevista concedida ao autor, José Carvalho de Azevedo, técnico do Bandes e então coordenador do Núcleo de Tecnologia dessa instituição, afirmava: “a maior parte vê mais a tecnologia como a opção da máquina. Quer dizer, a tecnologia vem incorporada na máquina. Paga-se uma assistência técnica para depois aprender a lidar com a máquina. A preocupação efetiva de um processo planejado de desenvolvimento tecnológico eu não vejo. Pelo menos a experiência aqui do banco não é boa”.

(P&D) e CT&I, o que reforça a necessidade de articulações inter e intra-setoriais profundas para superação desse limite.

De outro, o direcionamento de pesquisas da universidade⁸, por razões que não cabe aqui discutir, somente no início do século 21 vem mais sistematicamente se aproximando das demandas do setor produtivo, ainda que muito incipientemente. Por fim, os fundos públicos estaduais, em razão da crise fiscal e da ausência de políticas governamentais de desenvolvimento, não financiaram projetos de pesquisa na proporção que se imaginavam inicialmente, tampouco houve a necessária adequação dos incentivos fiscais do estado às exigências do novo paradigma técnico-produtivo. Em resumo, ainda que o Espírito Santo continuasse a crescer acima da média nacional na década de noventa e início do século 21⁹, esse crescimento pouco teve a ver com a estrutura montada para o apoio ao desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo.

O objetivo deste artigo é analisar a experiência do governo estadual capixaba no financiamento do desenvolvimento científico e tecnológico, identificando tanto os resultados alcançados, quanto os limites de sua atuação. A metodologia adotada foi basicamente o levantamento dos dados apresentados nos relatórios dos Funcitec e os documentos dos 1º e 2º Encontro Estadual de Tecnologia para Desenvolvimento Local. Entrevistas realizadas pelo autor em outro trabalho na segunda metade dos anos 1990 foram resgatadas com objetivo de reconstituir historicamente o processo de formação do sistema estadual de CT&I.

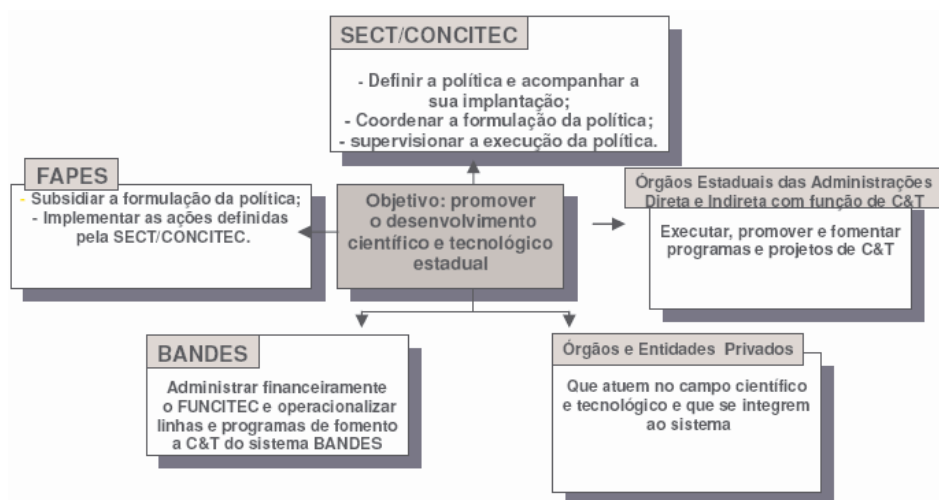
Além desta introdução, outras três partes compõem o texto. Na seguinte, é apresentado o histórico da constituição do sistema estadual de CT&I. Em seguida, destaca-se a atuação do governo estadual por meio do Funcitec e os resultados alcançados até 2004. Posteriormente, analisa-se o período 2005-2006, quando, pela primeira vez, o sistema funcionou com regularidade e com diretrizes relativamente bem definidas.

⁸ Sobre a infra-estrutura de pesquisa no Espírito Santo, na década de noventa, ver Pereira e Morandi (1997).

⁹ Macedo (2006) qualifica o sentido desse crescimento econômico capixaba acima da média.

2. HISTÓRICO DO SISTEMA ESTADUAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A figura 1 apresenta o sistema estadual de ciência e tecnologia que se consolidou com as leis 289/2004 e 290/2004. A primeira instituiu a Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia (Sect) e a segunda a Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia (Fapes). Embora essa legislação seja fundamental para a estruturação do sistema, para a elaboração de uma política de desenvolvimento científico e tecnológico consubstanciada em um conjunto de diretrizes que pela primeira vez organizaram sistematicamente as ações na área, a origem do sistema é anterior, merecendo destaque a Lei nº 4.778, de 09 de julho de 1993, regulamentada pelo Decreto nº 3.667-N, de 17 de março de 1994, que constitui originalmente o Sistema Estadual de Ciência e Tecnologia (Sisect), com a seguinte composição: Secretaria de Planejamento de Estado de Ações Estratégicas e Planejamento (antiga Seplae); Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia (Concitech); Bandes; órgãos e entidades da administração direta e indireta, com atribuições de executar, promover e fomentar programas e projetos de Ciência e Tecnologia; órgãos e entidades da iniciativa privada que desenvolvam atividades no campo científico e tecnológico e que venham a se integrar ao sistema, segundo o art. 4º da referida lei. Esse mesmo artigo, em seu parágrafo único, afirma que a integração ao Sisect é livre e poderá ser solicitada por qualquer entidade



Fonte: Sect (2006).

Figura 1. ES: Sistema Estadual de Ciência e Tecnologia

que atenda às normas de ingresso traçadas pelo Concitec. Em 2003, com a extinção da Seplae, as atribuições de coordenação do Sisect passaram, conforme Decreto 1.1129-R, de 04 de fevereiro, para a Coordenação Estadual de Ciência e Tecnologia (Coect) e, em 2004, para a Sect.

A Lei 4.778/93 estabeleceu, também, em seu artigo 1º, os princípios e mecanismos da formulação da Política Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, com determinação de se aprovar a cada dois anos o Plano Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico que na prática nunca se efetivou. Pela legislação, caberia ao Concitec propor as diretrizes e os objetivos da política estadual e aprovar o Plano Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, além de apreciar o orçamento anual do Funcitec e acompanhar sua execução. Órgão colegiado, o Concitec foi originalmente constituído pelos seguintes membros permanentes: o titular da Seplae (hoje, da Sect), a quem cabe a presidência; o titular da Secretaria de Estado da Agricultura; o Reitor da Ufes; 01 membro indicado pelo MCT; 01 membro indicado pelo SBPC; 01 membro indicado pela Anpei; 01 membro indicado pela Assembléia Legislativa. Os membros permanentes indicam ao governador do Estado quatro membros mandatários, com direito a votos, e mandatos renováveis por apenas uma vez, assim distribuídos: 02 representantes do setor produtivo empresarial e 02 representantes da comunidade técnico-científica. Com previsão de reuniões ordinárias nos meses de março, julho e novembro, e extraordinárias sempre que convo-cadas pelo presidente, o Conselho pouco se reuniu no período anterior a 2004, reforçando as dificuldades em cumprir com suas atribuições de propor ao governo do estado as diretrizes para uma política de CT&I.

O Funcitec, conforme legislação, é financiado basicamente com recursos do tesouro estadual, através da vinculação de 0,5% do total de ICMS disponível a cada mês – total de ICMS arrecadado menos as transferências regulamentares destinadas aos municípios e demais fundos fiscais existentes no Estado –, com repasses até o décimo-quinto dia útil do mês posterior ao seu recolhimento.

À época da Constituinte Estadual, a articulação inicial do grupo envolvido com a área era no sentido de vincular 2,5% do ICMS ao Fundo. Esse percentual era um número arbitrário que durante as negociações poderia chegar a 1,0%, considerado por aquele grupo um valor razoável. Ocorre que o percentual que ficou foi o de 2,5% da receita orçamentária

para o financiamento a projetos científicos e tecnológicos, não havendo resistências dos parlamentares capixabas quanto à vinculação de uma quantia nesse montante para gastos específicos em C&T, o que demonstra, pela falta de contraproposta, a pouca atenção na Assembléia Estadual Constituinte dado ao tema, mesmo representando uma vinculação de receita, assunto sempre polêmico¹⁰. A impressão que ficou foi a de que independente do montante legalmente determinado para o repasse, este não ocorreria, conforme ficou posteriormente confirmado.

Por pressões do governador Max Mauro (1987-1991), que ingressou com uma ação de inconstitucionalidade Adin nº 422-1 no STF¹¹ contra o parágrafo 2º do artigo 197 da Carta Estadual¹² por discordar da obrigatoriedade de vinculação orçamentária a gastos de C&T, foi intermediado um acordo que definia o percentual de repasse do Funcitec em 0,5%, sob o compromisso de vê-lo aumentado progressivamente a cada ano – se houvesse demanda – até atingir os 2,5%. Como as negociações em torno desse acordo se arrastaram de forma inconclusiva, quando o Funcitec é regulamentado em 1994, o percentual que se estabelece legalmente é o de 0,5% sem, contudo, haver a vinculação de aumento progressivo. No entanto, o governo do estado se comprometeria em aplicar 2,0% de suas receitas em atividades científicas e tecnológicas dentro de suas diversas rubricas orçamentárias o que garantiria o cumprimento do dispositivo constitucional. Conforme se observa pela tabela 1, os dispêndios do governo estadual ficaram bem abaixo da previsão de 2,0%, embora tenha crescido relativamente desde

Tabela 1. ES: Participação Percentual dos Recursos Aplicados em Ciência e Tecnologia (C&T) em Relação à Receita Total dos Estados, 1994-2003

| Unidade da Federação | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Espírito Santo | 0,03 | 0,08 | 1,3 | 1,35 | 0,99 | 1,05 | 0,5 | 0,24 | 0,2 | 0,14 |

Fonte: MCT.

¹⁰ Conforme informações fornecidas por Marco Junio de Faria Godinho, assessor da Assembléia à época da Constituinte Estadual, a Macedo (1997).

¹¹ Essa Adin foi julgada, por unanimidade, improcedente pelo plenário do STF, em 22/03/1991, segundo Lopes (2000).

¹² Art. 197, § 2º: O Estado destinará anualmente não menos de dois e meio por cento de sua receita orçamentária ao fomento de projetos de desenvolvimento científico e tecnológico. Cf. Constituição do Estado do Espírito Santo – 1989.

a regulamentação da Lei. Da mesma forma, em nenhum momento o Funcitec foi capitalizado com o montante de recursos previstos.

3. O DESEMPENHO OPERACIONAL DO FUNCITEC: 1994-2004

O período em questão foi marcado pela ausência de uma política de CT&I, apesar da constituição dos instrumentos para tanto. Do ponto de vista financeiro, a mobilização de recursos do tesouro esteve muito abaixo do constitucionalmente previsto, atingindo aproximadamente R\$ 1,3 milhão. Desse total, incluem-se doações do setor empresarial ao Funcitec (cerca de R\$ 150 mil), entre 2001 e 2002, resultado de ação conjunta entre o governo do estado e sindicato patronal do setor moveleiro de Linhares para estruturação do programa Trainee, executado pelo IEL/Ideeis, com objetivo de formar engenheiros especializados para atuarem no segmento moveleiro daquele município¹³. Essa ação foi definida como prioritária no I Encontro Estadual de Tecnologia para Desenvolvimento Local. Do governo federal, o Funcitec captou, no período em questão, cerca de R\$ 2,4 milhões, aproximadamente 2/3 de todo o recurso mobilizado nesses onze anos.

Exceto os dois programas executados com recursos federais – Prociências¹⁴ e o Pronordeste¹⁵ –, as poucas ações foram descontínuas, descoladas de uma política estadual para a área e atenderam principalmente demandas isoladas, desvinculadas de qualquer propósito sistêmico, refletindo a pouca operacionalidade do sistema e a desarticulação dos atores locais que não conseguiram, por meio do Concitec, fazer valer a legislação pertinente, tampouco internalizar a temática na agenda do executivo estadual.

Infelizmente, a ausência de informações sistematizadas não permite discriminar com confiabilidade o destino das aplicações individuais destes recursos. Acredita-se, no entanto, que mais de 70% deles destinaram-se a projetos de pesquisa e montagem de infra-estrutura em laboratórios. O ano de 2001 é paradigmático porque representou o de maior

¹³ Encontra-se no município de Linhares o principal APL de móveis do estado.

¹⁴ Voltado para a capacitação de professores de ciências (matemática, química, física e biologia) da rede estadual.

¹⁵ Voltado para o apoio à pós-graduação.

capitalização do Fundo e o último para qual houve repasse, no período que estamos tratando. As transferências para o Funcitec em 2001 representaram cerca de 35% do montante total que ingressou entre 1994 e 2004, sendo resultado direto da política articulada pela extinta Seplae, a partir da realização do referido I Encontro Estadual de Tecnologia para Desenvolvimento Local, em abril de 2000, que merecerá alguns comentários ao final da seção, dada sua importância para o avanço que área vem observando atualmente.

A principal razão para o não repasse dos recursos do Funcitec, e sua grande dependência de ingressos federais e de outras fontes, ao longo dos seus onze anos iniciais de operacionalização, foi a necessidade de implementação de uma política fiscal restritiva que promovesse um ajuste austero das contas públicas estaduais. Esta foi, pelo menos, a argumentação corrente da Secretária de Estado da Fazenda (Sefaz-ES), responsável pelo repasse dos recursos ao Fundo. Embora não se possa esconder as proporções com que a crise atingiu as contas públicas no estado, com a folha de pagamento dos servidores públicos em alguns períodos ficando até cinco meses em atraso, é possível deduzir que uma importante razão para a não atuação nesta área decorreu, principalmente, de uma opção política que não contemplou formas sistêmicas de promoção do desenvolvimento, tampouco houve, por parte da burocracia estadual, o entendimento do real significado de uma política de CT&I, especialmente para o conjunto de pequenas e médias empresas que compõem importantes segmentos da economia capixaba.

A dificuldade para a formulação de uma política científica e tecnológica coordenada pelo setor público capixaba não foi apenas de natureza fiscal, visto que a grave crise em que se encontrava a administração pública estadual nunca foi impeditiva para repasses ao Fundo de Desenvolvimento das Atividades Portuárias (Fundap¹⁶). Decorreu, em boa medida, da falta de critérios para se determinar prioridades de atuação do executivo no que se refere à formulação de políticas de desenvolvimento e à falta de seletividade das áreas e segmentos

¹⁶ Trata-se do principal instrumento capixaba de atração de investimentos com base em renúncia de ICMS. Criado em 1970 para promover a expansão das atividades de comércio exterior e garantir, para suas empresas, apoio financeiro caso elas decidam apoiar projetos produtivos dentro do estado. Sobre o Fundap, ver Pereira (1998), Gomes (1998) e Macedo (2002).

onde deveriam se concentrar os maiores esforços para a formulação e execução das políticas públicas locais. Ademais, a regulamentação do Funcitec coincidiu com o período em que o ideário neoliberal se tornou mais forte no Estado. Nesse sentido, o discurso do Estado mínimo, aliado à crise fiscal, serviu para justificar a ausência de coordenação pública nesta área.

O Funcitec, na condição de principal instrumento estadual de financiamento da CT&I, ao longo de seus anos iniciais de existência, esteve longe de ver cumprido o dispositivo constitucional de repasse. É bem verdade que neste período não se verificou uma pressão dos potenciais demandantes desses recursos, tanto por parte dos pesquisadores quanto do setor produtivo e de outros segmentos sociais, o que leva a crer que a desarticulação dos atores que deveriam estar envolvidos com o desenvolvimento científico e tecnológico no estado foi um fator importante, embora não o único, de criação entraves para se fomentar uma política dessa natureza no Espírito Santo. Ademais, a ausência de demanda qualificada por esses recursos, interpretada a partir da falta de pressão dos atores envolvidos, demonstra que a constituição de uma ambiência sistêmica para a inovação estava bastante embrionária no Estado, não obstante a montagem da estrutura organizacional necessária para consolidar as políticas nesse sentido.

Nesse ínterim, a concepção neoliberal na condução das políticas públicas reforçou o fraco desempenho do executivo estadual na articulação da estrutura montada desde o final dos anos 1980, perdendo a oportunidade de promover uma política sistêmica compatível com o atual estágio tecnológico e de competitividade. Embora a ação estatal não seja suficiente para tanto, dada a necessária participação de outros atores neste processo, não se pode negar que ela é indispensável para garantir uma política de CT&I eficaz e articulada em suas diversas partes. No entanto, é flagrante o distanciamento entre o ideal e a realidade observada no Estado. O argumento da crise fiscal e da falta de recursos parece servir para escamotear o que há de mais importante na discussão do tema no Espírito Santo: a ausência de uma política de desenvolvimento coerente com as características da economia local e capaz de internalizar os novos requisitos da competitividade. Ainda hoje, a opção preponderante tem sido pelos velhos instrumentos de renúncia fiscal,

recrudescidos pelo acirramento da guerra fiscal entre as unidades federativas em busca da atração de novos investimentos. Basta lembrar que Funres e Fundap, os dois principais instrumentos fiscais e financeiros para a política de desenvolvimento do estado, nunca foram adequados para atender os requisitos de competitividade sistêmica.

Nas palavras de um ex-técnico da extinta Coplag, ex-Secretário-Executivo do Concitec e ex-membro do CMCT¹⁷ tem-se a exata dimensão do sentido e do espaço reservados à ciência e tecnologia no governo estadual capixaba no período aqui abordado:

Você não pode exigir do governo do Estado que ele transfira recursos para ciência e tecnologia quando ele não consegue pagar o funcionalismo público (...) Enquanto o Estado não sair dessa crise, isso passa a não ser prioridade. E eu concordo que não seja mesmo. Quando não se atende à saúde pública, à segurança pública e à educação básica, pensar em desenvolver a ciência e tecnologia é bem grave. Você não tem como justificar isso nem para a população, nem para a comunidade científica, nem para ninguém. O papel do Estado nesse campo social é prioritário mesmo (Paulo Fraga, em entrevista concedida em setembro de 1997. Apud: Macedo, 1997:140).

No executivo estadual, pouco mudou em relação à formatação de uma política de CT&I nos anos seguintes, muito embora no ano de 2003, o novo governo tenha instituído pioneiramente uma Coordenação Estadual de Ciência e Tecnologia (Coect), com status de secretaria de Estado. Esta, no entanto, em seus dois primeiros anos não realizou nenhuma ação efetiva, exceto a promoção do II Encontro Estadual de Tecnologia para o Desenvolvimento Local, no mês de dezembro, cuja participação dos atores envolvidos (governos – estadual e federal –, setores produtivos, instituições de pesquisa e agências de financiamento) foi muito menor do que o verificado em abril de 2000 quando se deu a primeira edição do Encontro.

¹⁷ Conselho Municipal de Ciência e Tecnologia, da Prefeitura Municipal de Vitória, ligado ao Facitec.

Sobre esse primeiro Encontro são necessárias algumas notas, pois dele resultou a única ação prática e coordenada de financiamento do Funcitec em bases planejadas e com objetivos claros e pré-determinados¹⁸ e que exerceria importante efeito-demonstração quando a Coect se tornou Secretaria em 2004, iniciando uma nova fase na política estadual de CT&I.

Naquele encontro, sob coordenação da extinta Seplae, reuniram-se representantes do MCT, pesquisadores capixabas e representantes do setor produtivo estadual. Foi o início de uma articulação que, ao final do encontro, resultou no levantamento dos principais “gargalos” tecnológicos dos segmentos de pequenas e médias empresas capixabas mais significativos para a economia estadual. Feito este levantamento inicial, o movimento seguinte foi a realização de pesquisas que buscassem soluções para os problemas apontados. Disso resultou do Funcitec o apoio, em fevereiro de 2001, a nove projetos de pesquisa diretamente relacionados a demandas empresariais, além do apoio institucional do Fundo ao já citado programa de qualificação de mão-de-obra implementado pelo Sindicato da Indústria da Madeira e do Mobiliário de Linhares (Sindimol), para a formação de trainees. Além deste segmento, os financiamentos direcionaram-se para setores considerados naquele momento estratégicos para a economia capixaba. Todos eles são formados por pequenas e médias empresas: tecnologia da informação, confecções e agricultura (pesca e fruticultura).

Se o montante disponibilizado – cerca de R\$ 360 mil – poderia ser considerado pouco, frente aos esforços empreendidos em outros estados, três pontos chamaram atenção pelo ineditismo no Espírito Santo. O primeiro foi a capacidade da extinta Seplae, por intermédio de sua autarquia, o Ipes¹⁹, então gestora do Funcitec, articular grupos de pesquisadores e lideranças empresariais em busca de soluções tecnológicas conjuntas. Segundo, porque ao financiar pela primeira vez projetos dessa natureza, o Funcitec começava a cumprir efetivamente o papel que lhe é reservado desde sua criação pela Lei 4.778/93. Mais importante era a percepção de que a ciência, a tecnologia e a inovação poderiam entrar de vez na agenda do executivo estadual. Por fim, a iniciativa resgatava o

¹⁸ Os parágrafos seguintes estão baseados em Macedo (2001).

¹⁹ Instituto de Apoio a Pesquisa e ao Desenvolvimento Jones dos Santos Neves, atualmente Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN).

verdadeiro sentido da dimensão local no tratamento da CT&I. Sem perder de vista o movimento geral da economia, cada vez mais acelerado e mutante em decorrência dos avanços tecnológicos contínuos, a extinta Seplae, por meio do Ipes, dava mostras de que não era preciso buscar modelos prontos e acabados, mas sim formular, dentro das condições específicas da economia capixaba, soluções que levassem em conta a heterogeneidade estrutural de seu setor produtivo.

Nesse sentido, como esboço de política de desenvolvimento se diferenciava das concepções prevalecentes entre os “especialistas capixabas em políticas públicas” que há mais de duas décadas defendem – num esforço muito mais ideológico que intelectual – que a dinâmica da sociedade local encontra-se preponderantemente articulada às grandes empresas industriais exportadoras e/ou as atividades ligadas ao comércio externo, desconsiderando o conjunto de pequenas e médias empresas que, pelo porte, deveriam ser alvos prioritários da ação pública, pois sobre elas os instrumentos de política local poderiam exercer efeitos pró-ativos. Essa possibilidade não passa de retórica quando se refere ao grande capital que apesar de localizar-se no Espírito Santo tem uma lógica global de atuação sob a qual o governo estadual tem pouco (ou mesmo nenhum) espaço para influenciar, embora devesse exercer sobre ele formas de regulação que, diga-se de passagem, inexistem.

Como desdobramento daquele movimento e com o aprofundamento das articulações dentro do arranjo produtivo do mamão, foi possível, ao final de 2001, aprovar no Fundo Verde-Amarelo quatro projetos de pesquisa que totalizavam R\$ 3,0 milhões, distribuídos entre recursos da Finep, CNPq e de contrapartida do setor produtivo. Apesar de o Funcitec ter desembolsado apenas R\$ 40 mil, foi o governo do estado, por meio da Seplae/Ipes, o principal articulador dos diversos agentes desse arranjo produtivo que resultaria na mais exitosa ação de política local de desenvolvimento desde sua criação.

Infelizmente, a crise política que se propagou no estado no ano de 2001, e que ganhou proporções nacionais, dificultou a continuidade dos trabalhos iniciados naquele I Encontro. Ao final do governo José Ignácio (1999-2002), a área de ciência e tecnologia ficou bastante esvaziada, sobretudo pela dificuldade para articular os diversos atores em um

contexto de total descrédito do executivo estadual. O reflexo sobre o Funcitec foi a ausência de repasse nos exercícios de 2002, 2003 e 2004.

Como legado, ficou a experiência de que, mesmo com pouco recurso, seria possível direcionar esforços na articulação dos diversos agentes em busca de soluções tecnológicas no atendimento às demandas do setor produtivo e da sociedade, com aproveitamento da estrutura estadual das instituições de pesquisa e de seu quadro de pesquisadores. Mais do que recursos, caberia ao setor público articular esse mosaico disperso que compõem os atores de CT&I locais, o que seria possível a partir da criação da Sect.

4. A EMERGÊNCIA DO NOVO SISTEMA ESTADUAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA: 2005-2006

Apesar de o ano de 2004 ser o terceiro seguido sem repasse ao Funcitec, foram criadas, como já destacamos, a Sect e a Fapes. Com isso, a temática começa a ganhar uma institucionalidade mais sólida e maior projeção no governo do estado, e na própria sociedade²⁰, condição fundamental para os resultados alcançados nos dois exercícios seguintes quando os repasses do tesouro estadual para o Fundo alcançaram R\$ 10,7 milhões, sendo 26,4% (ou R\$ 2,8 milhões) em 2005 e 73,6% (ou R\$ 7,9 milhões) em 2006. Esse montante é praticamente o triplo do total do período anterior, embora seja menos da metade do que lhe deveria ser constitucionalmente transferido pela Sefaz-ES, nesse biênio.

Embora o aumento dos repasses seja indicativo da internalização do tema no executivo estadual, o mais importante parece ser a consolidação do sistema estadual de CT&I como formulador e executor de uma política científica e tecnológica para o estado, ainda que incipiente, sobretudo pela forma como as ações estaduais têm se articulado às federais, por um lado, e, por outro, pela capacidade de aglutinação de

²⁰ Os I e II Encontro Estadual de Tecnologia para o Desenvolvimento Local já indicavam o maior interesse em torno do tema. Destaque importante, também, merece o documento do Crea entregue aos candidatos ao governo do estado nas eleições de 2002 que defendia a política científica e tecnológica como estratégica para o futuro governo. A participação crescente de municípios e instituições nas semanas estaduais de ciência e tecnologia confirma o maior interesse para o tema no Espírito Santo.

atores tradicionalmente dispersos que parecem se voltar agora, com mais velocidade e interesse, para o tema.

Nos dois anos aqui tratados, diferente do período anterior – quando os reduzidos financiamentos se direcionaram majoritariamente para realização de eventos ou projetos isolados com poucos rebatimentos sobre a sociedade estadual²¹, atendendo demandas dispersas, sem critérios de seletividade –, o Sisect, com recursos do tesouro estadual e/ou federal (MCT, Finep, CNPq, Capes e Ministério da Saúde), estruturou um conjunto de projetos e programas que atendem demandas não apenas empresarias, mas também acadêmicas, embora com ressalvas que tecemos nas conclusões.

O quadro 1 apresenta um conjunto articulado de ações que atestam o salto organizacional do Sisect e sua maior abrangência, com um número razoavelmente diversificado de ações, programas e projetos, distribuídos em suas 5 grandes linhas operacionais (Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico, Programa de Formação e Capacitação de Recursos Humanos, Difusão de Ciência e Tecnologia, Desenvolvimento da Infra-Estrutura Científica e Tecnológica e Inovação para a Competividade).

Quadro 1. Sisect: ações realizadas e previstas – 2005-2009

| Linha Operacional | Programa, Ações, Projetos | Instituições Parceiras | Nº de projetos/Bolsistas/público-alvo | Recursos Previstos e/ou realizados (em R\$) |
|-------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|---|
| | 1) Programa de Pesquisa em Saúde: visa ao financiamento de pesquisa para solução de problemas de saúde pública | Ministério da Saúde e CNPQ | 38 | 979,0 |
| | 2) Programa de Pesquisa sobre Violência Social e Segurança Pública: com recursos do tesouro estadual incentiva a pesquisa em violência social, um dos grandes problemas na sociedade capixaba | | 20 | 591,5 |
| | 3) Pesquisa sobre Água e Desenvolvimento Regional: estimular a pesquisa na temática da "Água e Desenvolvimento" | | 18 | 465,4 |
| | 4) Pesquisa Café Arábica no Caparaó: objetiva estabelecer normas do Sistema Integrado de Diagnóstico e recomendação - DRIS e diagnosticar o nível populacional de nematóides | | | |
| | 5) Pesquisa Pecuária Leiteira no Caparaó: visa a geração e transmissão de tecnologia nas áreas de produção e sanidade bovina | | 2 | 102,8 |

²¹ Exceto os recursos direcionados para pesquisas do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Agropecuária (Incaper) e os que se sucederam ao I Encontro Estadual de Tecnologia para o Desenvolvimento Local.

Quadro 1. (continuação)

| Linha Operacional | Programa, Ações, Projetos | Instituições Parceiras | Nº de projetos/Bolsistas/ público-alvo | Recursos Previstos e/ou realizados (em R\$) |
|--|--|--|---|--|
| Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico | 6) Telecárdio: apoiar a organização de um núcleo de pesquisas e desenvolvimento de aplicações de "tecnologias de informação e comunicação" em soluções de procedimentos no campo da medicina | | 1 | 130 |
| | 7) Programa Primeiros Projetos – PPP: financiar projetos de jovens pesquisadores vinculados às instituições públicas de ensino e pesquisa, que tenham título de doutor obtido há menos de 10 anos. | MCT e CNPQ | | 450 |
| | 8) Programa de Desenvolvimento Científico Regional – DCR: atrair para o interior do Espírito Santo doutores que estejam radicados em outros estados | CNPQ | Fluxo contínuo | Bolsas entre R\$ 2,8 a R\$ 5,2 |
| | 9) Programa de Apoio a Grupos de Excelência em Pesquisa – PRONEX: apoio a grupos de pesquisas mediante o apoio financeiro à execução de projetos de pesquisas científicas, tecnológicas e de inovação no Espírito Santo. | CNPQ | 2 | 1,1 mil |
| | 10) Diversidade Florística em Florestas Montanas e Submontanas: levantar a diversidade florística das florestas montanas e submontanas, em cinco municípios do Estado. | Museu de Biologia melo Leitão | 1 | 74,8 |
| Programa de Formação e Capacitação de Recursos Humanos | 1) Nossa Bolsa: bolsa para alunos de faculdades particulares e filantrópicas | Governo do Estado e Sindicato dos estabelecimentos de ensino Superior - SINEPE | 2.000 | 6,3 mil |
| | 2) Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior – PBICJr/ES: incentivar jovens pesquisadores do ensino médio da rede pública a partir do apoio a iniciação científica | UFES, CEFETES e FAMES | 200 | Bolsas de R\$ 0,10 |
| | 3) Programa de Apoio à Pós-Graduação Strictu Sensu - PRO- PÓS: apoiar a pós-graduação concedendo bolsas a estudantes em área de interesse para o desenvolvimento capixaba | CAPES | 37 | 551,8 (podendo chegar a R\$ 3.025,2) |
| | 4) Capacitação dos monitores do MEPES: capacitação técnico-científica de professores da rede MEPES – Movimento de educação Promocional do ES | MEPES | 80 | |
| | 5) Curso de Propriedade Intelectual: curso de propriedade intelectual para gestores de inovação tecnológica | INPE | 25 | |
| | 6) Modernização em Tecnologia da Informação - TI na Grande Vitória: elevar o nível da gestão em Tecnologia de Informação - TI nas empresas | Instituto Evaldo Lodi | | 43,2 |
| Difusão de Ciência e Tecnologia | Conjunto de ações para difusão da ciência e tecnologia como apoio a Semana Estadual de C&T, mostra capixaba de Ciência e Inovação, vídeos educativos, educação ambiental, programas de TV, seminários, eventos científicos, etc. | Diversas | | 312,3 |
| | 1) Estruturantes: estruturar a base de laboratório do estado | FINEP, UFES e INCAPER | 2 | 3.000,0 |
| | 2) Unidades Regionais de Café Especiais – URCES: capacitar pequenos produtores de café Conilon introduzir melhorias na qualidade do produto, superando os métodos tradicionais | MCT | 4 | 472,2 |

Quadro 1. (continuação)

| Linha Operacional | Programa, Ações, Projetos | Instituições Parceiras | Nº de projetos/Bolsistas/público-alvo | Recursos Previstos e/ou realizados (em R\$) |
|---|--|--------------------------------------|---|---|
| Desenvolvimento da Infra-estrutura Científica e Tecnológica | 3) Laboratório de Análise de Destilados Alcoólicos: ampliação do Laboratório de Análises de Bebidas de Origem Vegetal do Espírito Silva (LABEVES) | UFES | 1 | 469,6 |
| | 4) Estudo sobre criação da Rede de Educação Profissional e Tecnológica: implantar uma rede voltada para a formação de tecnólogos em áreas estratégicas para o Espírito Santo | | Em fase de avaliação para inclusão no plano de trabalho | |
| | 5) Gestão da Informação sobre Biodiversidade – Projeto BIOTA/FAPES: montagem de uma rede para compartilhamento de informações sobre a biodiversidade do Espírito Santo | MCT | 1 | 1,3 mil |
| | 6) METROVOIX: implantação de redes de fibra óticas de comunicação de alta velocidade | RNP, MCT, FINEP, UFES, INCAPER e PMV | Em fase final de implantação | |
| Inovação para a Competitividade | 1) Programa de Apoio à Pesquisa na Empresa – PAPPE: | FINEP | 8 | 127,8 |
| | 2) Parceria Tecnológica: apoiar solução dos gargalos tecnológicos nos APL's capixabas | | 1 | 54,2 |
| | 3) Programa de Apoio Tecnológico à Exportação – PROGEX: ampliar o número de empresas exportadoras do estado | CETEC-MG e BANDES | | |
| | 4) Núcleo de Design de Móveis em Linhares: atender as micro e pequenas empresas do APL de móveis de Linhares | IEL, SENAI e SINDIMOL | 1 | 330 |
| | 5) Núcleo de Inovação Tecnológica do ES – NITES: formação de um núcleo de profissionais voltados para orientação ao pesquisador de formalização dos registros e patentes | UFES, INCAPER, FINEP e CEFETES | 1 | 3339,3 |

Fonte: Sect (2007). Elaboração própria.

Enquanto no período anterior a mobilização de recursos foi pequena e era grande a dependência dos recursos federais que financiaram o Prociências e Pronordeste, a partir de convênios com a Capes, no biênio em questão o tesouro estadual mobilizou a maior parcela dos recursos, embora em termos absolutos também tenha sido proporcionalmente maior a alocação de recursos federais que foi anualmente em média 3,5 vezes superior no biênio 2005 e 2006, do que na média anual dos 11 anos anteriores²².

Do anterior, tiram-se algumas conclusões importantes. A primeira é uma desmistificação da idéia, muito presente entre os acadêmicos, de que os investimentos do governo federal em CT&I no Estado capixaba

²² Evidentemente reconhecemos os problemas de comparação de períodos tão distintos em quantidade de anos, com o primeiro afetado por inúmeras conjunturas macroeconômicas, com menor ritmo de crescimento da economia e finanças, especialmente a estadual, mais desorganizadas. No entanto, o corte que fazemos, que considera o ano de 2005 como o primeiro de efetivo funcionamento do Sisect após a criação da Sect em 2004, não nos permite outra solução analítica.

eram proporcionalmente menores do que o peso do Espírito Santo na economia brasileira, ou seja, se o estado é 2,0% do PIB brasileiro deveria receber recursos nessa área no mínimo na mesma proporção. A parte o fato de não haver automatismo algum nessa relação que valide tal raciocínio, o fato é que o mesmo poderia ser invertido: a baixa alocação de recursos do governo federal decorre do baixíssimo investimento do estado na área. Disso vem a segunda conclusão: o aumento dos gastos estaduais pode representar retornos marginais crescentes na alocação de recursos federais. Conforme se observa na tabela 2, em 2005, para cada R\$ 8,4 aplicado pelo tesouro estadual, foi captado R\$ 1,0 do governo federal proveniente do MCT, Finep, Capes e CNPQ; em 2006, essa relação cai para 3,5 indicando um aumento não apenas absoluto de recursos do governo federal, que passa de R\$ 300,0 mil para R\$ 1.754 mil, como também relativo. Evidentemente que os recursos federais poderiam ser contratados sem a intermediação da Sisect, como já acontecera no passado, o que nos remete a uma terceira conclusão: as vantagens da maior articulação dos atores locais que buscavam isoladamente recursos federais e que agora ganha, em tese, uma caixa de ressonância que pode levar a ganhos de escala pelo papel aglutinador que a Sect eventualmente venha a desempenhar na captação das demandas estaduais ligando-as às fontes externas de financiamento. Por fim, conforme destacaremos adiante, o aumento dos recursos federais conjugado à ampliação dos estaduais expande a diversificação dos programas e projetos, criando, ainda que potencialmente, a possibilidade do atendimento de um número maior de segmentos sociais, evitando que os recursos fiquem encastelados entre os interesses do setor privado e os da academia, quando sabemos que as demandas da sociedade são muito mais amplas.

Tabela 2. Sisect: Origem dos recursos contratados

| | | | | Em R\$ 1.000 |
|------|----------------------|---------------------|----------|--------------|
| Ano | Fonte dos recursos | | | A / B |
| | A - Tesouro Estadual | B - Governo Federal | Total | |
| 2005 | 2.520,5 | 300,0 | 8.623,6 | 8,4 |
| 2006 | 6.103,1 | 1.754,0 | 10.677,6 | 3,5 |

Fonte: Sect (2007). Elaboração própria.

Resta saber se o fôlego dessa experiência recente é de longa duração e se a institucionalidade montada e que se encontra articulada num conjunto de projetos, programas e ações que dão coerência, abrangência e visibilidade inéditas a temática na sociedade capixaba se manterá, consolidando, definitivamente, a política de desenvolvimento científico e tecnológico como um dos vetores de crescimento do estado no futuro.

5. A GUIA DE CONCLUSÕES E DE PROVOCAÇÕES

Neste artigo, procuramos apresentar de forma sintética a experiência capixaba de financiamento à CT&I, avaliando a atuação do Sisect. Observamos que este, até 2004, praticamente não funcionou. A partir do ano seguinte, um novo arcabouço institucional possibilitou o desencadeamento de ações que retiram o estado capixaba da inércia em que se encontrava sua inexpressiva política científica e tecnológica que certamente se caracterizava como uma das mais atrasadas do país.

Evidentemente que os resultados alcançados a partir de 2005 são meritórios mas, não podemos esquecer, partem de uma base de comparação muito precária, o que torna qualquer ação passível de impactos aparentemente superdimensionados. O conjunto de ações executadas no último biênio (quadro 1) indica, no entanto, um nível de organização e articulação da área nunca antes observado, o que coloca boas perspectivas de médio e longo prazos para o aprofundamento e avanço das políticas. É necessário, contudo, criar simultaneamente sistemas de monitoramento e avaliação das ações, programas e projetos, o que tem sido, de forma geral, uma dificuldade na hora de medir os resultados de políticas dessa natureza. Não há indicativos de mecanismos dessa ordem, talvez pelo pouco tempo das ações e porque os financiamentos ainda não redundaram em resultados concretos.

No entanto, é preciso criar, desde logo, um eficiente sistema de avaliação de resultados, especialmente das ações que objetivam aumento de competitividade do parque produtivo, pois é necessário, também, que o recurso público aplicado tenha contrapartida social por parte da iniciativa privada. Esse é o caso – mas não é o único – do programa Nossa Bolsa que financia dois mil bolsistas de faculdades particulares que tradicionalmente não apresentam contrapartida em termos de serviços sociais e pesquisa acadêmica. Ao contrário, *vis-à-vis* as instituições públicas, apresentam precários indicadores de produtividade científica e

baixíssimo investimento na formação de seus professores. O programa ainda que seja politicamente justificado como instrumento para aumentar a baixa sensibilidade capixaba à temática da ciência, tecnologia e inovação não pode ser, por outro lado, uma mera alternativa para o notório problema de financiamento das instituições privadas, reproduzindo localmente um mecanismo similar ao Prouni, que foi, em parte, uma resposta do governo federal às pressões das instituições privadas com problemas financeiros.

Da mesma forma é preciso atrelar as demandas por financiamento dos pesquisadores locais às demandas sociais, o que de certa forma já vem ocorrendo desde o I Encontro de Tecnologia para o Desenvolvimento Local. É, preciso, no entanto, não restringir a política estadual de desenvolvimento científico e tecnológico ao binômio universidade x empresa, com o setor público intermediando essa relação. A temática diz respeito a interesses muito mais amplos que perpassam por toda sociedade, o que torna imperativo a participação de amplos segmentos sociais que não se restringem ao binômio indicado. A composição do Concitec, infelizmente, não leva em conta a diversidade capixaba e seus múltiplos grupos sociais. Diferente, por exemplo, do Facitec/CMTC que em sua composição abre espaço para a presença de um conselheiro indicado pelos trabalhadores. É preciso evitar que a política de CT&I coordenada pela Sisect reproduza o erro do documento “Espírito Santo 2025: Plano de Desenvolvimento” – base do planejamento do governo estadual – que fora elaborado sem a participação dos movimentos sociais. O resultado foi uma concepção de desenvolvimento econômico centrado num conjunto de ações que atuam muito mais pelo lado da oferta pública para garantir atração de investimento do que pelo lado das demandas sociais mais urgentes.

Por fim, a política de desenvolvimento científico e tecnológico deve estar atrelada à política de desenvolvimento econômico. É importante frisar que, apesar do bom diagnóstico realizado pela Sect acerca das áreas aonde investir e quais segmentos priorizar, sobretudo as demandas das pequenas e médias empresas, tradicionalmente as ações do governo do estado são no sentido de privilegiar grandes empresas e grandes grupos econômicos, o que poderá levar a conflitos de interesses, especialmente se o montante de recursos destinados a CT&I se mostrar ainda mais crescente, como exige a Constituição estadual. Não resta dúvida, no

entanto, que a política de desenvolvimento científico e tecnológico no estado capixaba deu um salto importante (e aparentemente sólido), inimaginável há poucos anos atrás.

REFERÊNCIAS

GOMES, Helder. *Potenciais e limites às políticas regionais de desenvolvimento do estado do Espírito Santo: o apego às formas tradicionais de intermediação de interesses*. 1998. Dissertação (Mestrado)- UFES/Economia, 1998.

MACEDO, Fernando César de. Dinâmica regional capixaba – 1960/2003. In: CAMPOS JR., Carlos Teixeira de (Org.). *Transformações socioeconômicas do Espírito Santo: uma abordagem histórica e de manifestações recentes*. Vitória: IHGES, 2006a. p. 81-109.

_____. Quebrando consensos: apontamentos sobre a economia capixaba. *Revista Eletrônica Olhar Crítico*, n. 13, jan. 2006b.

_____. *Integração e dinâmica regional: o caso capixaba (1960- 2000)*. 2002. Tese (Doutoramento)- IE/UNICAMP, 2002.

_____. *Política industrial e instituições locais: a importância de uma política científica e tecnológica para a (re)estruturação industrial no Estado do Espírito Santo*. 1997. Dissertação (Mestrado)- UFES, 1997.

_____. Ciência e tecnologia: primeiro passo. *Jornal A Gazeta*, p. 4, 23 fev. 2001.

_____. Desenvolvimento regional e política de ciência e tecnologia para o estado do Espírito Santo. *Revista 150 maiores empresas do Espírito Santo*, ano IV, n. 4, p. 14-15, nov. 2000.

_____; PAULA, Teófilo Henrique Pereira de. Análise dos incentivos à CT&I no Espírito Santo: o caso do FUNCITEC e do FACITEC. In: CONGRESSO ABIPTI, 2004, Belo Horizonte. *Anais...* Brasília: ABIPTI, 2004.

PEREIRA, Guilherme H. *Política industrial e localização de investimentos - o caso do Espírito Santo*. Vitória: EDUFES, 1998.

_____; MORANDI, Ângela. *Inventário da produção científica e tecnológica*. Vitória: Departamento de Economia/UFES, 1997. Mimeografado.

SISTEMA ESTADUAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (FAPES, SECT E FUNCITEC) – SECT. *Relatório de atividades, 2005*. 2006.

Disponível em: <http://www.sect.es.gov.br/download/Relatorio_2005_1.pdf>. Acesso em: 2007.

_____. _____, 2006. 2007. Disponível em: <http://www.sect.es.gov.br/download/SECT_anuario_07.pdf>. Acesso em: 2007.

Resumo

Discute a experiência capixaba de financiamento da ciência, tecnologia e inovação, no período 1994-2006, dividindo-o em subperíodos. No primeiro, 1994-2004, observa-se funcionamento precário do sistema, com repasses irregulares de recursos para o Fundo Estadual de Ciência e Tecnologia (Funcitec). No segundo, entre 2005-2006, com a criação da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia o que possibilitou, pela primeira vez, ao sistema funcionar com regularidade e com diretrizes relativamente bem definidas.

Abstract

The paper deals with the experience of financing S,T&I in the State of Espírito Santo (Brazil) along the years 1994-2006. It's divided up in two periods. In the first one, 1994-2004, it could be observed a precarious performance of the State System of Science and Technology (Sisect), due to discontinued resource provisions from state government for State Fund of Science and Tecnology (Funcitec). As far as the second period is concerned, 2005-2006, the foundation of the State Secretariat of Science and Technology made possible, for the first time, the properly operations of the Sisect, with lines of action well defined.

O Autor

FERNANDO CÉZAR DE MACEDO é professor do IE/Unicamp e pesquisador do Centro de Estudos do Desenvolvimento Econômico (Cede).

Os vales-inovação estimulam as pequenas e médias empresas (PME) a interagirem com as instituições de pesquisa e desenvolvimento?*

*Maarten Cornet
Björn Vroomen
Marc Van Der Steeg*

1. INTRODUÇÃO

A política de inovação realmente promove a inovação? No momento, pouco se sabe sobre a eficácia da atual política holandesa de inovação (IBO Technologiebeleid, 2002). Isso constitui obstáculo ao debate político e à discussão sobre instrumentos adequados de política. Afinal, a ambição de aumentar a força inovadora de uma economia não será muito produtiva se não estiver claro quais instrumentos aproximam a meta e quais não.

A principal razão por que tão pouco se sabe sobre a eficácia da política de inovação é a dificuldade de determinar se a política de inovação leva a atividades adicionais de inovação ou se as empresas que já inovam mais também tirarão mais proveito da política de inovação. Ou seja, não se sabe até que ponto a correlação positiva entre política de inovação e inovação é de fato causal ou apenas aparente (Cornet and Webbink, 2004; David *et al.*, 2004). No primeiro caso, a política de inovação é eficaz; no segundo, não o é, pois investimentos privados são substituídos por investimentos públicos.

É possível avaliar a eficácia do vale-inovação – um instrumento da política de inovação holandesa introduzido em 2004 – porque os vales são distribuídos de forma aleatória por meio de uma loteria entre as

* Documento de discussão do Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis Van Stolkweg (CPB). O CGEE agradece ao CPB e aos autores pela autorização concedida para publicar e traduzir o texto. Original do documento encontra-se em: <http://www.cpb.nl>. ISBN 90 5833 259 3, fevereiro de 2006.

empresas que os solicitam. Dada a distribuição aleatória, qualquer diferença no comportamento inovador entre as empresas com vale e as empresas sem vale é unicamente o efeito causal do vale e não uma correlação que possa ser explicada por outros fatores. Afinal, como os vales foram distribuídos de forma aleatória, esses outros fatores aplicar-se-ão tanto às empresas com vale quanto às empresas sem vale. Portanto, esses fatores não explicam a diferença no comportamento inovador.

O principal objetivo do vale-inovação é apresentar as pequenas e médias empresas (PMEs) às instituições públicas ou semi-públicas como universidades, politécnicas e a Organização dos Países Baixos para Pesquisa Científica Aplicada (TNO). O vale é uma nota de crédito no valor de EUR 7.500, a ser usado numa dessas instituições de pesquisa. A intenção é abordar a deficiência observada na interação entre as empresas comerciais e as instituições de pesquisa.

Este relatório busca contribuir para comprovar a eficácia da política de inovação ao examinar os efeitos dos 100 vales-inovação distribuídos de forma aleatória entre 1.044 PMEs que os solicitaram em setembro de 2004. Esses 100 vales constituem uma primeira rodada do vale-inovação piloto por meio do qual o Ministério de Assuntos Econômicos deseja adquirir experiência com esse tipo de instrumento de política de inovação. Foram distribuídos 400 vales numa segunda rodada em março de 2005 e uma terceira rodada está sendo planejada para o terceiro trimestre de 2005.

A questão central da pesquisa deste estudo é saber se as PMEs com vale encomendam mais pesquisas a instituições do que as PMEs sem o vale. O principal objetivo do instrumento de política é, portanto, concretizado na promoção de encomendas de pesquisas pelas PMEs às instituições de pesquisa. O estudo também examina o efeito do vale no valor das pesquisas e o efeito do vale no cronograma das pesquisas.

Uma avaliação geral do instrumento do vale exige não só provas de sua eficácia (também chamado *output*), mas também do valor agregado dos contratos adicionais para as PMEs que estão participando e para a sociedade como um todo (também chamado *outcome*). Essa questão do valor agregado não é parte central deste estudo, mas quando for possível demonstrar alguma indicação da criação de valor agregado, isso será informado.

O documento tem a seguinte estrutura: O capítulo 2 formula a questão da pesquisa. O capítulo 3 discute as razões, o objetivo e a estrutura do vale-inovação. O capítulo 4 apresenta os dados da pesquisa, que são analisados no capítulo 5. O capítulo 6 apresenta uma série de conclusões.

2. A QUESTÃO DA PESQUISA

2.1. A QUESTÃO CENTRAL DA PESQUISA

O objetivo do presente estudo é medir a eficácia do instrumento do vale em relação ao seu principal objetivo de “apresentar as pequenas e médias empresas às instituições públicas de pesquisa” (Ministry of Economic Affairs, 2004a). Neste estudo, o “apresentar” é concretizado pela encomenda de pesquisas às instituições públicas de pesquisa. Portanto, a questão central da pesquisa é:

Qual o efeito do vale-inovação sobre a encomenda de pesquisas pelas pequenas e médias empresas às instituições públicas de pesquisa?

Mais especificamente, são diferenciados três efeitos:

- O efeito sobre o *número* dos projetos de transferência de conhecimento: o instrumento do vale-inovação leva a mais encomendas pelas PMEs às instituições públicas de pesquisa em determinado período?
- O efeito sobre o *tamanho* dos projetos de transferência de conhecimento: o instrumento do vale-inovação leva a mais encomendas pelas PMEs às instituições públicas de pesquisa?
- O efeito sobre o *cronograma* dos projetos de transferência de conhecimento: o instrumento do vale-inovação faz com que pesquisas já programadas para as instituições públicas de pesquisa sejam antecipadas?

O efeito do cronograma das pesquisas poderá ir de encontro aos dois aspectos positivos de adicionalidade do vale, a saber, os efeitos sobre o número e o valor das pesquisas. É possível que os vales-inovação levem a mais encomendas no período de vigência do vale, mas que algumas

dessas pesquisas já estivessem programadas e que o recebimento do vale-inovação as tenha apenas antecipado. O efeito sobre o número de pesquisas durante o período de vigência do vale irá, portanto, superestimar a verdadeira adicionalidade proporcionada pelo instrumento do vale.

2.2. O QUE FICA ALÉM DO ALCANCE DESTE ESTUDO

Cada questão de pesquisa estabelece limites. Não é possível responder a todas as questões relevantes ou interessantes. E as respostas que podem ser dadas, invariavelmente precisarão ser qualificadas de alguma forma. Este estudo não foge à regra. Esta seção aborda seis limites à questão central da pesquisa.

Em primeiro lugar, este estudo não aborda o efeito de longo prazo dos vales-inovação sobre o número e valor das pesquisas encomendadas pelas PMEs às instituições públicas de pesquisa. A introdução do instrumento do vale-inovação foi recente demais para isso. Uma análise posterior (por exemplo, em um ou dois anos) das firmas que receberam o vale e das que não o receberam mostrará se os efeitos identificados foram sustentados. Isto é, se a alocação do vale-inovação teve um efeito duradouro na interação entre as PMEs e as instituições públicas de pesquisa. Gostaríamos de salientar que a compreensão desses efeitos de longo prazo é necessária para decidir se o instrumento do vale como um todo foi bem-sucedido.

Segundo, este estudo não discute os efeitos específicos do instrumento do vale-inovação sobre o comportamento das PMEs e nem das instituições públicas de pesquisa. Os efeitos identificados são resultado de qualquer mudança de comportamento das PMEs e/ou das instituições públicas de pesquisa. Nesse sentido, o que acontece às PMEs e às instituições de pesquisa como resultado do instrumento do vale-inovação pode ser caracterizado como uma “caixa-preta”.¹ O conhecimento do

¹ Um exemplo de um possível efeito do instrumento do vale-inovação no comportamento das PMEs é que essas empresas podem desenvolver uma atitude mais positiva frente às instituições públicas de pesquisa, enquanto o comportamento das instituições públicas de pesquisa pode ser influenciado por uma operação mais voltada para o mercado. Este estudo não trata da questão de quais problemas os vales-inovação podem ajudar a resolver tanto entre os fornecedores quanto entre os usuários das pesquisas.

conteúdo dessa caixa-preta, contudo, não é necessário para os fins deste estudo, já que o principal objetivo é examinar e não entender a eficácia do instrumento do vale-inovação.

Terceiro, este estudo não trata de um possível efeito separado do instrumento do vale sobre o comportamento das empresas que não receberem o vale, o que tem sido chamado de o “efeito John Henry” (veja, por exemplo, Krueger, 1999). A idéia é que o instrumento do vale-inovação faz com que os que “perderam o vale” se conscientizem das oportunidades e vantagens de encomendar problemas de pesquisa às instituições públicas de pesquisa.² Por essa razão, a participação na rodada de distribuição do vale poderá por si só induzir uma PME a encomendar uma pesquisa. Se assim for, então o efeito do vale-inovação encontrado neste estudo irá subestimar o efeito real.³

Quarto, acreditamos não ser adequado generalizar um resultado sobre a eficácia de um instrumento com base num piloto limitado para posterior introdução daquele instrumento em larga escala e este estudo não o faz. Pode não ser por acaso que algumas PMEs se tenham inscrito num piloto limitado na primeira oportunidade, enquanto outras só o venham a fazer mais tarde.⁴ É possível que o primeiro grupo de PMEs já tenha questões de pesquisa específicas, por exemplo, enquanto o segundo grupo não. O efeito do instrumento do vale poderá, portanto, ser diferente nos dois grupos. O resultado é que o efeito da introdução em larga escala do instrumento poderá ser diferente daquele do piloto. Vale a pena ressaltar que essas diferenças podem ser pequenas quando as diferenças em escala forem pequenas.

Quinto, este estudo não discute possíveis resultados dos contatos entre as PMEs e as instituições públicas de pesquisa. Essa transferência de tecnologia poderá levar a uma melhoria ou até ao desenvolvimento de novos processos e/ou produtos operacionais. No entanto, esses resultados do instrumento do vale só podem ser observados a longo prazo.

² A formulação de um problema de pesquisa não é obrigatória na fase de solicitação do vale, mas o formulário de inscrição pergunta à PME qual questão de pesquisa gostaria que fosse respondida.

³ Aliás, o efeito John Henry é difícil de identificar num contexto experimental, já que não pode ser diferenciado de um efeito específico de tempo.

⁴ O termo técnico para isso é “seletividade”.

E sexto, este estudo não busca responder à pergunta sobre como a eficácia do instrumento do vale-inovação se relaciona à eficácia de outros instrumentos usados nos Países Baixos para melhorar a interação entre empresas comerciais e instituições de pesquisa.⁵

3. O PILOTO VALE-INOVAÇÃO EM 2004

A promoção da difusão do conhecimento entre instituições de pesquisa, públicas e outras, e as empresas comerciais constitui uma grande meta da atual política holandesa de inovação. No entanto, a interação entre a ciência e a indústria deixa algo a desejar do ponto de vista social. A literatura oferece diversas explicações teóricas para essa interação abaixo do ideal. Existem claros fatores de obstrução tanto do lado das empresas comerciais (o lado da demanda) quanto do lado das instituições de pesquisa (o lado da oferta) (ver quadro a seguir). Este capítulo discute as razões para introdução do vale-inovação (seção 3.1), o objetivo do vale (seção 3.2) e a estrutura precisa do instrumento (seção 3.3).

Problemas com a interação entre empresas comerciais e instituições de pesquisa

Canton *et al.* (2005) apresentam uma visão geral das potenciais barreiras à interação bem-sucedida entre a indústria e a ciência. Do lado da indústria, o maior problema tende a ser a capacidade limitada das empresas de absorver o conhecimento disponível nas instituições de pesquisa. Mas a capacidade de absorver conhecimentos externos à empresa e de comercializá-los, em algum momento do futuro, poderá ser criada por meio dos próprios esforços de desenvolvimento e pesquisa da empresa e de ligações com o meio científico (ver Cohen and Levinthal, 1989). Um segundo obstáculo diz respeito ao mercado de capital, por exemplo, na forma da falta de capital de risco. Esses problemas impedem as empresas de investir em pesquisa e desenvolvimento. Uma terceira barreira para a indústria poderá ser a existência de problemas entre os proprietários e os gerentes das firmas que façam com que gerentes tenham poucos incentivos para inovar ou adotar novas tecnologias (ver Aghion and Howitt, 1998).

⁵ Canton *et al.* (2005) apresentam uma visão geral de diversos instrumentos de política que visam promover a interação entre empresas comerciais e instituições de pesquisa, mas concluem que se sabe muito pouco sobre a eficácia desses outros instrumentos de política: "Infelizmente, nosso entendimento da eficácia dos diversos programas e iniciativas de políticas é muito limitado".

Os problemas das instituições públicas de pesquisa, como universidades, advêm do fato de que estas instituições têm objetivos diferentes dos objetivos das empresas comerciais. Três barreiras específicas podem ser identificadas por parte das instituições de pesquisa neste contexto. O primeiro problema é a formulação das agendas de pesquisa dos cientistas. As instituições de pesquisa geralmente não têm muitos incentivos para direcionar suas agendas de pesquisa às demandas da indústria. Estão mais focadas na condução de pesquisa básica e outras pesquisas que condizentes com seus próprios interesses (*curiosity-driven* – motivados pela curiosidade) ou que aumentem as chances de publicação em periódicos científicos (ver Cornet and Van de Ven, 2004).^a Um segundo problema é a tendência de cientistas para abertura. Os cientistas muitas vezes são premiados pela quantidade e qualidade de suas publicações, enquanto as empresas muitas vezes se beneficiam mais quando mantêm os resultados de suas pesquisas secretos ou protegidos da concorrência? (ver Dasgupta and David, 1994, que se referem à “norma da divulgação” contra a “norma do segredo”). Um terceiro problema é a falta de uma cultura empresarial no âmbito das instituições públicas de pesquisa. Isso se reflete na fraca comercialização dos resultados científicos.

Fonte: Canton *et al.* (2005).

^a Uma série de considerações podem legitimar a diferença nas especializações de pesquisa entre as instituições públicas de pesquisa e as empresas comerciais, tais como o desenvolvimento de conhecimento para tarefas públicas e diferenças entre as esferas de tecnologia em termos da extensão de *spillovers* do conhecimento (ver Rensman, 2004).

3.1. FUNDAMENTOS DO VALE-INOVAÇÃO

Há uma visão amplamente difundida que afirma que a divulgação de conhecimentos para as pequenas e médias empresas em particular é inadequada. O documento de política do governo *In actie voor Innovatie* (Ação para inovação) (Ministry of Economic Affairs, 2003) diz o seguinte: “as PMEs não aproveitam suficientemente os conhecimentos que outros têm para oferecer, apesar de os conhecimentos disponíveis poderem ter um papel importante no desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços”; e “o intercâmbio de conhecimentos entre as PMEs e as instituições de pesquisa nos Países Baixos não é ideal”. Motivos diferentes têm sido apresentados para isso (ver Innovatieplatform, 2004; Adviesraad voor Wetenschaps- en Technologiebeleid, 2005). Esses podem ser resumidos em:

- diferenças de horizontes de tempo (com projetos de relativo longo prazo nas instituições de pesquisa em comparação aos resultados relativamente rápidos exigidos pelas empresas comerciais) e de culturas entre as PMEs e as instituições de pesquisa;
- baixo acesso à infra-estrutura pública de conhecimentos: as instituições de pesquisa nem sempre são receptivas às questões de pesquisa das PMEs e/ou não estão preparadas para tratar dessas questões;
- problemas de informação: as PMEs nem sempre sabem onde podem encontrar respostas para uma determinada questão de pesquisa;
- as PMEs nem sempre conseguem formular problemas de pesquisa de forma a atrair instituições de pesquisa.

A fim de promover a transferência de conhecimentos entre PMEs e as instituições públicas de pesquisa, a Plataforma de Inovação 2004 propôs a introdução de “vales-inovação”. Esse vale-inovação seria uma nota de crédito que as PMEs poderiam usar para comprar conhecimento tecnológico ou de outra natureza, ou então que poderia ser usada para submeter um problema de pesquisa relacionado à aplicação junto a um provedor de conhecimentos público ou semi-público. O esquema do vale-inovação foi lançado pelo Ministério de Assuntos Econômicos em setembro de 2004 na forma de um piloto com 100 vales-inovação.

A idéia de um vale-inovação não é nova nos Países Baixos. Nos últimos anos uma série de esquemas regionais com vales-conhecimento foram introduzidos nas províncias do Sul.⁶ Foram, no entanto, iniciativas pequenas e temporárias.

⁶ Exemplos desses projetos incluem: “vales de pesquisa” na província de Limburg (1997-1999), “vales de conhecimento do sul dos Países Baixos” (2001-2004), “vales inter-regionais” (2001-2002), “vales de conhecimento transfronteiriços” (2002-2004) e “Vales de inovação Interreg do meio-Benelux” (2005-2007) (Fonte: www.interregio.nu).

3.2. OBJETIVO DO VALE-INOVAÇÃO

O principal objetivo da introdução dos vales-inovação é apresentar as PME's aos provedores de conhecimentos (ver Ministry of Economic Affairs, 2004a). Um dos objetivos secundários é incentivar os provedores públicos de conhecimento a responder mais às demandas privadas de conhecimento, a estimular ligações diretas entre as PME's e as instituições de pesquisa, e a mobilizar questões latentes de pesquisa entre as PME's.

Os objetivos da Innovation Platform nesse contexto são semelhantes àqueles do Ministério de Assuntos Econômicos (ver Innovatieplatform, 2004):

- apresentar PME's aos provedores de conhecimentos (baixando o limiar);
- fazer com que instituições de pesquisa operem de forma mais dirigida pela demanda (gestão da demanda);
- permitir que as PME's comprem capacidade de pesquisa das instituições de pesquisa a fim de responder a questões de pesquisa orientadas para aplicações;
- assegurar que as PME's aproveitem melhor os conhecimentos disponíveis nos provedores de conhecimentos (superar a falta de conhecimentos).

3.3. ESTRUTURA DO VALE-INOVAÇÃO

3.3.1 Linhas gerais do esquema

O vale-inovação é uma nota de crédito com a qual uma PME pode encomendar uma questão de pesquisa a uma instituição pública de pesquisa. O vale tem um valor máximo de EUR 7.500 e não pode ser convertido em dinheiro. As questões de pesquisa devem ser voltadas para aplicações, no sentido de que a PME deve poder usar o conhecimento adquirido para aperfeiçoar seus produtos ou processos operacionais. Exemplos mencionados no documento do esquema de subsídios incluem a solução de um pequeno problema tecnológico ou a identificação de todas as soluções possíveis para um problema tecnológico complexo.

(documento do esquema de subsídios, “Subsidieregeling piloto innovatieve vaals 2004”, conforme publicado no *Staatscourant*, o Diário Oficial.)

O procedimento do esquema do vale-inovação está descrito a seguir. Uma PME faz uma solicitação de vale-inovação junto à SenterNovem, um órgão do Ministério de Assuntos Econômicos. Em princípio, os vales-inovação são alocados por ordem de chegada, a não ser que o número de pedidos recebidos em um único dia seja maior do que o número de vales disponíveis, caso em que estes serão distribuídos de forma aleatória aos requerentes daquele dia por meio de uma loteria (realizada por escrivão notário público). Ao receber um vale-inovação, a PME deverá formular uma questão de pesquisa e contratar uma instituição pública de pesquisa para encontrar uma resposta para a questão. Ao mesmo tempo, a PME deve entregar o vale-inovação à instituição de pesquisa que, ao completar a pesquisa, troca o vale até um valor máximo de EUR 7.500 por tarefa de pesquisa. Caso a resposta da questão de pesquisa custe mais do que EUR 7.500, a PME terá de pagar à instituição de pesquisa a diferença com seus próprios recursos.

3.3.2 Aspectos específicos do esquema

O instrumento do vale-inovação contém diversos aspectos específicos que podem ser relevantes a esta análise.

Características dos requerentes do vale

Apenas as PMEs podem solicitar os vales-inovação e cada empresa só pode solicitar um único vale. É possível, no entanto, juntar vales, no sentido de que diversas empresas que tenham recebido vales podem se reunir e formular uma questão conjunta a uma instituição de pesquisa. Até 10 vales podem ser reunidos. Os vales não são transferíveis. Uma PME que solicite um vale-inovação não poderá ter recebido mais do que EUR 100,000 na forma de subsídios do governo durante um período de três anos.

Características das instituições de pesquisa

Os vales-inovação só podem ser usados junto a um grupo definido de instituições de pesquisa públicas e semi-públicas, relacionadas no

documento do esquema de subsídios. As instituições de pesquisa habilitadas incluem universidades e politécnicas, bem como os Institutos Tecnológicos de Destaque (TTIs) e instituições intermediárias de pesquisa como a Organização dos Países Baixos de Pesquisa Científica Aplicada (TNO).

Características do projeto do vale

A questão de pesquisa formulada pela PME deverá ser orientada à aplicação, tal que a empresa possa usar o conhecimento adquirido para aperfeiçoar seus produtos ou processos operacionais. Isso significa que os vales-inovação não podem ser usados para projetos em curso na referida instituição de pesquisa, pois nesses casos esta já assumiu compromissos em relação à questão de pesquisa.

Cronograma do esquema

Inicialmente, havia uma série de prazos ligados à participação no esquema e no uso do vale.⁷ O esquema entrava em vigor dois dias após o anúncio oficial no *Staatscourant* de 15 de setembro de 2004. Os requerentes que obtivessem o vale teriam de formular a questão de pesquisa, selecionar a instituição de pesquisa e encomendar a pesquisa até 31 de dezembro de 2004. As instituições de pesquisa tinham de terminar a pesquisa até 29 de abril de 2005.

A Tabela 3.1 mostra o cronograma do esquema em detalhe. A primeira fase cobre o período antes do estabelecimento do esquema, enquanto a quinta e última fase cobrem o período após a primeira rodada piloto.⁸ A Tabela também mostra quando as PMEs com vale (“ganhadoras”) e as PMEs sem vale (“perdedoras”) foram pesquisadas.

⁷ A idéia seria de que os vales-inovação não ficassem encostados por muito tempo e que as instituições de pesquisa trabalhassem de maneira relativamente rápida (ver Ministry of Economic Affairs, 2004a).

⁸ Essas divisões de tempo também foram usadas para a pesquisa conduzida tanto entre as ganhadoras quanto entre as perdedoras.

Tabela 3.1. Cronograma do esquema do vale-inovação

| Período | Data | Eventos |
|----------------------------|---|---|
| 1: Antes de 2004 | | Sem instrumento de vale-inovação |
| 2:1 jan 04 - 30 set 04 | 30 junho 15 de setembro 17 de setembro 29 de setembro | Proposta final pela Innovation Platform de vales-inovação para PMEs Publicação oficial do esquema no <i>Staatscourant</i> (primeira rodada piloto, 100 vales) Data de abertura das solicitações de vale-inovação; 1.044 solicitações, orçamento esgotado no primeiro dia Anúncio das 100 ganhadoras do primeiro piloto (após loteria) |
| 3:1 out 04 - 31 dez 04 | todo o período nov-dez meados de dezembro 31 de dezembro | Formulação da questão de pesquisa, seleção da instituição de pesquisa, preparação da pesquisa. Pesquisa telefônica entre as ganhadoras da primeira rodada piloto Anúncio da segunda rodada piloto em 2005 Prazo para as ganhadoras encomendarem pesquisas das instituições de pesquisa. ^a |
| 4:1 jan 05 - 30 abr 05 | todo o período 3 de março 15 de março meados de abril 29 de abril | Execução da pesquisa, resgate do valor do vale pela instituição de pesquisa junto à SenterNovem Publicação oficial da segunda rodada piloto em 2005 no <i>Staatscourant</i> (400 vales) Data de abertura das solicitações de vale-inovação em 2005 (segunda rodada); 1.700 solicitações, orçamento esgotado no primeiro dia. ^b Anúncio das 400 ganhadoras do segundo piloto (após loteria) Prazo para as instituições de pesquisa reivindicarem os subsídios para o piloto de 2004. ^a |
| 5: Após 1º de maio de 2005 | maio - junho 31 de outubro | Pesquisa telefônica entre as ganhadoras e perdedoras da primeira rodada piloto Prazo para as instituições de pesquisa reivindicarem os subsídios para o piloto de 2005 |

Fontes: Ministry of Economic Affairs (2004a), SenterNovem (www.senternovem.nl)

^a Durante a primeira rodada piloto em 2004, a SenterNovem permitiu certa flexibilidade dos prazos, especificamente em relação à encomenda de pesquisas pelas PMEs e aos pedidos de subsídios pelas instituições de pesquisa.

^b As ganhadoras da primeira rodada de 2005 não puderam participar da segunda rodada. Às perdedoras da primeira rodada em 2004 foi permitida a solicitação de outro vale, mas não tiveram maiores chances de ganhar que os outros novos requerentes.

Fontes: Ministry of Economic Affairs (2004a), SenterNovem (www.senternovem.nl)

Outros aspectos

Ao elaborar o instrumento de vale-inovação, o Ministério de Assuntos Econômicos decidiu aplicar relativamente poucas restrições aos requerentes ou às atividades para as quais os vales poderiam ser usados.

Em princípio, as PME's de qualquer indústria podem solicitar um vale, embora por motivos jurídicos externos, diversas indústrias tenham sido excluídas.⁹ Ademais, não há obrigação de se usar o vale em determinadas áreas tecnológicas nem há restrições quanto ao tipo ou nível da questão de pesquisa submetida à instituição pública de pesquisa. A idéia por trás dessa abordagem é de que ela proporciona um bom entendimento, durante a fase piloto, do tipo de questões de pesquisa que interessam às PME's. Outro benefício é que reduz os custos gerenciais da agência executora (neste caso, SenterNovem), já que não há necessidade de avaliar o conteúdo dos pedidos. No entanto, uma possível desvantagem da ausência desse tipo de avaliação é que o valor social dos projetos não é levado em consideração como um critério de alocação.

O esquema do vale-inovação não exige que as PME's contribuam com qualquer quantia de seus próprios recursos. Em outras palavras, não há necessidade de recursos de contrapartida. Contanto que a resposta da questão de pesquisa não custe mais do que EUR 7.500, o projeto será subsidiado na íntegra. Claro que é possível encomendar uma questão de pesquisa que custará mais do que o valor máximo do vale de EUR 7.500. Nesse caso, os custos além desta quantia terão de ser cobertos pela PME em questão.

Ao fazer a solicitação, a PME não é obrigada a fornecer detalhes sobre a questão de pesquisa que deseja levantar, nem sobre a instituição de pesquisa que deseja utilizar para encomendar a pesquisa. Não há obrigação de apresentar um plano de projeto. Isso diminui a carga administrativa do instrumento do vale-inovação para as PME's.¹⁰

As três universidades tecnológicas dos Países Baixos – Delft University of Technology, Eindhoven University of Technology e University of Twente – anunciaram que dobrariam o valor do vale. Isso fez com que a PME que encomendasse sua pesquisa junto a essas instituições recebesse um desconto de EUR 15.000 sobre os custos da resposta à questão de pesquisa.

⁹ Beleidsregels innovatievales 2004", notas da seção 1

¹⁰ Além de ler e preencher um breve formulário de inscrição, a PME deverá, ao final do projeto, fazer uma declaração no sentido de que o projeto de transferência de conhecimento foi concluído satisfatoriamente. A carga administrativa do vale-inovação para as PME's foi estimada em 30 minutos de trabalho (ver Ministry of Economic Affairs, 2004b).

Segunda rodada do vale-inovação piloto

A segunda rodada do vale-inovação piloto em 2005 teve diversas características diferentes (Ministry of Economic Affairs, 2005b). O quadro a seguir realça as diferenças da primeira rodada. O quadro também menciona algumas propostas para futuras mudanças no instrumento. No entanto, deve-se considerar que este estudo se refere unicamente à primeira rodada de vales em 2004.

A segunda rodada do vale-inovação piloto em 2005 e o futuro

Uma segunda rodada do vale-inovação piloto foi lançada em março de 2005. Essa rodada foi, em geral, semelhante à primeira. O objetivo principal formal do esquema, isto é, apresentar as PME's às instituições de pesquisa, permanece o mesmo. A segunda rodada piloto também fez uso da distribuição aleatória dos vales por meio de uma loteria quando o número de pedidos recebidos num único dia foi maior que o número de vales disponíveis. Isso significa que a segunda rodada também se presta a uma avaliação como a realizada neste estudo, isto é, com base na comparação entre as ganhadoras e as perdedoras dos vales. No entanto, a segunda rodada piloto diferiu da primeira em diversos aspectos:

- *Número de vales disponíveis:* 400 vales-inovação foram oferecidos na segunda rodada, em comparação a 100 na primeira; o gasto total da segunda rodada foi, portanto, EUR 3 milhões, comparados a EUR 750,000 da primeira;
- *Lista de instituições de pesquisa permitidas:* na segunda rodada, às PME's também foi permitido submeter seus vales-inovação junto a diversas instituições privadas de pesquisa; (as elegíveis eram) estavam habilitadas empresas privadas com importantes departamentos de pesquisa e desenvolvimento (isto é, com orçamentos superiores a EUR 60 milhões em 2003) cujo principal interesse não era explorar conhecimentos comercialmente;
- *Definição da questão de pesquisa:* na segunda rodada, o vale não poderia ser usado para fornecimento de mercadorias (como software) ou para proporcionar um curso de treinamento;
- *Juntar pesquisas:* na segunda rodada 100 dos 400 vales-inovação foram destacados para as PME's que desejassem juntar seus vales a fim de obter resposta a uma questão de pesquisa específica; até 10 vales poderiam ser reunidos num único projeto de transferência de conhecimentos.

Nesse meio tempo, diversas propostas foram submetidas com outras mudanças ao esquema do vale-inovação (em comparação à segunda rodada piloto). Ao fazer uma análise de seus instrumentos de políticas, o Ministério de Assuntos Econômicos observou que é razoável esperar que as PMEs contribuam para os custos do projeto de transferência de conhecimentos já que se aproveitarão da maioria dos benefícios (ver Ministry of Economic Affairs, 2005a). Ademais, tanto o Conselho Consultivo de Políticas Científicas e Tecnológicas (AWT) quanto a Innovation Platform (IP) pediram que o instrumento fosse ampliado. Na visão deles, a inovação deverá ser usada não só para comprar conhecimentos, mas também para obter assessoria técnica e comercial especializada, por exemplo, de consultorias privadas de engenharia e gestão (ver AWT, 2005). Finalmente, o AWT também sugeriu que o acesso aos vales-inovação fosse restrito àquelas PMEs que não obtêm subsídios sob o Crédito de Imposto Trabalhista para Pesquisa e Desenvolvimento (WBSO).^a O AWT afirma que dessa forma ficará assegurado que mais vales irão parar nas PMEs “aplicadoras”, que geralmente não realizam seu próprio trabalho de pesquisa e desenvolvimento, e que menos vales irão para as PMEs pioneiras que de fato realizam P&D (ver AWT, 2005). O Ministério de Assuntos Econômicos anunciou sua intenção de aumentar para 600 o número de vales disponíveis para a terceira rodada no terceiro trimestre de 2005 (ver Ministry of Economic Affairs, 2005a).

^a No âmbito do WBSO, as empresas podem obter reduções no imposto sobre a folha de pagamento e nas contribuições devidas à previdência nacional em razão do seu trabalho de pesquisa e desenvolvimento. Quanto maior o dispêndio com P&D, maior o desconto.

4. DADOS

A fim de determinar a eficácia do vale-inovação, reunimos informações sobre as tarefas de pesquisa das empresas que participaram na rodada do vale em 2004. Algumas dessas informações foram obtidas no formulário de solicitação e outras por meio de uma pesquisa especialmente formulada, conduzida por telefone com uma amostra tanto das firmas que receberam o vale (“ganhadoras”) quanto das que não receberam (“perdedoras”).

Com esse esquema de coleta de informações foi possível distinguir dois tipos de empresas, a saber, o grupo total de requerentes e o subgrupo de participantes da pesquisa. O formulário de inscrição contém informação sobre a movimentação da empresa, seu tamanho (em termos de número de funcionários), a indústria e a região. Em comparação,

informações sobre as encomendas de pesquisa só são conhecidas para as empresas que participaram da pesquisa telefônica. As informações obtidas deste último grupo de empresas foram usadas para examinar a eficácia do vale-inovação.

4.1. ESTRUTURA DA PESQUISA E ENTREVISTAS

Em cooperação com a SenterNovem, preparamos um questionário cujo objetivo era obter informações sobre as encomendas de pesquisa que as PMEs fizeram às instituições de pesquisa. As empresas foram encarregadas de fornecer informações sobre o cronograma da pesquisa, o valor da pesquisa e a instituição que respondeu à questão de pesquisa; também lhes foi solicitado que respondessem várias perguntas que visavam avaliar sua satisfação com os diversos aspectos da encomenda. Além de responder a essas perguntas diretamente relacionadas à encomenda, as empresas foram instadas a reagir a diversas afirmações sobre o vale-inovação e indagadas sobre o que teriam feito se, conforme o caso, tivessem ou não recebido o vale. (Ver anexo o questionário.)

As PMEs foram procuradas pela SenterNovem para participar da pesquisa telefônica, tendo sido previamente informadas da pesquisa por carta. As entrevistas foram qualitativas e semi-estruturadas. Isto é, a entrevista foi concebida na forma de uma “boa discussão”, com o entrevistador, depurando as informações desejadas durante e após as trocas. A seqüência de perguntas foi estabelecida claramente, mas o entrevistador não era obrigado a ater-se a ela. Esse tipo de entrevista oferece uma oportunidade para discutir assuntos mais complexos e para fazer uso mais intensivo do que se chama de questões “abertas”.

4.2. COLETA DE DADOS E RESPOSTAS

No primeiro dia da rodada do vale-inovação em 2004, 1.044 empresas submeteram formulários de solicitação. De acordo com as regras do esquema, isso significou que as empresas que submeteram seus formulários no segundo dia ou a seguir não puderam concorrer aos 100 vales disponíveis. Os vales foram distribuídos por meio de uma loteria entre os 1.044 requerentes do primeiro dia.

Cerca de 600 empresas desse grupo de 1.044 empresas foram convidadas a participar da entrevista telefônica. Entre as 600 empresas selecionadas, encontravam-se as 100 empresas ganhadoras e uma amostra aleatória de 500 das 944 perdedoras. Na 16ª semana de 2005, as 600 empresas foram indagadas por carta se estariam dispostas a participar da entrevista e as entrevistas foram realizadas entre a 18ª e a 21ª semana de 2005.

Do grupo de 600 empresas selecionadas, 249 não puderam ser contatadas durante o período de entrevistas.¹¹ Outras 37 empresas indicaram que não queriam participar da pesquisa. Uma primeira avaliação dos dados levou à perda de um entrevistado, de modo que restaram 313 observações usáveis para uma análise mais profunda. Isso equivale a um índice geral de resposta de 52%. Das 313 empresas que participaram da pesquisa, 71 haviam recebido o vale e 242 não. Isso corresponde a um índice líquido de resposta de 71% entre as ganhadoras e 48% entre as perdedoras.

4.3. DESCRIÇÃO DOS DADOS

4.3.1 *Características das empresas*

Pesquisa conduzida pelo Ministério de Assuntos Econômicos demonstra que o grupo de 1.044 requerentes do vale-inovação reflete um grupo representativo das PMEs nos Países Baixos (ver Ministry of Economic Affairs, 2005c). Quando foram feitas as comparações abaixo com o grupo de 1.044 requerentes, as informações relevantes foram obtidas dessa pesquisa pelo Ministério de Assuntos Econômicos.

A movimentação média das empresas que participaram da entrevista é de EUR 2,7 milhões. O grupo de participantes da pesquisa tem uma grande parcela de empresas menores (com movimentação abaixo de EUR 50.000) em relação ao grupo total de 1.044 requerentes de vales. Este último tem movimentação média de EUR 3,5 milhões. Nesse grupo de participantes da pesquisa, as empresas perdedoras têm uma movimentação média de EUR 2,6 milhões e as ganhadoras, de EUR 3,1

¹¹ A entrevista pode não ter-se realizado por não ter sido possível estabelecer contato com a empresa ou porque a pessoa indicada na empresa não estava disponível.

milhões. Empresas com movimentação entre EUR 2,5 milhões e EUR 5 milhões estão mais representadas entre as ganhadoras.

Em termos do número de funcionários, outro indicador do tamanho da empresa, há também uma pequena diferença entre as ganhadoras e perdedoras, em relação à diferença na movimentação. As ganhadoras, em média, têm 19 empregados e as perdedoras, 16, em comparação a uma média de 19,5 empregados para o grupo total de requerentes. A diferença entre perdedoras e ganhadoras é, em grande parte, devida à grande proporção de empresas com 0-5 empregados entre as perdedoras.

A distribuição das empresas nas indústrias e regiões é praticamente igual para os dois grupos. A maioria dos requerentes de vale e participantes da pesquisa atuam em “serviços de informática e tecnologia da informação”, “atacado” ou “outros serviços empresariais”. Em termos de distribuição geográfica, as regiões de Randstad (a conurbação de Amsterdã, Rotterdã, Haia e Utrecht) e de Eindhoven e Arnhem estão bem representadas em ambos os grupos. Um cotejamento das ganhadoras e perdedoras entre as participantes da pesquisa não revela diferenças significativas em termos de indústrias ou regiões onde essas empresas atuam.

É pouco provável que a diferença de tamanho entre as empresas que participaram da pesquisa e do número total de 1,044 requerentes reflita um efeito de seleção que poderá distorcer a estimativa do efeito. A diferença em tamanho não é substancial e uma comparação entre os participantes da pesquisa e as empresas que se recusaram a participar não revela diferença em tamanho.

4.3.2 Contato com instituições de pesquisa

Ao todo, 270 das 313 empresas indicaram durante a entrevista que haviam tido pelo menos algum contato com uma instituição de pesquisa no passado. “Contato” foi definido de forma bastante livre, indo além de encomendar tarefas de pesquisa a instituições de pesquisa. Uma análise mostra que 80% das empresas ganhadoras já haviam tido contato com alguma instituição de pesquisa, assim como 88% das perdedoras. A grande proporção de empresas que haviam tido contato mostra consciência da existência de instituições de pesquisa. Mesmo assim, 171 das 313 nunca

havam encomendado pesquisas a uma instituição de pesquisa, embora 140 dessas 171 (ou 82%) tenham dito que haviam tido contatos no passado. Portanto, o problema do intercâmbio de conhecimentos parece residir na etapa em que as empresas comerciais de fato encomendam a pesquisa à instituição de pesquisa.

Tabela 4.1. Razões pelas quais empresas nunca encomendaram tarefas às instituições de pesquisa

| | Porcentagem (%) |
|--|-----------------|
| Não há questão de pesquisa | 16 |
| Há questão de pesquisa, mas... | |
| Instituição de pesquisa muito cara | 42 |
| Pesquisa conduzida internamente | 16 |
| Outras prioridades | 14 |
| Desconhecimento de instituição de pesquisa ou pessoa de contato | 7 |
| Geralmente encomenda de organizações privadas (por exemplo, consultoria de engenharia) | 2 |
| Outros | 1 |
| Desconhecidos | 2 |
| Total | 100 |

As empresas deram diversas razões para nunca terem encomendado tarefas às instituições de pesquisa. A razão mais comum é o fato de as instituições de pesquisa serem consideradas caras demais (42%). A Tabela 4.1 mostra uma visão geral das razões pelas quais as empresas não encomendaram tarefas.

4.3.3 Número total de tarefas de pesquisa

A Tabela 4.2 apresenta uma visão geral do número de tarefas de pesquisa por empresa, dividida entre empresas ganhadoras e perdedoras. Dos 313 participantes da pesquisa, 142 disseram durante a entrevista que haviam encomendado uma ou mais pesquisas ou planejavam fazê-lo. Desses 142, 66 eram empresas ganhadoras que haviam encomendado pelo menos uma pesquisa no passado ou planejavam fazê-lo no futuro, com ou sem vale. Um total de 158 tarefas de pesquisa foi relatado durante a entrevista, com a grande maioria de empresas (90%) tendo encomendado uma única tarefa.

Tabela 4.2. Número total de tarefas de pesquisa por empresa

| | Número |
|---|--------|
| Número total de empresas | 313 |
| Empresas com pesquisas (158 pesquisas ao todo, inclusive as com vale) | 142 |
| Empresas sem pesquisas | 171 |
| Empresas com pesquisas - <i>ganhadoras</i> (76 tarefas ao todo) | 66 |
| 1 tarefa | 57 |
| 2 tarefas | 8 |
| 3 tarefas | 1 |
| Empresas com pesquisas - <i>perdedoras</i> (82 tarefas ao todo) | 76 |
| 1 tarefa | 71 |
| 2 tarefas | 4 |
| 3 tarefas | 1 |

4.3.4 Satisfação com a tarefa de pesquisa

Uma seção da pesquisa incluía diversas perguntas que visavam avaliar a satisfação da empresa com o tratamento dado à tarefa de pesquisa. Os participantes responderam a essas perguntas para 63 das 158 tarefas. Os resultados encontram-se na Tabela 4.3. No entanto, 96% dessas respostas foram dadas por empresas que receberam vale. Suas respostas, portanto, serão interpretadas como as percepções das ganhadoras. A desvantagem é que esse grupo de empresas poderá dar respostas socialmente aceitáveis pelo fato de ter recebido uma nota de crédito.

Com relação à qualidade das pessoas que conduziram a pesquisa, à resposta da questão de pesquisa e à rapidez com a qual a pesquisa foi realizada, uma grande maioria de ganhadoras se disse satisfeita ou muito satisfeita. Estavam menos encantadas com a relação entre preço e qualidade; um terço das empresas não estavam satisfeitas. Como já mencionado, o custo é a principal razão pela qual as empresas decidem não encomendar pesquisas às instituições de pesquisa (ver Tabela 4.1).

Além da possibilidade mencionada acima de darem respostas socialmente aceitáveis, há dois outros fatores que podem distorcer as respostas. Primeiro, a satisfação com a relação preço/qualidade pode ter sido superestimada porque o vale dá um desconto no custo da pesquisa junto à instituição de pesquisa. Isso significa que as empresas não

consideram os verdadeiros custos da tarefa, mas apenas a quantia que elas próprias desembolsaram. (Se o custo da pesquisa for igual ao valor do vale, a empresa não precisa contribuir nenhum montante.) E, segundo, parte da alta satisfação com a rapidez da pesquisa poderá ser explicada pelo fato de que foram estabelecidos prazos para a execução das tarefas de pesquisa.

Tabela 4.3. Satisfação com as tarefas de pesquisa (percentagem)

| | Muito Insatisfeito | Insatisfeito | Satisfeito | Muito satisfeito | Total |
|---------------------------------|--------------------|--------------|------------|------------------|-------|
| Qualidade do pesquisador | 0 | 5 | 76 | 19 | 100 |
| Resposta da questão de pesquisa | 0 | 3 | 91 | 6 | 100 |
| Rapidez da pesquisa | 0 | 9 | 82 | 10 | 100 |
| Relação preço/qualidade | 2 | 30 | 63 | 5 | 100 |

5. ANÁLISE

5.1. INTRODUÇÃO

Os vales-inovação foram distribuídos de forma completamente aleatória, por meio de uma loteria, entre as 1.044 empresas que submeteram um formulário de solicitação no primeiro dia do período de inscrição. Essa distribuição aleatória dos vales-inovação assegura que a diferença no comportamento inovador entre as empresas com vale (“ganhadoras”) e as empresas sem vale (“perdedoras”) é meramente o efeito causal do vale-inovação. Acreditamos que não há nenhum fator, observado ou outro, salvo o recebimento do vale que explique a diferença no comportamento inovador entre as ganhadoras e as perdedoras.

A estrutura do esquema do vale-inovação na forma de loteria constitui, portanto, uma experiência social controlada, com um grupo experimental (as ganhadoras do vale), no qual o efeito do “tratamento” (isto é, o vale-inovação) é tido como a diferença entre o grupo experimental e o grupo-controle (Cornet and Webbink, 2004). Este método de analisar a introdução de um instrumento de política se compara à experiência médica em que os pacientes também são divididos de forma aleatória em um grupo experimental (com tratamento) ou um grupo-controle (sem tratamento, isto é, usando placebo).

A pesquisa discutida no capítulo anterior oferece dois tipos de informação sobre o comportamento de empresas em relação à encomenda de tarefas de pesquisa. É possível distinguir entre a encomenda de pesquisas em si (comportamento real) e opiniões relatadas (comportamento hipotético). A informação sobre a encomenda de pesquisas em si é compilada com base nas tarefas relatadas e geralmente proporciona maior certeza para a estimativa do efeito do que as opiniões relatadas. Essas opiniões são respostas a afirmações sobre uma situação hipotética, que poderá ser diferente do comportamento em si naquela situação. Ambas as fontes de informação são usadas de forma complementar para fornecer respostas para as três questões de pesquisa, a saber, o efeito sobre número de pesquisas, o efeito sobre o valor das pesquisas e o efeito sobre o cronograma das pesquisas.

5.2. ANÁLISE COM BASE NA ENCOMENDA DE TAREFAS EM SI

5.2.1 Efeito sobre o número de tarefas

Com base nas encomendas relatadas, é possível investigar o efeito do vale-inovação na encomenda de pesquisas (isto é, a probabilidade de encomenda). Espera-se que o vale-inovação tenha um efeito positivo no número de encomendas, já que o vale subsidia os custos da tarefa de pesquisa. O principal investimento exigido da empresa é formular e alocar a pesquisa.

A Tabela 5.1 mostra que das 71 das empresas ganhadoras do vale, 62 encomendaram uma pesquisa durante o período de vigência do vale. Isso significa que ao final, nove ganhadoras não usaram o vale durante o período especificado. Não usar o vale não implica em custos para o governo, mas significa que outra empresa poderia ter-se beneficiado mais se pudesse ter usado o vale.

Tabela 5.1. Encomenda de pesquisas durante o período do vale
(1º de outubro de 2004 – 31 de dezembro de 2004)

| Grupo | Número de pesquisas |
|--------------------------------|---------------------|
| Número total de empresas (313) | 82 |
| Ganhadoras de vales (71) | 62 |
| Perdedoras de vales (242) | 20 |

O cálculo da probabilidade de uma pesquisa pode ser formalizado com a ajuda de um modelo econométrico. A aplicação de um modelo desse tipo também oferece oportunidade para corrigir heterogeneidades observadas, caso existam. Tal modelo também proporciona uma boa indicação da confiabilidade da estimativa do efeito do vale-inovação ao realçar os erros-padrão.

O cálculo do efeito do vale-inovação depende do modelo linear de probabilidade, sob o qual as estimativas de parâmetros podem ser facilmente interpretadas como sendo a contribuição à probabilidade de encomendar uma pesquisa.¹² Como os vales são distribuídos por meio de uma loteria, não há motivos teóricos para incluir variáveis de controle. E como mostrou a seção 4.3.1, tampouco há motivos empíricos, já que as características das ganhadoras e perdedoras não diferem em nenhuma maneira significativa.

A Tabela 5.2 apresenta as estimativas para o modelo linear de probabilidade com base nos dados acima. A constante indica que as perdedoras têm uma probabilidade de 8% de encomendar uma pesquisa. Essa probabilidade se traduz na probabilidade geral de uma PME encomendar uma tarefa de pesquisa. A estimativa do efeito indica que para as ganhadoras, a probabilidade de encomendar uma tarefa aumenta em 79 pontos percentuais para 87%. A incerteza em relação à estimativa do efeito é muito pequena, o que resulta em um intervalo de confiança

Tabela 5.2. Estimativa do efeito no modelo linear de probabilidade

| | Estimativa | Erro padrão | Valor-P |
|-------------------------|------------|-------------|---------|
| Constante | 0,08 | 0,02 | 0,00 |
| Efeito do vale-inovação | 0,79 | 0,04 | 0,00 |
| R ₂ | 0,57 | | |
| N | 313 | | |

¹² O uso desse tipo de modelo para explicar uma decisão binária merece explicação. O modelo linear de probabilidade produzirá uma estimativa pura do efeito, mas não uma estimativa eficiente, que reduz a confiabilidade da estimativa. Se a estimativa do efeito for claramente significativa, isso não terá muita importância. Contudo, um modelo alternativo é um modelo binário de reação, sendo que os modelos logit e probit são os mais adequados. Esse modelo oferece uma estimativa tanto pura quanto eficiente do efeito do vale-inovação. Uma desvantagem, porém, desse modelo é que a interpretação dos parâmetros não é óbvia.

de 71-87 pontos percentuais para o efeito do vale-inovação.¹³ Uma ampliação do modelo com diversas variáveis de controle resulta na mesma estimativa do efeito. Ademais, nenhuma dessas variáveis de controle tem um impacto significativo. Isso reforça a conclusão anterior de que não há motivos teóricos nem empíricos para incluir variáveis de controle. *logit* e *probit* são os mais adequados. Esse modelo oferece uma estimativa *tan-to* pura quanto eficiente do efeito do vale-inovação. Uma desvantagem, porém, desse modelo é que a interpretação dos parâmetros não é óbvia.

Esses resultados sugerem que durante o período de vigência do vale existe uma chance de 90% de que uma ganhadora encomende uma tarefa. Ou seja, nove de dez vales são usados e um não o é. Cerca de uma em dez empresas, no entanto, teria encomendado uma tarefa mesmo que não tivesse recebido o vale. (Essa é a probabilidade de que as perdedoras encomendem uma pesquisa.) Isso significa que um de nove vales é usado para tarefas que teriam sido encomendadas de qualquer forma. Portanto a adicionalidade do vale-inovação é de oito de dez.

Como mencionado anteriormente, no entanto, as regras do esquema do vale não foram aplicadas de maneira rígida. Por exemplo, algumas encomendas de pesquisas foram aceitas após expiração do prazo (31 de dezembro de 2004). De fato, três pesquisas foram encomendadas após essa data. Uma ampliação do período de encomenda de pesquisas (até 29 de maio de 2005) na análise leva, no entanto, a uma mesma estimativa de adicionalidade, oito de dez.

5.2.2 *Efeito sobre o valor das tarefas*

A Tabela 5.3 apresenta uma visão geral do valor das pesquisas encomendadas às instituições de pesquisa pelas ganhadoras e perdedoras durante o período de vigência do vale (isto é, 1º de outubro de 2004 – 31 de dezembro de 2004). Um aspecto marcante é que as ganhadoras em particular mencionam o valor das pesquisas. Entre as ganhadoras, os valores de 62 das 64 pesquisas são conhecidos; entre as perdedoras, isso só se aplica a uma de cada 20 pesquisas. Parece que as empresas têm mais informações disponíveis sobre o valor das pesquisas do vale do que sobre

¹³ Como o modelo linear de probabilidade é usado com um único indicador para a ganhadora do vale, essas estimativas são iguais às deduções teóricas da probabilidade de uma tarefa.

o valor das pesquisas encomendadas sem vale ou, então, estão mais dispostas a informar esse dado durante a entrevista.

A Tabela 5.3 mostra que a maioria das ganhadoras (72%) encomendou uma pesquisa com valor igual ao do vale de EUR 7,500. Portanto, uma grande parte das ganhadoras não usou recursos próprios para responder à questão de pesquisa. Ademais, cinco ganhadoras encomendaram pesquisas que custaram EUR 15.000. Três dessas cinco pesquisas foram destinadas a universidades técnicas, que haviam anunciado que dobrariam o valor do vale. Portanto, nesses casos as empresas também só usaram o vale e não usaram recursos próprios. Isso significa que 76% das pesquisas de vale não tiveram uma contribuição direta da PME em questão. Pesquisa do Ministério de Assuntos Econômicos com base na reivindicação dos vales apresenta resultado semelhante em relação às contribuições das PMEs às pesquisas (ver Ministry of Economic Affairs, 2005c).

Tabela 5.3. Valor das pesquisas durante o período do vale
(1º de outubro de 2004 – 31 de dezembro de 2004)

| | Ganhadora | Perdedora |
|--|----------------|-----------|
| Número de pesquisas | 62 | 20 |
| Pesquisas cujo valor é indicado | 61 | 1 |
| EUR 0 | 2 | |
| EUR 7.500 | 44 | |
| EUR 8.500 | 1 | |
| EUR 10.000 | 2 | |
| EUR 12.000 | 1 | 1 |
| EUR 12.500 | 3 | |
| EUR 15.000 | 5 ^a | |
| EUR 20.000 | 2 | |
| EUR 40.000 | 1 | |
| ^a 2 x TU Eindhoven, 1 x TU Delft, 2 x TNO | | |

No entanto, o efeito do vale-inovação sobre as pesquisas não pode ser demonstrado de forma quantitativa por causa da escassez de informação disponível sobre o valor das pesquisas encomendadas especialmente pelas perdedoras.

5.2.3 Efeito sobre o cronograma das pesquisas

Em resposta à introdução do esquema de vale-inovação, as empresas podem ter mudado o cronograma de suas tarefas de pesquisa. As tarefas podem ter sido adiadas ou antecipadas a fim de aproveitar a opção do vale. Essas mudanças poderão distorcer a estimativa do efeito.

A atividade de encomenda durante os diversos períodos poderá ser usada para determinar o efeito sobre o cronograma. No entanto, o número de pesquisas encomendadas em outros períodos de que se tem conhecimento é limitado. Isso faz com que um forte efeito sobre o cronograma seja menos plausível, já que muito poucas pesquisas poderiam ser deslocadas no tempo. Ademais, ficou evidente durante as entrevistas que os entrevistados tinham dificuldades em lembrar quando as pesquisas foram encomendadas e realizadas, especialmente no caso de pesquisas realizadas no passado.

A Tabela 5.4 apresenta as informações disponíveis sobre a encomenda de pesquisas fora do período de vigência do vale. À primeira

Tabela 5.4. Encomenda de pesquisas por período

| | Período 1 | 2 | 3 ^a | 4 | 5 |
|---|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| | Antes de 1º de janeiro 2004 | 1º jan 2004 – 30 set 2004 | 1º out 2004 – 31 dez 2004 | 1º jan 2005 – 30 abr 2005 | Após 1º de maio 2005 |
| Números | | | | | |
| Participantes que encomendaram uma pesquisa <i>durante o período</i> | 23 | 12 | 82 | 22 | 15 |
| Ganhadoras | 4 | 3 | 62 | 3 | 4 |
| Perdedoras | 19 | 9 | 20 | 19 | 11 |
| Participantes que encomendaram uma pesquisa <i>por mês durante o período</i> | . | 1 | 27 | 6 | . |
| Ganhadoras | . | 0,3 | 21 | 0,8 | . |
| Perdedoras | . | 1 | 7 | 5 | . |
| Percentagens | | | | | |
| Participantes que encomendaram uma pesquisa <i>durante o período</i> ^b | 7 | 4 | 26 | 7 | 5 |
| Ganhadoras | 5 | 4 | 87 | 4 | 5 |
| Perdedoras | 8 | 4 | 8 | 8 | 5 |
| Participantes que encomendaram uma pesquisa <i>por mês durante o período</i> ^c | . | 0,4 | 11 | 2 | . |
| Ganhadoras | . | 0,5 | 29 | 1,1 | . |
| Perdedoras | . | 0,4 | 2,8 | 2,0 | . |

^a Período de vigência do vale.

^b Exemplo do cálculo percentual para o período 2: participantes do vale = 23 de 313, ganhadoras = 4 de 71, perdedoras = 19 de 242.

^c Este indicador é calculado dividindo o número de participantes que encomendam pesquisas por mês em um determinado período pelo número total de empresas. Exemplo do cálculo percentual para o período 2: participantes do vale = 1/313, ganhadoras = 0,3/71, perdedoras = 1/242. Fonte: Cálculos do autor com base nos resultados da pesquisa.

vista, não é possível perceber o efeito do tempo a partir desta tabela. Ademais, não há informações suficientes para realizar uma análise quantitativa desse efeito.

5.3. ANÁLISE COM A AJUDA DE OPINIÕES RELATADAS

A segunda fonte de informação é a resposta das empresas às proposições sobre seu comportamento se tivessem ou não tivessem recebido o vale. A Tabela 5.5 mostra a freqüência de respostas a essas proposições para as ganhadoras e as perdedoras. As 19 empresas que não responderam a todas as proposições não foram incluídas no cálculo dessas freqüências. Em relação às ganhadoras, apenas as empresas que encomendaram uma pesquisa foram incluídas (87% do total).

Tabela 5.5. Freqüência das respostas das proposições sobre comportamento se a empresa tivesse ou não tivesse recebido o vale

| | Ganhadoras | | Perdedoras | |
|--|------------|-----|------------|-------|
| Pesquisa encomendada durante o período do vale | Sim | Não | Sim | Total |
| Número de empresas | 62 | 207 | 20 | 227 |
| | em % | | | |
| Número de pesquisa | | | | |
| Sim, uma ou mais pesquisas adicionais | 3 | 87 | 85 | 86 |
| Sim, uma ou mais pesquisas a menos | 76 | 1 | 5 | 2 |
| Não, número de pesquisas inalterado | 21 | 12 | 10 | 12 |
| Valor da pesquisa | | | | |
| Sim, mais alto | 6 | 17 | 40 | 19 |
| Sim, menor | 13 | 0 | 0 | 0 |
| Não, valor inalterado | 81 | 83 | 60 | 81 |
| Cronograma da pesquisa | | | | |
| Sim, mais cedo | 2 | 11 | 5 | 10 |
| Sim, mais tarde | 32 | 1 | 0 | 1 |
| Não, período inalterado | 66 | 88 | 95 | 89 |
| Outros efeitos^a | | | | |
| Não | 82 | 97 | 100 | 97 |
| Sim | 18 | 3 | 0 | 3 |

^a Os outros efeitos indicados pelas ganhadoras podem ser divididos em duas categorias: primeiro, pressão do tempo, sem o vale a empresa teria tomado mais tempo para achar instituições de pesquisa, buscando mais informações e orçamentos; segundo, sem o vale a pesquisa teria sido menos profunda.

5.3.1 Efeito sobre o número de pesquisas

As 76% das ganhadoras disseram que teriam encomendado menos pesquisas se não tivessem recebido o vale e 86% das perdedoras disseram que teriam encomendado mais pesquisas se tivessem recebido o vale. Essas estimativas do efeito do vale sobre o número de pesquisas correspondem bem à estimativa de 79% encontrada com a ajuda das encomendas de pesquisas em si, visto na seção anterior.

Uma indicação da probabilidade de que uma empresa encomende uma pesquisa independentemente do vale poderá ser obtida do número de empresas que disseram que a encomenda de pesquisas não foi afetada pelo vale. A Tabela 5.5 mostra que 21% das ganhadoras e 12% das perdedoras tinham esse ponto de vista. No entanto, no caso das ganhadoras é importante verificar se a pesquisa teria sido realmente encomendada durante o período do vale. A probabilidade da encomenda de pesquisas poderá estar superestimada se forem incluídas as pesquisas que estavam planejadas para outro período que não o período de vigência do vale ou que nem teriam sido encomendadas.

A Tabela 5.6 detalha as 13 ganhadoras que disseram que o número de pesquisas não foi afetado pelo vale, de acordo com suas respostas à proposição sobre o cronograma das pesquisas. Resulta que apenas cinco dessas 13 ganhadoras teriam encomendado a pesquisa durante o período de vigência do vale. Isso significa que, para as ganhadoras, a probabilidade de encomendar pesquisas, independentemente do vale, resulta em 8% (cinco das 62 empresas com vale). Os números de 8% para as ganhadoras e 12% para as perdedoras correspondem bem à estimativa de 8% obtida com ajuda das próprias encomendas de pesquisas da seção anterior.

Tabela 5.6. Detalhamento das respostas sobre cronograma das 13 ganhadoras do vale (21%) que disseram que o número de pesquisas não foi afetado pelo vale

| | Número |
|--|--------|
| Proposição sobre cronograma das pesquisas se a empresa não tivesse recebido o vale Sim, mais cedo | 1 |
| Sim, mais tarde | 7 |
| Não, cronograma inalterado | 5 |

5.3.2 *Efeito sobre o valor de pesquisas*

As 81% das empresas disseram que receber ou não receber o vale não afetou o valor da pesquisa. Isso pode ser devido ao fato de o valor da pesquisa ter sido moldado ao valor do vale. Essa explicação é coerente com o resultado de que quase 78% das pesquisas tinham o valor do vale. Dado o grande número de empresas (tanto ganhadoras quanto perdedoras) que disseram que o valor da pesquisa não foi afetado pelo vale, não há indicações de que o vale-inovação teve um efeito sobre o valor das pesquisas.

5.3.3 *Efeito sobre o cronograma das pesquisas*

Um efeito de tempo poderá surgir das respostas das empresas à proposição sobre se o momento da encomenda da pesquisa foi afetado pelo vale. Das perdedoras, 90% disseram que o momento da pesquisa não foi afetado pelo vale, enquanto 10% disseram que foi. Das ganhadoras, 32% disseram que teriam encomendado a pesquisa em data posterior se não tivessem recebido o vale. É importante especificar essa execução “posterior” das pesquisas pelas ganhadoras em termos da execução em si, caso contrário o efeito do tempo poderá ser superestimado. Afinal, “posterior” pode significar no futuro próximo (plano específico) ou em algum momento no longo prazo (intenção generalizada). Neste último caso, é até possível que a pesquisa nunca fosse encomendada.

O “efeito puro do fator tempo” é agora definido como as pesquisas concretas que foram encomendadas em outro período por causa do vale. A própria realização da pesquisa poderá ser deduzida da resposta à proposição de que o número de pesquisas não foi afetado pelo vale. Como indicado na Tabela 5.7, uma análise dos 32% de ganhadoras que disseram que a pesquisa seria executada em data “posterior” com base no relato do número de pesquisas mostra que um efeito puro de tempo pode estar óbvio para sete empresas. Isso equivale a 11% das ganhadoras (7 de 62 empresas). Esse número também corresponde bem às 10% de perdedoras e ambas as percentagens dão, portanto, uma indicação de um pequeno efeito de tempo.

Tabela 5.7. Detalhamento das respostas sobre cronograma das ganhadoras (32%) que disseram que teriam encomendado a pesquisa em data posterior

| | Número |
|--|--------|
| Proposição sobre o número de pesquisas se a empresa não tivesse recebido o vale Sim, uma ou mais pesquisas adicionais | 0 |
| Sim, uma ou mais pesquisas a menos | 13 |
| Não, número de pesquisas inalterado | 7 |

6. CONCLUSÕES

PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO ESTUDO

O vale-inovação estimula as pequenas e médias empresas (PMEs) a encomendar pesquisas adicionais às instituições de pesquisa. De cada dez vales disponíveis, oito são usados para pesquisas que não teriam sido encomendadas sem o vale, um é usado para uma pesquisa que seria encomendada de qualquer forma e um vale não é utilizado. Há alguns indicativos de que algumas das pesquisas adicionais não sejam de fato novas, e sim pesquisas que teriam sido encomendadas no futuro, mas que foram antecipadas por causa do vale.

No entanto, uma avaliação geral do instrumento do vale exige não só essa primeira conclusão sobre sua eficácia (também chamado de *output*), mas também exige provas do valor agregado dos contatos com as instituições de pesquisa para as PMEs participantes e para a sociedade como um todo (também chamado de *outcome*). Se transparecer que as PMEs terão decidido encomendar pesquisas subsequentes e pagar por elas com seus próprios recursos, ou se transparecer que pesquisas adicionais terão fortalecido a capacidade de inovação das empresas, então é razoável concluir que valor foi agregado. No entanto, ainda é muito cedo para observar esses dois indicadores. Recomenda-se, portanto, uma pesquisa de acompanhamento após um ou dois anos. Certo valor agregado também pode ser assegurado ao se exigir que as PMEs usem seus próprios recursos como contrapartida ou contribuição ao vale-inovação. Isso encorajaria as PMEs a solicitar um vale apenas quando tivessem um claro interesse no intercâmbio de informações (que lhes traria um ganho de eficiência).

Cinco conclusões sobre o processo de avaliação

Este estudo também apresenta diversas conclusões sobre o elemento de avaliação do processo de política.

- Em primeiro lugar, o desenho de uma política que seja bem elaborado – neste caso a distribuição aleatória dos vales-inovação por meio de loteria – oferece um bom ponto de partida para se obterem provas convincentes da ligação causal entre o instrumento de política e seu resultado.
- Segundo, o estudo mostra a importância de uma coleta de dados detalhada, tanto entre as empresas que se beneficiam da política quanto entre aquelas que não podem se beneficiar. Sem informação sobre o controle dos não-usuários é muito difícil encontrar provas convincentes da eficácia. E sem perguntas e conceitos claros e específicos, os índices de respostas entre as PMEs pesquisadas serão baixos e as respostas de difícil interpretação.
- Terceiro, o estudo deixa claro que os efeitos que entram em jogo a longo prazo só podem ser observados a longo prazo. Portanto, a questão a respeito da sustentação ou não do efeito do vale-inovação sobre a encomenda de pesquisas pelas PMEs às instituições de pesquisa só pode ser investigada por meio de pesquisas, em algum momento do futuro, junto a empresas que receberam o vale e àquelas que não receberam.
- Quarto, este estudo levanta a possibilidade de que, apesar do caráter experimental, o instrumento de política talvez também possa afetar o comportamento inovador das empresas sem vale. A participação na rodada de alocação do vale por si só poderá induzir a PME a buscar mais contatos com uma instituição de pesquisa. Se isso for verdade, então a eficácia do vale-inovação poderá ter sido subestimada.
- E finalmente, as segunda e terceira rodadas do piloto do vale-inovação oferecem uma oportunidade para realização de análise semelhante a fim de aumentar nosso conhecimento da eficácia desse instrumento. Não apenas para replicar este estudo, mas

também porque o desenho do instrumento mudou ligeiramente desde a primeira rodada e, portanto, a análise proporcionará informações sobre a eficácia em relação ao desenho específico.

REFERÊNCIAS

ADVIESRAAD VOOR HET WETENSCHAPS- EN TECHNOLOGIEBELEID. *Innovatie zonder inventie: kennisbenutting in het MKB*, AWT-advies 64. [S.l.: s.n.], 2005.

AGHION, P.; HOWITT, P. *Endogenous growth theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1998.

CANTON, E. et al. *Crossing borders: when science meets industry*. [S.l.: s.n.], 2005. (CPB Document, 98).

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, v. 99, p. 569-596, 1989.

CORNET, M.; WEBBINK, D. Towards evidence based policy. [S.l.: s.n.], 2004. (CPB Document, 48b).

_____; VEN, J. van de. De markt voor nieuwe technologie. In: JACOBS, B.; THEEUWES, J. J. M. *Innovatie in Nederland: de markt draait en de overheid faalt*. Amsterdam: KVS, 2004.

DAVID, P. A.; HALL, B. H.; TOOLE, A. A. Public R&D a complement of substitute for private R&D?: a review of the econometric evidence. *Research Policy*, v. 29, n. 4-5, p. 497-529, 2000.

DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Towards a new economics of science. *Research Policy*, v. 23, p. 487-521, 1994.

PAÍSES BAIXOS. Ministry of Economic Affairs. *Innovatiebrief in actie voor innovatie: de Nederlandse kennis-economie naar de Europese top*. 2003. Disponível em: <<http://www.ez.nl>>. Acesso em: 2007.

_____. Subsidiereregeling pilot innovatievouchers 2004. *Staatscourant*, n. 177, 15 Sept. 2005. 2004a.

_____. Beleidsregel verstrekking innovatievouchers 2004. *Staatscourant*, n. 177, 15 Sept. 2005. 2004b.

_____. *Sterke basis voor topprestaties: vernieuwde EZ-instrumenten voor ondernemers*, notitie. 2005a. Disponível em: <<http://www.ez.nl>>. Acesso em: 2007.

_____. Subsidieregeling pilot innovatievouchers 2005. *Staatscourant*, n. 44, 3 maart 2005b.

_____. *Monitoring innovatievouchers 2004, nog te verschijnen*. [S.l.: s.n.], 2005c.

_____. IBO technologiebeleid (working party). *Samenwerken en stroomlijnen: opties voor een effectief innovatiebeleid: eindrapportage IBO technologiebeleid*. 2002. Disponível em: <<http://www.ez.nl>>. Acesso em: 2007.

INNOVATIEPLATFORM. *Mkb-innovatievales: voorstel ter introductie van innovatievales of innovatiebonnen in het MKB*. 2004. Disponível em: <<http://www.innovatieplatform.nl>>. Acesso em: 2007.

KRUEGER, A. B. Experimental estimates of education production functions. *Quarterly Journal of Economics*, v. 114, n. 2, p. 497-532, 1999.

RENSMAN, M. *Eenheid of verscheidenheid in onderzoeksagenda's?: over de bèta-gerichte R&D specialisatiepatronen van wetenschap en bedrijven in Nederland*. [S.l.: s.n.], 2004. (CPB Document, 74).

ANEXO: QUESTIONÁRIO

Pergunta inicial: “Já encomendou uma pesquisa a uma instituição de pesquisa no passado?”

- 1 Não, a empresa nunca encomendou uma pesquisa a uma instituição de pesquisa
- 2 Sim, mas algum tempo antes de 2004
- 3 Entre 1º de janeiro de 2004 e 30 de setembro de 2004
- 4 Entre 1º de outubro de 2004 e 31 de dezembro de 2005
- 5 Entre 1º de janeiro de 2005 e 30 de abril de 2005
- 6 Entre 1º de maio de 2005 e 31 de dezembro de 2005
- 7 Entre 1º de maio de 2005 e 31 de dezembro de 2006

Se a resposta for “não” (1), as seguintes categoria de respostas:

- 1.1 A empresa não tinha nenhuma questão de pesquisa à época
- 1.2 A empresa tinha uma questão de pesquisa, mas estas geralmente são destinadas a um provedor privado de conhecimentos (por exemplo, consultoria de engenharia)

- 1.3 A empresa tinha uma questão de pesquisa, mas foi resolvida internamente
- 1.4 A empresa tinha uma questão de pesquisa, mas a instituição de pesquisa não conseguiu apresentar uma proposta aceitável ou era dispendiosa demais
- 1.5 A empresa tinha uma questão de pesquisa, mas naquele momento não sabia o que uma instituição de pesquisa poderia oferecer, não acreditava que uma instituição de pesquisa pudesse dar uma resposta, ou não sabia qual instituição de pesquisa contatar
- 1.6 A empresa tinha uma questão de pesquisa, mas não teve tempo de tratar disso ou tinha outras prioridades
- 1.7 *Campo de texto livre*

Se a empresa encomendou uma pesquisa, categorias de resposta com o valor por pesquisa de pesquisa

- *Campo de texto livre*: valor do projeto (incl. valor do vale)
- Categorias de resposta:
 - estimativa da empresa
 - a pessoa de contato não se lembrava do valor exato
 - o vale foi usado para a pesquisa? (marcar “sim” ou “não”)
 - qual instituição de pesquisa foi encarregada de executar a pesquisa?

Perguntas sobre a satisfação com a pesquisa foram respondidas numa escala Likert de quatro pontos delimitada por “muito insatisfeito” e “muito satisfeito”, complementado por um detalhamento das opiniões expressas.

Pergunta: “Qual é sua opinião sobre a execução da pesquisa em relação a....”

- a qualidade do pesquisador
- a resposta à questão da pesquisa
- a rapidez da pesquisa
- a relação preço/qualidade

Este procedimento é repetido para todas as pesquisas.

Proposições sobre o vale: “Se a empresa tivesse ou não tivesse recebido o vale, isso teria tido...”

1. ... conseqüências para o número de pesquisas?
 - a. sim, uma ou mais pesquisas adicionais
 - b. sim, uma ou mais pesquisas a menos
 - c. não, número de pesquisas inalterado

2. ... conseqüências para o valor das pesquisas?
 - a. sim, mais alto
 - b. sim, menor
 - c. não, valor inalterado
3. ... conseqüências para o cronograma das pesquisas?
 - a. sim, mais cedo
 - b. sim, mais tarde
 - c. não, cronograma inalterado
4. ... outros efeitos?
 - a. sim, *campo de texto livre*
 - b. não

Resumo

O vale-inovação holandês visa estimular a interação entre as pequenas e médias empresas (PMEs) e as instituições públicas de pesquisa. Este documento apresenta uma estimativa da eficácia do instrumento do vale-inovação, fazendo uso do fato de os vales serem distribuídos de forma aleatória por meio de uma loteria. A principal conclusão é que o instrumento do vale-inovação de fato estimula as PMEs a participar de diversas novas iniciativas com instituições públicas de pesquisa. De cada dez vales, oito são usados para projetos que não seriam elaborados sem esse vale, um é usado para um projeto que seria elaborado de qualquer forma e um vale não é utilizado. Uma avaliação geral do vale-inovação também precisa levar em conta o valor agregado das iniciativas adicionais. No entanto, ainda não há uma compreensão clara desse aspecto.

Abstract

The Dutch innovation voucher aims to stimulate the interaction between small and medium-sized enterprises (SMEs) and public research institutes. This document provides an estimate of the effectiveness of the innovation voucher instrument, employing the fact that the vouchers were assigned randomly by means of a lottery. The main conclusion is that the innovation voucher instrument does stimulate SMEs to engage in many new assignments with public research institutes. Out of every ten vouchers, eight are used for a project that would not have been assigned without such a voucher, one is used for a project that would have been assigned anyhow, and one voucher is not used. An overall assessment of the innovation voucher also needs to take into account the value added of the additional assignments, however. No insights have yet been obtained here.

Os Autores

MAARTEN CORNET é pesquisador da área de econometria e matemática econômica do Departamento de Econometria da Erasmus School of Economics (ESSE/Holanda)

BJÖRN VROOMEN é do Departamento de Econometria da Erasmus School of Economics (ESSE/Holanda)

MARC VAN DER STEEG é do Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis (CPB/Holanda)

Propriedade intelectual e plantas transgênicas: discussões atuais sobre ciência, tecnologia e inovação

Simone Yamamura

Sergio Luiz Monteiro Salles Filho

Sergio Medeiros Paulino de Carvalho

INTRODUÇÃO

O artigo trata dos aspectos relacionados ao debate sobre a propriedade intelectual, levando-se em consideração o contexto do processo de fortalecimento dos direitos associados aos bens intangíveis, as circunstâncias em que se dá esse debate e o posicionamento dos diversos atores em relação ao cenário que se apresenta. Nesse sentido, são explorados os aspectos históricos que conformam as diversas vinculações entre propriedade intelectual e incentivo ao desenvolvimento tecnológico, desde a ênfase ao desenvolvimento econômico nacional até a vinculação mais recente entre proteção e comércio internacional. Sob este ponto de vista, sobressaem questões relacionadas à articulação dos marcos regulatórios com o desenvolvimento tecnológico e econômico, assim como a perspectiva que essa relação apresenta para os países de menor desenvolvimento relativo.

Para tratar desses pontos, o artigo se divide em cinco partes, incluindo a presente introdução. A segunda parte apresenta os principais aspectos relacionados aos termos do debate atual em relação à temática da propriedade intelectual. No mesmo item, é discutida a relação entre regulação e desenvolvimento tecnológico e como essa questão afeta a dinâmica das economias. Assim, estão presentes a lógica das instituições jurídicas, com seu tempo próprio de resposta às mudanças que ocorrem na economia, e a forma com que esta última se adapta aos novos padrões de proteção aos esforços inovativos. Essa interação pode redefinir estratégias de empresas nos diversos mercados em que atuam e interferir nas trajetórias tecnológicas percorridas por elas. O desenvolvimento

tecnológico, com isto, interfere na montagem do marco regulatório por um lado e, por outro, é por este afetado, influenciando em decisões de investimento. Essas questões são particularmente relevantes nos campos de maior intensidade de incorporação e geração de tecnologias, nos quais novas bases de conhecimento científico estão presentes.

A terceira parte ilustra as considerações tecidas no item anterior apresentando o caso das plantas transgênicas, aquelas modificadas através de técnicas de engenharia genética. Por se caracterizar como inovação de desenvolvimento tecnológico mais recente, há ainda diversas questões em discussão, especialmente em relação aos imbricados assuntos de regulação, propriedade intelectual, biossegurança e meio ambiente.

A quarta parte do artigo analisa o processo de incorporação dos novos marcos regulatórios discutidos a partir da perspectiva dos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos. A própria capacidade institucional desses países em reproduzir estruturas de análise e concessão de solicitações de proteção intelectual é questionada. Igualmente é analisada a pertinência desses marcos para países que dificilmente deles poderão tirar proveito, como consequência da forte vinculação entre proteção e comércio internacional, e o sentido da sua obrigatoriedade.

Por fim, são apresentadas as considerações finais.

ASPECTOS DO DEBATE ATUAL SOBRE PROPRIEDADE INTELECTUAL

O tema da propriedade intelectual vem ganhando crescente complexidade e notoriedade nas últimas décadas. Diversos fatores contribuem para este cenário: o rápido avanço científico e tecnológico; a criação de tecnologias de caráter diferenciado em relação àquelas tradicionais; novas formas de agregar valor a produtos e serviços; diferentes padrões de inovação entre os países; surgimento de novas formas de proteção ao trabalho intelectual; questionamentos sobre os requisitos tradicionais para concessão da proteção; entre tantos outros.

Tais fatores, obviamente, encontram-se inseridos em conhecidas questões políticas, econômicas e sociais que fecham o contorno deste cenário. Os diferentes estágios de desenvolvimento entre os países; as relações político-econômicas entre eles; as novas demandas ambientais e

pelo desenvolvimento sustentável; os conflitos entre soberania nacional e o mundo “globalizado”; a mudança e adaptação de instituições em função de ambientes em constante transformação; o considerável poder econômico e político de grandes corporações; a dificuldade em agrupar diversos contextos historicamente distintos sob bandeiras de harmonização; a luta por sociedades mais justas e com classes sociais mais igualitárias – são apenas alguns exemplos dos assuntos, sempre atuais, a serem considerados quando se discute o tema da propriedade intelectual.

A propriedade intelectual compõe-se tradicionalmente de duas grandes áreas: a que trata da proteção à propriedade literária, científica e artística, conforme é conhecida no Direito brasileiro, relacionada aos direitos autorais (ou direitos de cópia – *copyright* – em outras legislações); e a que trata da proteção à propriedade industrial. As mais usuais formas de proteção aos resultados do trabalho intelectual são o sistema de patentes e os registros. A idéia que sempre esteve associada à de propriedade intelectual, decorrente mesmo das intenções subjacentes às origens do reconhecimento deste tipo de propriedade, foi a de que se protegesse qualquer autor ou inventor contra outros que quisessem se aproveitar de sua inspiração para, por meio de reprodução indevida de sua obra ou invento, auferir ganhos sem os devidos créditos a quem de direito (Doria, 1997; Monteiro, 1998).

Todavia, tal idéia vem sofrendo certas alterações ao longo do último século, especialmente ao longo das últimas décadas. O contínuo e acelerado avanço da ciência e da tecnologia tem levado à criação de aparatos e sistemas inteiramente novos. Do mesmo modo, o despertar para novas formas de agregação de valor tem levado à criação de produtos e serviços novos e nada semelhantes aos até então conhecidos.

Tendo sempre à sua frente o progresso e as inovações técnicas, resta ao sistema jurídico procurar enxergar, em meio à poeira, o que afinal corre tão depressa; tentar compreender do que exatamente se trata aquilo; tentar regular todas as alterações causadas ao longo do caminho; tentar prever para onde aquilo se dirige; e tentar antever tudo o que ainda poderá ser sofrido. Como se vê, não é tarefa fácil – ainda mais se considerarmos a complicação inerente de atualizar e renovar os quadros profissionais que lidam com estas questões, já que estão envolvidos

assuntos complexos como educação e políticas de desenvolvimento. Mais do que isso, o fator sobrepujante desta dificuldade talvez seja o fato de o Direito ser em si um objeto cultural, fruto de determinado contexto espacial e histórico, reflexo de valores de uma época numa certa localização geográfica, alimentado pela influência de outras instituições coexistentes e, por tudo isso, dinâmico e mutável – mas, note-se, seu dinamismo e mutação dão-se em ritmo compreensivelmente mais lento que o de outras instituições sociais, particularmente quanto ao desenvolvimento do quadro de conhecimentos científicos e tecnológicos (Yamamura, 2001).

Dessa forma, à medida que inovações tecnológicas foram surgindo e demandando algum tipo de proteção ao esforço intelectual despendido, foram criadas no sistema jurídico, da maneira que foi possível, novas figuras que atingissem tal objetivo; ou, ainda, foram utilizadas figuras já existentes, as quais ampliaram seu escopo. Por exemplo, passaram a ser contemplados processos e métodos de fabricação, produtos alimentícios e farmacêuticos, circuitos integrados, plantas, microorganismos e organismos vivos modificados, através da utilização do sistema patentário, de registros ou, ainda, de sistemas *sui generis*, criados especialmente para abarcar situações que não se encaixassem nas tradicionais.

De uma maneira geral, em maior ou menor grau, a ciência e a tecnologia sempre foram alvo de fascínio e discussão, em todas as sociedades, em todos os tempos. No entanto, ao longo do século 20, cresceu enormemente a percepção social dos grandes impactos que a ciência e a tecnologia poderiam trazer (Van den Ende *et al*, 1998). Este contexto justifica em grande parte as várias tentativas de institucionalização da avaliação social da tecnologia, refletindo mudanças por que têm passado as sociedades contemporâneas nas áreas econômica, política, ambiental e social (Grupp & Linstone, 1999). Paralelamente, e com força considerável, passou a sobressair a questão da ética e dos limites aos avanços científicos e tecnológicos.

Com isto, o próprio tema da propriedade intelectual passou a ser visto de modo um tanto diferente. Se antes se olhava para a proteção intelectual como meio de garantir ao autor/inventor de obra a exclusividade na sua exploração comercial, assegurando-se assim direitos privados individuais que, de maneira mais ampla, contribuiriam para o

desenvolvimento nacional, passou-se a questionar sobre o que seria objeto de proteção e quais seriam efetivamente os requisitos para obtenção da proteção estatal. Não que antes tais questionamentos não tivessem sido feitos; ao contrário, eles estão nas origens das discussões sobre a proteção ao trabalho intelectual. Entretanto, a partir das últimas décadas, não se trata mais de pensar apenas se um determinado equipamento novo mais rebuscado está ou não no estado da arte; se os avanços em matéria elétrica-eletrônica estão contemplados nas legislações vigentes; se um processo de obtenção de certo minério pode ou não ser patenteado. Um dos fatores que contribuíram para alterar significativamente a visão da sociedade em relação à propriedade intelectual foi a explosão da biologia como campo do conhecimento a ser explorado; suas descobertas em meio a um universo de possibilidades oferecidas pela natureza, de proporções e potencialidades ignoradas; e o uso destas descobertas para a criação de valor econômico, especialmente através da utilização de técnicas de engenharia genética (Rifkin, 1999).

Como frente a qualquer outra situação nova, o aparelhamento jurídico leva tempo para se armar e tentar regular circunstâncias presentes, fatos passados e previsões futuras. Para países como o nosso, que seguem a tradição do Direito Romano, o problema talvez seja maior ainda, dado que a lei escrita é a principal fonte do Direito (nos países que seguem a tradição anglo-saxã, como os Estados Unidos, a jurisprudência e os costumes são as fontes do Direito sobressalentes, o que torna mais dinâmica a discussão de casos novos na sociedade). A questão ganha ares mais complexos ainda, e sobretudo, quando se trata de assuntos que envolvem indagações sobre aquilo que somos, sobre aquilo que queremos ser, sobre aquilo que podemos fazer com a natureza.

PLANTAS TRANSGÊNICAS: QUESTÕES SOBRE REGULAÇÃO E PROPRIEDADE INTELECTUAL

Esta inerente dificuldade do mundo jurídico em acompanhar o avanço científico e tecnológico pode ser muito bem sentida na questão da propriedade intelectual associada às plantas geneticamente modificadas por métodos de transgenia. O Direito como um todo ainda tenta compreender as plantas transgênicas, visto que impactados especialmente os ramos de Direito Ambiental, Direito Civil e Comercial (propriedade

intelectual, contratos, direitos de consumidor), Direito Penal e Direito Internacional. Disto resulta, num primeiro momento, a tentativa de encontrar no arcabouço jurídico já existente respostas para situações novas e não previstas, o que leva o operador do Direito a utilizar conhecimentos de interpretação para alinhar de modo coerente prescrições legais encontradas em diferentes estatutos legais, pertencentes a diferentes ramos. Num segundo momento, o que se pretende é a regulação específica de casos considerados relevantes e importantes para a sociedade.

Pode-se dizer que o caso das plantas geneticamente modificadas encontra-se entre o primeiro e o segundo momento apontados: ao mesmo tempo em que um imbróglgio jurídico inicial tenta ser desvendado para o tratamento das questões relativas às plantas transgênicas, buscam-se soluções específicas para exigências particulares por elas levantadas (e pelos resultados da engenharia genética em geral). Neste contexto, porém, as áreas que demandam atenção mais premente parecem ser as de propriedade intelectual e de biossegurança.

Abordando primeiramente a biossegurança, a preocupação surgida com a pesquisa, manipulação e liberação de organismos geneticamente modificados está diretamente relacionada ao crescimento do tema 'meio ambiente' em todo o mundo. Num histórico que envolve a percepção dos danos causados à natureza, a constatação da finitude dos recursos naturais, o desenvolvimento científico e tecnológico, mobilizações políticas e movimentos sociais de diversas conotações, a questão do meio ambiente institucionalizou-se de tal maneira que atualmente é matéria obrigatória no tratamento de assuntos políticos, econômicos e sociais dos mais diversos. De natureza intrinsecamente multidisciplinar, a questão ambiental penetra e perpassa outras de maneira óbvia (algumas vezes nem tão óbvia assim), revelando pontos de conflito e sobreposição entre aquilo que lhe é próprio e aquilo que é atribuído a outras áreas.

No caso de que aqui tratamos, o das plantas transgênicas, a questão ambiental surge nítida porque envolvidos a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, a utilização de recursos genéticos, a manipulação e a liberação de organismos modificados geneticamente no meio ambiente para produção e consumo humano e animal; numa perspectiva mais ampla, estão envolvidas considerações quanto à riqueza

natural e diversidade biológica de cada país e o transporte de tais organismos entre os países. Estes tópicos, todavia, ultrapassam preocupações exclusivamente ambientais e imbricam-se em assuntos como a situação de desenvolvimento dos países, especialmente os dotados de maior biodiversidade; o interesse comercial na utilização de recursos naturais para a geração de produtos e processos; o acesso a estes recursos; o conhecimento tradicional associado à biodiversidade detido por comunidades locais; a repartição de benefícios entre os fornecedores de recursos e conhecimentos e os que deles fazem uso.

A regulação de todos estes temas pelo sistema jurídico já é em si tarefa difícil; o cenário torna-se ainda mais difícil quando tal regulação é procurada para responder aos problemas surgidos com a engenharia genética de plantas. Soma-se a tudo isto a grande intersecção que tais questões apresentam hoje com a da propriedade intelectual: a utilização de recursos da biodiversidade para a criação de valor agregado a produtos, processos e serviços certamente leva a questionamentos quanto à propriedade sobre tais recursos e sobre os resultados obtidos com seu uso. Ademais, a repartição de benefícios oriundos deste uso requer não só a definição da titularidade da propriedade e a forma de proteção associada, mas também a valoração desta propriedade e a distribuição de parcelas do valor atribuído a cada um dos agentes envolvidos na transformação dos recursos em bens tangíveis (Silva, 1995; Assad, 2000; Silva & Accioly, 2000; Assad & Sampaio, 2005).

Desta forma, a biossegurança, dentro do contexto mais amplo da questão ambiental, é temática relevante para a discussão sobre as plantas geneticamente modificadas, devido ao tema do meio ambiente em si e à estreita ligação deste com outros grandes temas da atualidade. Um desses temas é certamente o da propriedade intelectual, conforme apontado acima. Contudo, não é apenas porque relacionada à questão ambiental que a propriedade intelectual no caso das plantas transgênicas merece atenção especial dentro do imbróglgio jurídico causado pelo seu surgimento.

Por que a questão da propriedade intelectual deveria ser, neste caso, tratada com maior urgência? O assunto da transgenia de maneira geral exige discussões em toda a sociedade, sob os diversos aspectos com que a ela se apresenta. No entanto, por levar a produtos com alto potencial

de mercado, mesmo que ainda não muito bem delineado ou certo, estes devem ser alvo de proteção intelectual, assim como processos e outros elementos encerrados em sua obtenção. E, para tal proteção, é desejável que o depósito dos pedidos correspondentes seja feito o quanto antes, em razão das atividades dos competidores. Mas como depositar rapidamente se o aparato jurídico não se encontra preparado? Daí surgir com maior evidência a questão da propriedade intelectual, posto que diretamente relacionada aos esperados ganhos econômicos advindos da inovação.

Neste ponto, os avanços científicos e tecnológicos alcançados pela biologia não se diferenciam daqueles alcançados nas áreas química, mecânica, elétrica ou farmacêutica: todos eles, devidamente protegidos sob uma ou outra forma jurídica, estão ligados à inovação em empresas, setores e países. O esforço em pesquisa e desenvolvimento, traduzido e codificado em resultados aos quais o Estado garante monopólio de exploração, certamente cria um ambiente de competição pela inovação. De maneira bastante ampla, os benefícios associados a um sólido e coerente sistema de proteção intelectual são: codificação do conhecimento; transformação de ativos intangíveis em bens passíveis de troca; retorno do investimento feito em recursos financeiros e humanos através da exploração exclusiva ou de licenciamentos; forma de publicidade e *marketing* das atividades dos titulares dos pedidos/patentes; conhecimento sobre o estado da arte e da técnica e prevenção de desperdício de esforços; possibilidade de planejamento de estratégias para o gerenciamento de *portfolios* de pedidos/patentes de empresas e instituições; garantia de direitos e redução de custos de transação; possibilidade de negociação para a atração de investimentos em nível governamental; maior dinamismo e incentivo à inovação e mudança técnica entre empresas e setores da economia (Dosi, 1984; Malerba & Orsenigo, 1996; Carvalho *et al*, 2002). Deste modo, a importância da questão da propriedade intelectual para as inovações advindas da biologia é tão relevante quanto para aquelas obtidas por campos do conhecimento que há mais tempo discutem-na, como a química, física, mecânica e elétrica.

Entretanto, há fatores novos que não estavam presentes nos processos de definição da regulação daquelas áreas do conhecimento – o fato de se mexer com a vida traz elementos novos ao debate. No caso

que aqui elegemos, por exemplo, para a proteção intelectual de todo o trabalho envolvido desde a escolha do gene de interesse até a efetiva obtenção de uma planta transgênica com certa característica desejada, são comumente alvos de pedidos: a seqüência genética de interesse; a proteína expressa por ela; a planta transgênica que apresenta determinada característica desejada; e o método para sua obtenção. Contudo, as legislações nacionais são divergentes quanto à forma de proteção adequada para tais itens e mesmo quanto à sua patenteabilidade; isto certamente influencia a atração de investimentos para um país, estratégias de depósitos para adequada proteção intelectual, fluxos de comércio internacional, entre outros. Ademais, além da propriedade intelectual, tem enorme peso a questão da biossegurança: antes que haja aprovação para a comercialização de plantas transgênicas, são necessários testes de campo e estudos que verifiquem sua segurança ambiental (em relação ao ambiente em que são inseridas, à fauna e à flora que com elas interagem) e sua segurança alimentar (se forem utilizadas para consumo *in natura* ou para posterior processamento alimentício, deve haver testes de alergenicidade, toxicidade e equivalência substancial) – e tais testes e estudos podem diferir em exigências e resultados entre os países.

No Brasil, observa-se um quadro legal confuso a respeito desses assuntos. A proteção intelectual de transgênicos tem sido possível através da Lei de Proteção de Cultivares (LPC – Lei nº 9456/97, regulamentada pelo Decreto nº 2366/97), em vista da proibição pela Lei de Propriedade Industrial (LPI – Lei nº 9279/96) do patenteamento do todo ou parte de seres vivos, incluindo-se aí as seqüências genéticas e plantas. Os requisitos para proteção de cultivares transgênicas junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) são os mesmos para cultivares melhoradas tradicionalmente (a diferença está em questões de biossegurança, não de proteção intelectual). O SNPC aceita testes feitos em outros países; há transgênicos protegidos que não existem no Brasil.

As diferenças mais aparentes entre a LPI e a LPC no que respeita à proteção de plantas transgênicas estão relacionadas à própria lógica subjacente a cada um destes diplomas legais: enquanto a primeira visa proteger essencialmente uma idéia, a segunda visa proteger um produto efetivamente obtido; outrossim, a proteção via patente é mais robusta e duradoura que a proteção *sui generis* a cultivares. Além disso, como tratar os casos em que uma planta patenteada for usada para a obtenção de

uma nova cultivar por melhoramento tradicional ou, ao contrário, uma cultivar abrigada pela proteção às obtenções vegetais for melhorada geneticamente? (Vieira & Buainain, 2004) A dúvida complica-se mais se se pensar que os países também adotam diferentes formas de proteção às variedades vegetais, o que influi diretamente na pesquisa e no comércio internacional. Por exemplo, os Estados Unidos protegem plantas de reprodução vegetativa por patentes (ex.: laranja, eucalipto, cana-de-açúcar) e as de reprodução sexuada por proteção de cultivares (ex.: soja), com base na Ata de 1991 da Convenção *UPOV (Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales)*.

Mesmo com essas diferenças nas formas de proteção, e inerentes custos associados à sua manutenção, talvez este não seja um fator determinante para o investimento no negócio; fatores como matéria prima e mercado consumidor certamente influenciam com preponderância a escolha pelo investimento. Todavia, os custos e o retorno com a devida proteção intelectual representam importantes itens a serem considerados.

Uma prova disso foi o contrato celebrado entre a Embrapa e a Monsanto, no qual a LPI e a LPC são utilizadas concomitantemente. Os *royalties* são cobrados separadamente pelo que há na mesma semente: a Embrapa cobra pelo material vegetal, pela cultivar, respaldada em registro de proteção; a Monsanto cobra pela utilização do material genético, pelo uso do gene, respaldada em proteção patentária de processo. A LPI e a LPC são aplicadas conjuntamente, mas com interpretação separada. Embora na prática não tenha havido problemas com a operacionalização do contrato, são levantados questionamentos jurídicos. A dúvida é se estas duas leis podem ser aplicadas em conjunto, pois o Artigo 2º da LPC reza que a única forma de proteção a novas variedades no Brasil é a conferida pelo Certificado de Proteção de Cultivar, estando explícita, portanto, a proibição à dupla proteção. Questiona-se se o contrato Embrapa-Monsanto contempla, na verdade, uma sobreposição ou uma complementaridade entre a LPI e a LPC.

Outra grande discussão em curso, reflexo da que ocorre em âmbito internacional, é aquela a respeito da possibilidade de alteração dos requisitos para proteção intelectual, em face de prescrições ambientais para o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional (essa

discussão ocorre para a concessão de proteção tanto via LPI quanto via LPC). No Brasil, o Artigo 31 da Medida Provisória nº 2186-16/01 (a qual trata do acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado, da repartição de benefícios, do acesso à tecnologia e da transferência de tecnologia para conservação e utilização da biodiversidade) dispõe que a concessão de direito de propriedade industrial, pelos órgãos competentes, sobre processo ou produto obtido a partir de amostra de componente do patrimônio genético deve ficar condicionada à observância da Medida Provisória, com a necessidade de o requerente informar a origem do material genético/conhecimento tradicional utilizado, quando o caso. A Resolução nº 23 do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), de 10 de novembro de 2006, e as Resoluções nº 134 e nº 135 do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), ambas de 13 de dezembro de 2006, vieram no mesmo sentido, ao dispor sobre regras para o cumprimento daquela determinação.

Por um lado, a posição defendida principalmente pelo Ministério do Meio Ambiente é a de que esta é uma maneira de exigir-se o cumprimento das normas referentes ao acesso ao patrimônio genético/conhecimento tradicional. Por outro lado, os argumentos contra tal posição versam sobre a relativa independência que deve haver entre os órgãos que concedem a proteção intelectual e aqueles responsáveis pelo acesso legal e repartição de benefícios, pois trata-se de esferas distintas de atuação. Aponta-se o exemplo da necessidade de anuência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para a concessão de patentes de produtos e processos farmacêuticos (conforme redação do Artigo 229-C da LPI, dada pela Lei nº 10196/01): a necessidade de anuências de órgãos outros que não o próprio concedente cria incertezas sobre o funcionamento do sistema de propriedade intelectual, aumentando a instabilidade jurídica e os custos de transação associados. O Artigo 31 da Medida Provisória seria mais um item nesta problemática, contribuindo para que a decisão pela concessão fique pulverizada em várias instituições e sujeita a embates políticos.

Desta forma, notamos o quanto o aparato legal em torno dos transgênicos ainda causa dúvidas e incertezas, especialmente em relação a direitos de propriedade intelectual.

RELAÇÃO ENTRE MARCOS REGULATÓRIOS E ECONOMIA E PECULIARIDADES DOS PAÍSES DE MENOR DESENVOLVIMENTO RELATIVO

Pode-se apontar uma série de situações que hoje caracterizam parte do cenário em que se encontram as discussões sobre propriedade intelectual. Primeiramente, é nítida a sobrecarga dos escritórios nacionais responsáveis pela concessão de patentes nos países para os quais a competitividade global baseada na inovação é tema central de suas políticas.

Da necessidade de ampliar o pessoal que trabalha nestes escritórios – tanto o pessoal especializado nas áreas técnicas quanto o responsável pela parte administrativa de tramitação dos processos – e de processar a quantidade crescente de pedidos, surgem custos que visam cobrir todas as atividades envolvidas desde o depósito do pedido até o arquivamento de patentes que já expiraram em sua vigência. São taxas para depósito, para requerimento de exame, para apresentação de objeções a um pedido, para expedição da carta-patente, para manutenção da patente, para interposição de recursos administrativos etc; custos que aumentam em quantidade e valor absoluto.

O aumento do volume de pedidos para serem processados e analisados gera ainda um outro problema, mais grave que o aumento dos custos. A pressão para que o pessoal administrativo dê andamento contínuo aos processos e, principalmente, para que os examinadores analisem rapidamente os pedidos, realizando as buscas de estado da técnica e decidindo pelo mérito das especificações e reivindicações, faz com que a qualidade e precisão de seu trabalho nem sempre sejam as esperadas. Soma-se a isto o fato de tratarem-se de pedidos cujos objetos estão na fronteira do conhecimento: reivindicam-se produtos/processos que se dizem novos e até então desconhecidos, para os quais às vezes ainda não há regulação técnica ou tratamento jurídico. Não é difícil encontrar patentes concedidas cujo relatório descritivo e/ou quadro reivindicatório claramente apresentam sobreposições com outros de outras patentes da mesma área de conhecimento.

Isto, por sua vez, gera uma gama de outras dificuldades, especialmente para os depositantes dos pedidos e para os competidores que monitoram seus concorrentes. A corrida pelo depósito de pedidos

de patente, ou de outras formas de proteção, requer o serviço especializado de escritórios e advogados particulares que entendam bem das diversas áreas técnicas, que façam buscas de anterioridade com a maior acurácia possível e que tenham prática na atuação junto aos órgãos nacionais correspondentes. Os preços cobrados por esta especialização tendem a ser crescentes, até porque a demanda cresce em ritmo maior que a oferta (pelo menos como tendência).

Além disso, aproveitando a brecha própria criada pela dificuldade de os escritórios nacionais processarem os pedidos com a precisão desejada, vários depositantes costumam ultrapassar o bom senso e as limitações técnicas características de seu objeto de estudo e montam quadros reivindicatórios de escopo extremamente amplo e pretensioso (são as chamadas “*broad claims*”). Embora os examinadores sigam a tendência de reduzir a concessão deste tipo de reivindicação, diversas acabam passando; ademais, a troca de versões dos pedidos entre examinadores e depositantes pode dar margem a textos incoerentes e confusos. Assim, mais uma vez os serviços especializados de escritórios e advogados são requeridos: dependendo do caso, a única saída passa a ser a disputa judicial, após encerrada a instância administrativa. Dada a especialidade do ramo (propriedade intelectual), as minúcias técnicas (que em tese pertencem à fronteira do conhecimento) e a provável falta de entendimento pacífico acerca de questões científicas e tecnológicas novas, tais disputas, além de poderem se arrastar por anos, são demasiadamente caras e desgastantes. Nesta situação, fica claro que somente as grandes corporações privadas conseguem manter este tipo de litúgio, seja pelo interesse real na tecnologia envolvida, seja para ganhar tempo, seja para minar a outra parte.

Todos os custos e incertezas associados à busca pela proteção intelectual no mundo contemporâneo podem ser observados e teorizados sob o prisma da teoria sobre a “economia dos custos de transação”. Haveria, segundo Ronald Coase, duas formas alternativas de coordenação da produção na economia: o mecanismo de preços, com as transações de mercado seguindo a lei da oferta e demanda, e a firma, que em seu interior teria as transações de mercado eliminadas e a produção direcionada pelas decisões de um ‘empresário-coordenador’ das atividades. Se o movimento de preços fosse suficiente, a firma não seria necessária; daí resultaria a origem desta. Estas duas formas de coordenação,

mercado e firma, coexistiriam porque os custos de se utilizar uma ou outra difeririam; assim, dependendo da magnitude desses custos, uma ou outra forma de organização seria mais desejável. Tais custos seriam os chamados custos de transação; segundo sua natureza, poderiam ser classificados em custos de coleta de informações e/ou custos de negociação e estabelecimento de contratos (Coase, 1994; Bellon & Niosi, 1997; Peixe, 2003; Brandão, 2004).

Teóricos que se seguiram a Coase desenvolveram estes conceitos. Um deles foi Oliver Williamson, que organizou os princípios do que chamou de “Economia dos Custos de Transação”, uma vertente da Nova Economia Institucional. A Nova Economia Institucional focaliza os mecanismos de adaptação das instituições, tanto os espontâneos (relacionados ao mercado, o qual é menos organizado, mas com capacidade de adaptação aos distúrbios, principalmente de forma autônoma) quanto os intencionais (relacionados à hierarquia e organização interna e baseados na autoridade, com tomadas de decisões). Williamson (1987) deu especial atenção às instituições econômicas do capitalismo: mercados, firmas e formas intermediárias existentes entre estes dois limites (formas estas regidas por contratos), enfatizando também a relação intrínseca e dinâmica entre leis, economia e organizações. Para este autor, os custos de transação corresponderiam, na economia, ao atrito entre corpos estudado pela Física, com a diferença de que, ao contrário do atrito, os custos de transação seriam mais difíceis de serem percebidos (os neo-clássicos desconsideram a existência deste atrito) (Williamson, 1987; Bellon & Niosi, 1997; Furquim, 2000; Peixe, 2003; Brandão, 2004).

Desenvolvendo suas idéias, Williamson (1987) discorreu sobre a imperfeição e a fragilidade dos contratos. Para ele, tal fato devia-se às características das pessoas – oportunistas e limitadas em sua racionalidade e conhecimento, incapazes de prever todas as situações num ambiente de incerteza e falta de informação – e à natureza das transações – cuja dimensão mais relevante seria a especificidade de ativos¹; ambos os fatores, características comportamentais e das transações em si, acarretariam diferentes custos de transação.

¹ “Um ativo específico a uma transação é aquele que é requerido para uma transação ou cliente particular e que não pode ser usado para outras transações sem que haja perdas.” (Humphrey & Schmitz, 2001, p. 7)

Considerando-se que estivessem presentes os pressupostos de racionalidade limitada, oportunismo e especificidade de ativos, seria preciso uma estrutura de governança que pudesse adequadamente organizar as transações a fim de reduzir os seus custos. As estruturas de governança teriam por objetivo identificar, explicar e reduzir os riscos contratuais, sendo necessárias, portanto, quando concorressem os pressupostos de assimetria de informações, contratos incompletos e competição imperfeita². Haveria, assim, diversas maneiras de administrar e coordenar as diferentes transações: constituindo-se firmas; formando-se redes de firmas; adquirindo-se produtos no mercado livre etc. Desta forma, as estruturas de governança deveriam ser adequadas às distintas transações, considerando-se aí os atributos dos indivíduos e o ambiente institucional – onde parâmetros como direitos de propriedade, normas e costumes, por sua vez, mudariam e alterariam as formas de governança (Williamson, 1987; Furquim, 2000; Peixe, 2003; Brandão, 2004).

Na teoria em tela as instituições ganham fundamental importância no funcionamento da economia. O principal papel das instituições seria o de tentar parametrizar as ações humanas, na medida em que compreenderiam as regras formais e informais que estruturariam a interação social, econômica e política (Furquim, 2000). As instituições, então, visariam à redução dos custos de transação, ao estabelecer mecanismos para as decisões e ações individuais e proporcionar diferenciais na eficácia da administração das atividades produtivas – influenciando, conseqüentemente, sobre as estruturas de governança, com quem estabeleceriam íntima dinâmica. Instituições seriam, por exemplo: mercados; firmas; organismos governamentais; institutos de pesquisa; sindicatos; ética nos negócios; estabelecimento de direitos; sistema judicial; e definição de regras para transações.

Em suma, a abordagem da “Economia dos Custos de Transação” representa uma forma de se compreender o que atualmente ocorre com relação à posição da propriedade intelectual dentro da economia

² “Governança é avaliar a eficácia de meios alternativos de organização, através de instrumentos, onde a integridade da transação é decidida. Representa um exercício de controle, direção e autoridade. Existe porque o mercado não é capaz de alocar todos os recursos eficientemente sem a intervenção da autoridade. Porém, sua ocorrência não se limita ao momento do contrato, já que a assinatura do mesmo não é o fim do relacionamento; muitos efeitos podem ocorrer até a efetiva entrega do que foi contratado.” (Peixe, 2003, p. 24)

capitalista, forma esta que deixa nítida a intrínseca imbricação entre o Direito e a Economia. O estabelecimento de regras claras para a definição dos direitos de propriedade intelectual; os mecanismos para seu *enforcement*; o sistema judiciário preparado para solucionar litígios desta natureza, apoiado em normas jurídicas e recursos humanos capacitados; uma cultura de respeito e ética aos direitos conferidos; seriam exemplos de instituições que deveriam interagir com as estruturas de governança com o intuito de reduzir os custos de transação. Ao contrário, a indefinição de direitos de propriedade; a incerteza quanto ao respeito a eles; normas jurídicas confusas; profissionais despreparados; um sistema judiciário imprevisível; são componentes de um ambiente institucional desfavorável à redução de custos de transação.

O que se observa hoje é uma situação mais próxima ao segundo cenário descrito, mesmo nos países mais desenvolvidos. Nestes, o ambiente incerto, a demandar mais ações das estruturas de governança a fim de reduzirem-se os custos, caracteriza-se essencialmente por aquela dificuldade de o Direito acompanhar o avanço científico e tecnológico em seu ritmo acelerado; pela concentração de depósitos de pedidos de proteção, resultando em grande volume de trabalho aos órgãos competentes; e pela influência de diversas instituições no tratamento das questões de propriedade intelectual, como opinião pública, iniciativa privada, mercados e interesse público.

Entretanto, o caso dos países menos desenvolvidos é diferente. Da mesma forma que os países mais desenvolvidos, os menos também sentem os problemas que atingem a todos os países sem distinção: seu sistema jurídico não consegue acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico para o regular devidamente; a busca pela competitividade através da inovação e da mudança técnica aumenta o número de depósitos de pedidos; o tema da propriedade intelectual sofre a interferência de várias instituições. Contudo, inúmeras outras questões circundam esses fatos – questões antigas, tão conhecidas, tão cansativamente debatidas e nunca resolvidas.

Como discutir sistemas jurídicos que razoavelmente contemplem conquistas em áreas da física, biologia, eletrônica, informática, em países com índices altíssimos de analfabetismo? Em países com acesso restrito ao ensino formal, com alta concentração de renda, com parque industrial

pouco dinâmico e inovativo (e dependente dos países desenvolvidos), com deficiências básicas em saneamento e habitação?

Dessa forma, se discutir propriedade intelectual já se constitui em questão complexa nos países desenvolvidos, a dificuldade nos demais países tem ainda outros componentes que a tornam mais complexa. A institucionalização do assunto em níveis governamentais, junto ao setor produtivo e universidades; o rápido e adequado funcionamento dos órgãos responsáveis pela concessão das formas de proteção; o preparo de profissionais para lidar com os temas direta e indiretamente relacionados, tanto na iniciativa privada quanto na esfera pública; a articulação de políticas de propriedade intelectual com as industriais e de desenvolvimento científico e tecnológico; são apenas algumas questões que indicam o quanto ainda tem de ser feito nos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos em geral. Além das dificuldades inerentes em lidar com o assunto e da rapidez que a realidade exige para a solução dos conflitos pendentes, a maioria dos países encontra-se mergulhada em outros leques de problemas, que afetam consideravelmente um tema de tanto interesse.

Cabe aqui nos indagarmos mais profundamente sobre as razões para este interesse tão acentuado. Os processos que resultaram nos elementos que conjuntamente são agrupados como caracterizadores da “globalização” denotam o atual peso do comércio internacional na economia mundial. A necessidade de um comércio fluido, rápido, dinâmico, eficaz e padronizado em escala mundial faz com que diversos fatores tornem-se pressupostos importantes para tanto: abertura de canais de comércio; eliminação de fronteiras; diminuição da carga tributária e outras barreiras alfandegárias, tarifárias ou não; padronização de moedas, linguagem e critérios; acordos de reciprocidade; regulação do comércio exterior; – e garantia e respeito aos direitos de propriedade intelectual (WTO, 2005). No mundo “globalizado” e interligado, os direitos de propriedade exigem um grau elevado de maturidade das instituições que podem lhes dar governança.

Breve análise política e econômica aponta que os grandes interessados em tal comércio facilitado e livre são os países desenvolvidos, especialmente Estados Unidos, Japão e os pertencentes à União Européia. Apenas como exemplo, Ruigrok & Van Tulder (1995) analisaram dados

de investimento direto estrangeiro, pois uma das tendências mais importantes das últimas décadas é o seu rápido aumento em escala mundial e o fato de a origem e o destino dele ser principalmente os países industrializados, representando porcentagem cada vez maior no PIB (Porter, 1986; Ruigrok & Van Tulder, 1995). Tais dados evidenciaram que Estados Unidos, Europa e Japão lideram amplamente os fluxos de investimentos diretos estrangeiros – bem como o comércio internacional, a produção e consumo de produtos de alta tecnologia e com alto valor agregado, o número total de patentes registradas e os acordos cooperativos inter-firmas. Os autores, por isso, questionaram a pertinência do termo “globalização”, sugerindo que o mais próximo à realidade seria “triadização”, ou talvez “regionalização”.

Uma das características mais marcantes neste cenário da “globalização” é o caminho em direção à convergência institucional: a integração e facilitação do comércio entre os países exigem normas mais homogêneas, que sejam dotadas de coercibilidade e se façam cumprir em todos os lugares (Nayyar, 2000; Cepal, 2002). Questões como a propriedade intelectual, o capital estrangeiro, a defesa da concorrência, o meio ambiente, o trabalho e o próprio comércio internacional passam a ser reguladas por organismos internacionais, com a imposição de regras que refletem os interesses dos países desenvolvidos (Quadros *et al*, 1993; Nayyar, 2000; Cepal, 2002). O exemplo mais notório desta tendência foi a criação da Organização Mundial do Comércio (OMC) em 1995, no contexto das discussões do Consenso de Washington (no início da década de 1990 nos Estados Unidos, com recomendações de abertura comercial, especialmente para os países em desenvolvimento) (Nayyar, 2000; Cepal, 2002). Atualmente importantes tratados multilaterais são assinados sob as vistas da OMC, que, argumentando interesse em relação ao comércio, acabou tomando a outras organizações internacionais alguns dos papéis que lhes foram originariamente atribuídos. Vários debates sobre saúde passam hoje pela OMC, em lugar da Organização Mundial da Saúde (OMS); várias contendas sobre trabalho passam hoje pela OMC, em lugar da Organização Internacional do Trabalho (OIT); várias disputas sobre propriedade intelectual passam hoje pela OMC, em lugar da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI).

Neste contexto, torna-se evidente o porquê do impulso dado às discussões sobre propriedade intelectual em nível mundial. Aqui, pode ser mais bem entendida a aludida mudança da idéia associada à propriedade intelectual: hoje ela é assunto relacionado a comércio. Por isso, não se trata mais apenas de assegurar aos autores de obras e inventos o privilégio sobre estes, visando ao desenvolvimento nacional; o que se almeja atualmente é a certeza de proteção e a garantia de que os direitos obtidos a partir dela serão respeitados, em qualquer parte do mundo. Desta relevância do comércio internacional é que surge a necessidade de que qualquer coisa que possa ser comercializada deva estar protegida, sob a batuta de regras claras e que se façam respeitar em toda parte do globo – inclusive seres vivos ou parte deles. Daí emergirem com força questionamentos sobre os próprios objetos de proteção, sobre se tudo o que existe é protegível, sobre se tudo o que existe interessa ao comércio e ao capitalismo. Tais questionamentos, por sua vez, contribuem para trazer a propriedade intelectual à arena e alterar a percepção que a sociedade tem deste tema (Rifkin, 1999).

Esta atual conformação dos fatos desemboca no desejo dos países desenvolvidos, para quem o comércio internacional é de grande importância, de harmonizar legislações e entendimentos sobre controvérsias que tenham efeito sobre seus fluxos comerciais, de forma a que seus interesses tenham preponderância. Assim, utilizando-se de seu poder econômico e político, tais países vêm constantemente pressionando os demais para que adiram a normas homogêneas, frequentemente determinadas por eles mesmos – normas que incluem as relativas à propriedade intelectual. Neste quesito aparece relevante uma questão trazida pela “globalização”: a da padronização e harmonização de procedimentos entre todos os países em oposição à soberania de que gozam sobre seu sistema político, legislativo e judiciário; a dos interesses mundiais em oposição aos interesses nacionais; a do atendimento a prescrições impostas por países mais ricos em oposição à autonomia de decisão de cada país. Muito mais do que indagações filosóficas acerca do “coletivo x individual”, o que este conflito exprime é a preocupação com a aplicação das mesmas normas, uniformes e rígidas, para países que se encontram em estágios muito diferentes de desenvolvimento e que têm, portanto, necessidades diferentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contemplação da situação particular dos países menos desenvolvidos tem ganhado especial atenção nos últimos anos. Os governos destes países vêm se posicionando junto aos fóruns mundiais por maior flexibilização das regras e efetividade na utilização dos mecanismos já previstos neste sentido, buscando atender a suas necessidades específicas; organizações não-governamentais (ONGs) têm se mostrado ativas na denúncia das diferenças negligenciadas em acordos internacionais. Em termos de propriedade intelectual, o grau de rigidez e uniformização imposto às legislações nacionais tem sido intensamente discutido, no que respeita aos tratados tanto multilaterais quanto bilaterais (estes, em geral, desejados pelos Estados Unidos e mais rígidos ainda no cumprimento das regras) (Correa, 1997).

Paralelamente, certas parcelas da sociedade civil têm se mobilizado contra o que consideram errado no sistema de proteção intelectual e que favoreça países mais desenvolvidos e grandes corporações, como se observa nos movimentos pelo *software* livre e *open source*; pela difusão e distribuição de composições e obras eletrônicas através da internet; pelo tratamento diferenciado a medicamentos destinados à saúde pública; pela rejeição ao patenteamento de organismos vivos e partes deles; pela discussão sobre o patenteamento de descobertas que se dizem revestidas de esforço intelectual; pela abertura e liberação de produtos/processos “básicos” protegidos, a fim de que outros possam utilizá-los e a partir deles criarem novos valores mais trabalhados, estes sim merecedores de proteção. De certa forma, o que acaba contribuindo para vários destes movimentos é justamente a velocidade do desenvolvimento científico e tecnológico e a criação de tecnologias rapidamente superáveis, que muitas vezes relativizam a importância, necessidade e/ou utilidade da proteção intelectual nos moldes em que foi concebida.

Assim, além de questionamentos da própria sociedade em relação ao atual estágio da propriedade intelectual, a grande tendência presente é a discussão sobre seu papel nas economias e sobre como, ao invés de ser instrumento de dominação e manutenção de poder político-econômico, pode contribuir para o desenvolvimento dos países – para o que as características e especificidades de cada um destes devem ser altamente consideradas.

O caso aqui apresentado, referente às plantas transgênicas, ilustra as análises feitas ao longo deste trabalho. Vimos que o conjunto dos marcos regulatórios nacionais relacionados aos direitos de propriedade intelectual associados a plantas transgênicas é confuso e causa insegurança. Nesse contexto, uma das necessidades que ganha destaque é a da definição de marcos regulatórios mais claros e coerentes, como elementos impulsionadores do desenvolvimento científico e tecnológico e de sua utilização para a geração de negócios e inovações. Reconhece-se de modo nítido que regras claras e que se façam cumprir diminuem os custos de transação e facilitam a operacionalização das estruturas de governança; no mesmo sentido, regras mal-definidas e não-dotadas de coercibilidade aumentam os custos de transação, dificultam os trabalhos das estruturas de governança, criam instabilidade jurídica e não atraem investimentos. A adequação a prescrições internacionais não precisa ser feita de forma acelerada ou idêntica a outros países; o Brasil deve impor seu próprio ritmo de adequação aos padrões internacionais. Alinhando-se o país em torno de um projeto nacional comum e bem direcionado, marcos regulatórios mais ajustados, que formem um quadro definido e articulado entre si, poderão contemplar as necessidades e peculiaridades brasileiras, aproveitando-se o potencial de que o Brasil dispõe em recursos naturais, sua tradição em pesquisa de melhoramento vegetal e os resultados que tem alcançado na biotecnologia moderna através de técnicas de engenharia genética.

Imersa numa rede de diversas discussões, conflitos, interesses e indagações, a propriedade intelectual é questão complexa, que conclama a todos para que possa ser mais bem compreendida e tratada – em especial, quando relacionada ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia e ao impulso à inovação, como observado para o caso das plantas transgênicas.

REFERÊNCIAS

ASSAD, A. L. D. *Biodiversidade: institucionalização e programas governamentais no Brasil*. 2000. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica)– Universidade Estadual de Campinas, 2000.

_____; SAMPAIO, M. J. A. *Acesso à biodiversidade e repartição de benefícios: perspectivas futuras e sugestões de ação para o Brasil*. Campinas: [s.n.], 2005. (Texto para discussão).

BELLON, B.; NIOSI, J. Institutional theories and inter-firm alliances: the transaction cost, resource-based and evolutionary debate revisited. In: WORKSHOP OF ISA RC, 2., 1997, Montreal. *Proceedings...* Montreal: [s.n.], 1997.

BRANDÃO, M. M. *A teoria dos custos de transação e reflexões práticas de governança corporativa*. [S.l.]: Núcleo de Desenvolvimento de Governança Corporativa/ Apimec-MG, 2004. Disponível em: <www.apimecmg.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2004.

CARVALHO, S. M. P. et al. *Estudo sobre tendências focalizadas em propriedade intelectual, transferência de tecnologia e informação tecnológica*. Campinas: INPI, 2002. Relatório final de pesquisa financiada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

CEPAL. *Globalización y desarrollo*. Santiago: Naciones Unidas, 2002. Disponível em: <www.eclac.org>. Acesso em: 2007.

COASE, R. H. *La empresa, el mercado y la ley*. Espanha: Alianza Editorial, 1994.

CORREA, C. M. New intellectual standards for intellectual property: Impact on technology flows and innovation in developing countries. *Science and Public Policy*, v. 24, n. 2, p. 79-92, Apr. 1997.

DORIA, D. Propriedade industrial. In: _____. *Curso de direito comercial*. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 1997. Cap. 16, p. 137-155. V. 1.

DOSI, G. *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Londres: MacMillan, 1984.

FURQUIM, P. Nova economia institucional: referencial geral e aplicações para a agricultura. *Agricultura São Paulo*, v. 47, n. 1, p. 33-52, 2000.

GRUPP, H.; LINSTONE, H. A. National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 60, n. 1, p. 85-94, Jan. 1999.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. *How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters?: regional studies*. [S.l.: s.n.], 2001.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behavior. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (Ed.). *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*. Londres: MacMillan, 1996.

MONTEIRO, W. B. *Curso de direito civil*. 35. ed. São Paulo: Saraiva, 1997. V. 1. Parte Geral.

NAYYAR, D. *Mundialización y estrategias de desarrollo: mesa redonda de alto nivel sobre comercio y desarrollo: orientaciones para el siglo XXI*, X UNCTAD. Bangkok: Naciones Unidas, 2000.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMÉRCIO - OMC. *Homepage institucional*. Disponível em: <www.wto.org>. Acesso em: 18 abr. 2005.

PEIXE, F. C. D. *Novo mercado: obstáculos e atrativos para as empresas do nível 1 de governança corporativa*. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração)– Universidade de São Paulo, 2003.

PORTER, M. E. *Competition in global industries: a conceptual framework*. In: _____. *Competition in global industries*. Boston: Harvard Business School Press, 1986.

QUADROS, R. et al. *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas: IE/Unicamp, 1993. Nota técnica final do bloco temático sobre determinantes regulatórios da competitividade.

RIFKIN, J. *O século da biotecnologia: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. Tradução e Revisão Técnica de Arão Sapiro. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1999. Título original: *The biotech century*.

RUIGROK, W.; VAN TULDER, R. *The logic of international restructuring*. London: Routledge, 1995.

SILVA, G. E. N. *Direito ambiental internacional: meio ambiente, desenvolvimento sustentável e os desafios da Nova Ordem Mundial*. Rio de Janeiro: Thex Ed./Biblioteca Universidade Estácio de Sá, 1995.

_____; ACCIOLY, H. *Manual de direito internacional público*. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2000.

VAN DEN ENDE, J. et al. *Traditional and modern technology assessment: toward a toolkit*. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 58, n. 1-2, p. 5-21, May 1998.

VIEIRA, A. C. P.; BUAINAIN, A. M. *Propriedade intelectual, biotecnologia e proteção de cultivares no âmbito agropecuário*. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. D. (Org.). *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia da Unicamp: FINEP, 2004.

WILLIAMSON, O. E. *Las instituciones económicas del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica, 1987.

YAMAMURA, S. *Aspectos sócio-jurídicos sobre o plantio e consumo de transgênicos*. 2001. Monografia (Graduação em Direito)– Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2001.

Resumo

A análise da evolução histórica de temas relacionados à propriedade intelectual demonstra que vários são os debates atuais que enseja, tais como o surgimento de novas formas de proteção ao trabalho intelectual; sua relação com meio ambiente e biodiversidade; suas implicações para o comércio internacional; e a necessidade de flexibilização para contemplação das peculiaridades dos países menos desenvolvidos. O caso das plantas transgênicas permite a observação destas questões, bem como da estreita e dinâmica relação existente entre Direito e Economia, posto que ainda incertos os marcos regulatórios sobre engenharia genética e direitos de propriedade intelectual associados a ela. Conclui-se, então, pela necessidade de maior compreensão sobre a propriedade intelectual e os marcos legais que a balizam, para que seus instrumentos possam ser bem utilizados em favor do desenvolvimento da CT&I.

Abstract

The analysis of the gradual development of issues related to intellectual property demonstrates that the discussions it raises are various, such as new forms for protecting intellectual work; its relation to environment and biodiversity; its implications to international trade; and the necessity of being made flexible in view of developing countries' particularities. The case of transgenic plants permits observing these questions, as well as the close and dynamic relation between Law and Economics, as the regulatory frameworks about genetic engineering and intellectual property rights associated to it are still uncertain. In conclusion, there is the necessity of a better comprehension about intellectual property and the legal frameworks which mold it, so that its instruments can be well utilized to promote the development of ST&I.

Os Autores

SIMONE YAMAMURA é advogada; engenheira de alimentos; mestre em Política Científica e Tecnológica pelo Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/Instituto de Geociências/Unicamp).

SERGIO LUIZ MONTEIRO SALLES FILHO é engenheiro agrônomo; mestre em Ciências Agrárias; doutor em Economia; professor livre-docente do DPCT/IG/Unicamp.

SERGIO MEDEIROS PAULINO DE CARVALHO é economista; mestre e doutor em Política Científica e Tecnológica pelo DPCT/IG/Unicamp; pesquisador licenciado da Pesagro-Rio; coordenador geral de Articulação Institucional e Difusão Regional do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi).

Cenários futuros para a indústria siderúrgica da China: oportunidades e ameaças

*Ricardo Zöllner Holmo
Carlos de Moura Neto*

INTRODUÇÃO

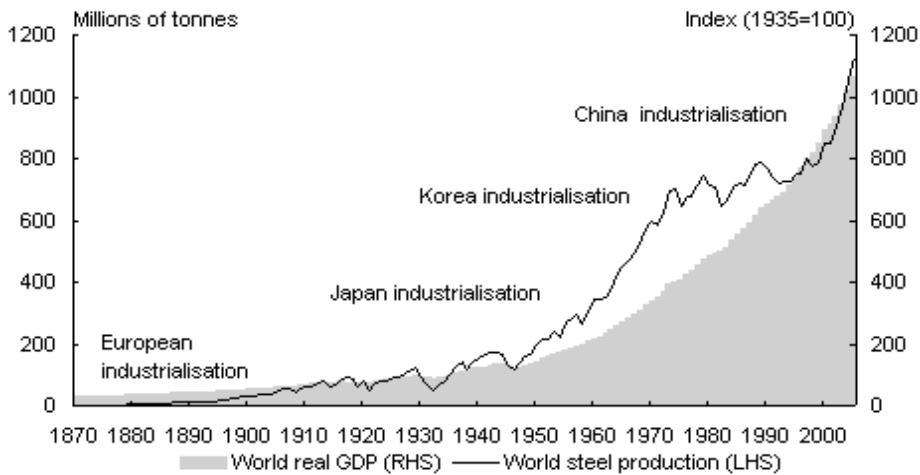
Há muito tempo, o desenvolvimento econômico tem sido objeto de desejo e interesse dos governantes das nações. Um dos primeiros trabalhos a esse respeito, conhecido por *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (“Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações”), de 1776, e elaborado por Adam Smith (Smith, 1993), investigava, como o próprio título se refere, quais seriam as causas da geração de riqueza de uma nação. Naquela época, a atenção estava voltada para as finanças públicas e o aumento do poder econômico e militar do imperador (Munhoz, 2004). Com o passar dos anos, um novo e mais amplo conceito de desenvolvimento, atualmente reconhecido pelo Banco Mundial, norteia os governos e os trabalhos científicos a buscarem meios de elevar o bem estar econômico do indivíduo (Sen, 2002) como fator de desenvolvimento socioeconômico.

Inerente a essa “evolução”, tanto em conceitos anteriores como nos atuais, a Indústria Siderúrgica posiciona-se como estratégica para o desenvolvimento de uma nação. No atual estágio de desenvolvimento conquistado pela sociedade, não é possível imaginar o mundo sem o conforto propiciado pelas mais variadas finalidades dos ferros fundidos e dos aços.

Para alguns especialistas, a produção e o consumo do aço é um forte indicador do estágio de desenvolvimento econômico de um país, pois a sua demanda cresce proporcionalmente à construção de edifícios, execução de obras públicas, instalação de meios de comunicação e produção de equipamentos, ou seja, diretamente proporcional ao

crescimento do Produto Interno Bruto – PIB (*Gross Development Product – GDP*).

O desenvolvimento da indústria siderúrgica tem acompanhado os ciclos de crescimento da economia mundial. Quando a economia está em crescimento o setor é beneficiado; mas quando a economia está em recessão, a indústria siderúrgica acaba sendo um dos setores mais prejudicados. A Figura 1 apresenta a relação da produção mundial de aço e do Produto Interno Bruto (PIB) mundial (*GDP*) entre os anos de 1870 e 2004, e as suas principais causas.



Fonte: Governo da Austrália, Departamento do Tesouro¹.
In: Maddison (2003) e Mitchell (2003). Adaptado pelos autores, 2007.

Figura 1. Crescimento mundial do PIB e da produção mundial de aço

Pode-se observar na Figura 1 que a curva da produção mundial de aço possui uma correlação positiva com a curva do crescimento do PIB mundial. Também apresenta que os períodos de maior crescimento da produção de aço correspondem aos períodos da industrialização de alguns países, como a do Japão (entre 1950 e 1960), da industrialização da Coreia do Sul, dos Tigres Asiáticos – Hong Kong, Singapura e Taiwan (Formosa), da Indonésia, Malásia, Filipinas e Tailândia (entre 1960 e 1980).

¹ http://www.treasury.gov.au/documents/1042/HTML/docshell.asp?URL=02_Resource_commodities.asp

Já nas décadas de 80 e 90 apresentou elevada ociosidade da capacidade de produção e baixo crescimento da demanda. Conseqüência em parte da desaceleração do crescimento dos Estados Unidos, Europa e Japão, aliada à ainda lenta recuperação de outros países asiáticos (Vieira, 2007).

Mais recentemente, conforme se pode visualizar na Figura 1, a produção global de aço entra numa fase de crescimento elevado para os padrões do setor, e que corresponde à presente industrialização da China, a partir de 1990.

Dentro desta perspectiva, a siderurgia tem sido objeto de interesse de vários estudos, sob os mais variados ângulos. Isto se deve ao fato da importância desta indústria, localizada geralmente na base da cadeia de produção, fornecendo bens intermediários para a maior parte dos setores econômicos de uma nação, como: autopeças, máquinas e equipamentos, linha branca, equipamentos agrícolas, construção civil e construção naval. Assim, esta é uma das chamadas indústrias de base estratégicas, já que fornecem insumos para tantas outras.

A Siderurgia é reconhecida como uma indústria intensiva em capital e recursos naturais, como minério de ferro, carvão e também de insumos processados como a sucata e a energia elétrica (Pinho e Lopes, 2000). No início de sua evolução, diversos países consideraram imprescindível a implantação de uma indústria siderúrgica nacional que viesse a servir de base e suporte para a construção de seu próprio parque industrial e, conseqüentemente, torná-la uma robusta ferramenta para o desenvolvimento econômico. Portanto, em sua origem, a indústria siderúrgica foi direcionada para o atendimento dos mercados internos, tornando-se uma indústria fragmentada entre as mais variadas nações ao redor do mundo.

No entanto, em nível global, a retirada da participação acionária do Estado na siderurgia foi iniciada mais efetivamente a partir de 1988, com uma onda de privatizações em países como México, Suécia, Itália, Peru, Alemanha, França e Taiwan, entre outros. Isso fortaleceu o processo de consolidação do setor, o qual vem aumentando gradativamente. Esse processo de desestatização deve-se, principalmente, à desburocratização e à agilidade das siderúrgicas inseridas num ambiente globalmente competitivo e de mudanças mais freqüentes e eminentes.

Em 1980, o índice de estatização da produção de aço, ou seja, aço produzido por usinas controladas pelo Estado, era cerca de 75% (BNDES, 2001); no ano de 2001, o índice da estatização da produção de aço reduziu para apenas 20%, concentrado em países como Rússia, Ucrânia e China.

A EVOLUÇÃO RECENTE DA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

A existência de um elevado grau de capacidade produtiva permanentemente ociosa caracterizou a indústria siderúrgica mundial entre a metade da década de 70 e final da década de 90. Naquele período, ocorreu uma forte inflexão no ritmo de crescimento da demanda mundial de aço que, entre 1946 e 1970, dera sustentação a um crescimento médio da produção na ordem de 7% ao ano, em pleno processo de ampliação do parque produtivo.

No período entre 1973 e 2000, o crescimento médio da produção mundial de aço passou para aproximadamente 1,1%, o que caracterizava a indústria “siderúrgica como uma atividade madura” (Coutinho et al, 2002).

Este foi um período de estagnação no setor siderúrgico internacional, representado na Figura 2 entre o primeiro choque do petróleo e o crescimento acelerado da China. Isso ocorreu em função principalmente do excesso de oferta, da retração da demanda mundial ocorrida até meados dos anos 90 devido às crises econômicas em países emergentes², dos dois choques do petróleo e da fragmentação da antiga União Soviética, além da ameaça de substituição do aço por produtos substitutos, como plástico, alumínio e cerâmica.

No período entre 1997 a 1999, o cenário da siderurgia internacional foi de superoferta, com retração da demanda global e queda acentuada de preços, sendo um dos primeiros setores a ser mais fortemente atingido pela crise mundial (BNDES, 1998) – Crise da Ásia (1997), da Rússia (1998), do México (1998) e do Brasil (1999).

² O setor siderúrgico sofreu fortemente o impacto da primeira crise do choque do petróleo em 1973 e do segundo choque do petróleo em 1982. Além disso, a fragmentação da União Soviética acarretou a diminuição da produção de aço no mundo. Outras crises também influenciaram a produção siderúrgica mundial, como a seqüência das crises econômico-financeiras iniciadas nos países do sudeste asiático em 1997, depois se aprofundou na Rússia em 1998 e em outros integrantes da NIS – Novos Países Independentes, passou pelo México (1998) e chegou ao Brasil no ano de 1999.



Fonte: IISI, 2005. In: Crossetti e Fernandes, 2005.

Figura 2. Produção mundial de aço bruto (1950 – 2004).

Assim, considerando também as influências da globalização, iniciou e fortaleceu o movimento mundial de reestruturação do setor siderúrgico, caracterizado notadamente pelos mecanismos apontados pelo BNDES (1998):

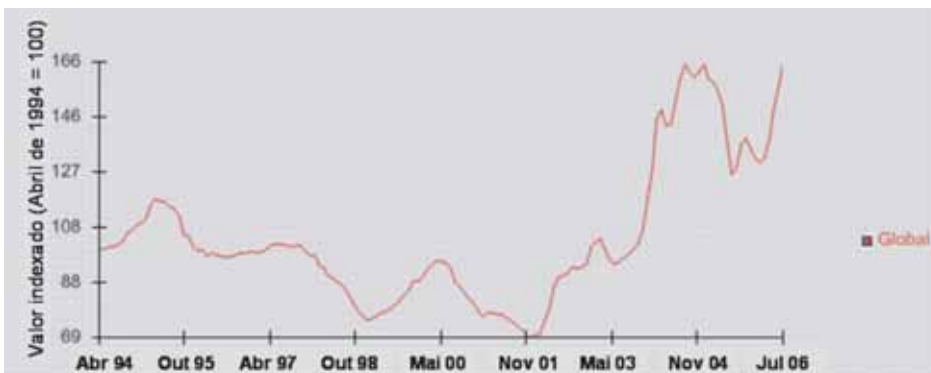
- concentração: fusões, incorporações e fechamentos de unidades;
- maiores escalas de produção;
- especialização, principalmente nos produtos especiais;
- ênfase à questão do meio ambiente;
- continuidade dos processos de privatização;
- desenvolvimento tecnológico de produto e de processo;
- tendência à maior produção de aços especiais e maior ênfase à questão da qualidade;
- novos modelos de administração;
- internacionalização das empresas;

- deslocamento de parte da produção e do consumo de aço dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento;
- expansão considerável da siderurgia no sudeste asiático;
- formação de grandes blocos regionais; e
- desenvolvimento das *mini-mills*.

A partir do processo de forte crescimento da demanda siderúrgica na China, o ritmo de fusões e aquisições, iniciado em 1998, dando uma nova fase de crescimento no ciclo de vida da indústria, torna a consolidação do setor uma realidade no início do século 21. Isto se dá principalmente com a intenção de racionalizar a produção à demanda decorrente do aumento dos preços do aço em nível mundial a partir de 2002, movimento que está representado na Figura 3.

Dentro deste contexto, o preço do aço ficou bastante favorável às siderúrgicas, o que contribui para o aumento das margens e da lucratividade. Em relação ao comércio internacional, pode-se dizer que houve um grande crescimento no comércio dos produtos siderúrgicos na década de 90.

No ano de 2004, com a criação da *Mittal Steel*, a consolidação do setor se intensificou. Após a fusão da holandesa *Ispat International* e o grupo da família *Mittal*, *LNM Holdings*, e com a aquisição de diversas empresas em 2005, a *Mittal* assume o posto de maior siderúrgica do mundo. Em junho de 2006, a *Mittal Steel* adquiriu a *Arcelor*, segundo maior



Fonte: CRU International, 2006 – elaborado e adaptado pelos autores.

Figura 3. Índice de preço global do aço

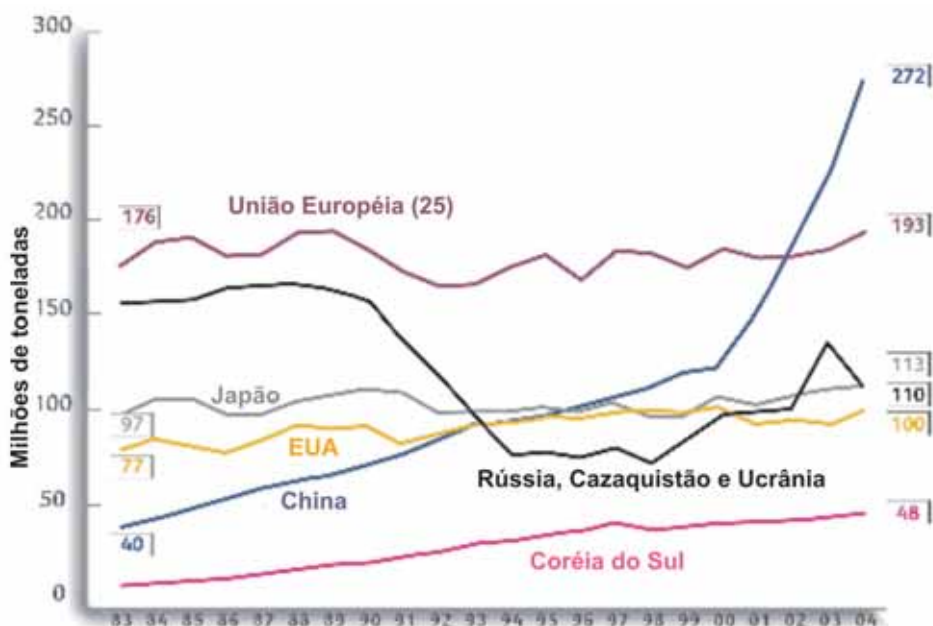
produtor de aço do mundo, criando um grupo responsável por cerca de 10% da produção mundial de aço.

O FATOR CHINA

A China manteve elevado crescimento econômico durante três décadas e, no ano de 2004, contou com mais que 13% de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) (*Gross Development Product – GDP*), em termos de Paridade de Poder de Compra (PPC) (*Purchasing Power Parity – PPP*), segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI) [(a), 2005].

O forte crescimento da economia chinesa, ao longo dos últimos anos, e as suas conseqüências na demanda siderúrgica ocasionou um grande crescimento da produção interna de aço. O resultado foi a proximidade de sua auto-suficiência e na transformação do país em exportador líquido de aço (Crossetti e Fernandes, 2005).

A evolução do crescimento da produção da siderurgia chinesa pode ser comparada na Figura 4 com os principais países e regiões produtores



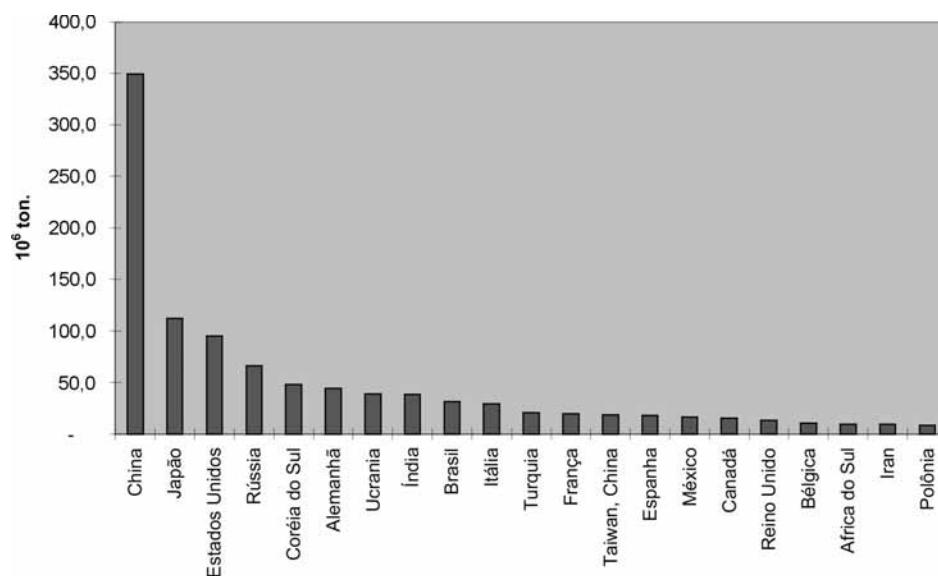
Fonte: UK Steel, 2006. In: Jones, 2006. Adaptado pelos autores, 2007.

Figura 4. Maiores países produtores de aço

de aço do mundo: Japão, União Européia (EU-25), Estados Unidos da América (EUA), República da Coreia do Sul e a região onde se encontram a Rússia, Cazaquistão e Ucrânia.

Destes, a China é o único país que atingiu um novo patamar de produção ao longo dos últimos 20 anos, caracterizados pela fase de crescimento interno da indústria. Numa análise sobre a evolução da produção do setor nos países selecionados, Japão, União Européia e Estados Unidos apresentam crescimentos de uma indústria siderúrgica madura (baixo crescimento ou estagnado); já a Rússia, Cazaquistão e Ucrânia apresentam o perfil de um setor em declínio; e a Coreia do Sul, saindo da fase de crescimento para o de maturidade.

A superioridade da produção siderúrgica chinesa em relação ao resto dos países do mundo, também pode ser observada na Figura 5, que apresenta o *ranking* dos maiores países produtores de aço no ano de 2005.

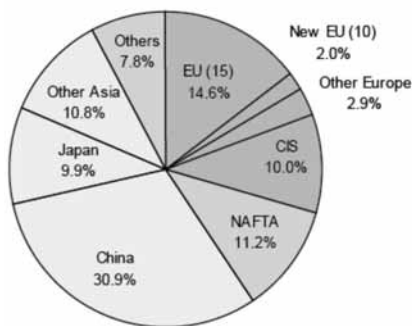


Fonte: IISI (a), 2005, figura elaborado pelos autores, 2007.

Figura 5. Ranking mundial, por país, dos maiores produtores de aço – 2005

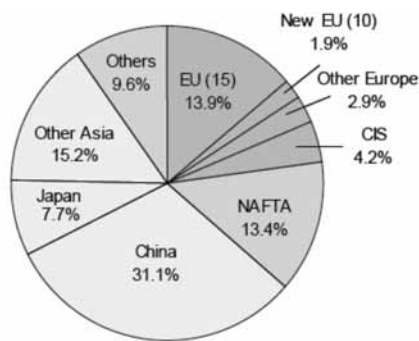
Em 2005, com a produção total de 1,132 milhões de toneladas de aço, a China participou com 30,9% da produção global (Figura 6). Daí a sua importância como principal ator da indústria siderúrgica atualmente.

Além de seu destaque na produção de aço, a China também é o principal consumidor mundial. A sua demanda por aço justifica o crescimento da siderurgia interna, alicerçada no crescimento da economia. Como apresentado na Figura 7, a China consome mais do que produz (Figura 6), acarretando na necessidade de importar esse produto.



Fonte: IISI, 2006.

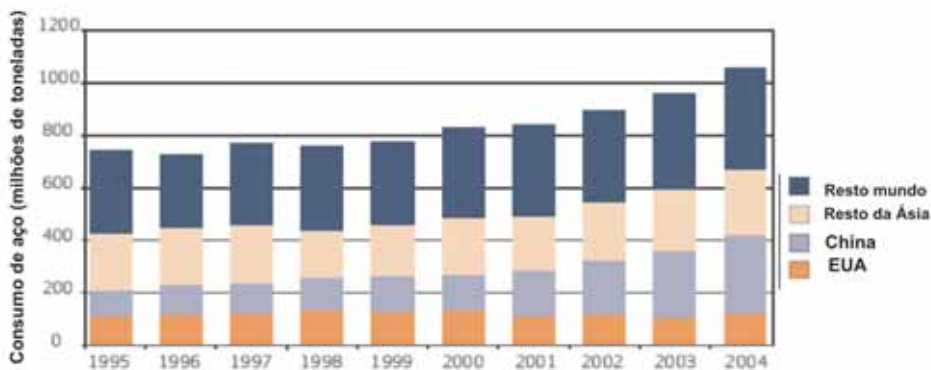
Figura 6. Produção global de aço por região (2005)



Fonte: IISI, 2006.

Figura 7. Uso global de aço por região (2005)

Em fase de expansão da demanda, a Figura 8 apresenta a evolução do consumo de aço no mundo e a ascensão da China a partir de 2000.



Fonte: World Coal Institute, 2006.

Figura 8. Consumo mundial de aço

A evolução do consumo de aço na China desde 95 vem crescendo. No período de dez anos, entre 1995 e 2004, o consumo aumentou em

202 milhões de toneladas, ou seja, um acréscimo de 20,2 milhões de toneladas por ano, chegando em 2004 no patamar próximo de 300 milhões de toneladas de aço. Entre os anos de 2000 e 2004, a taxa de crescimento de consumo de aço foi ainda maior, com um acréscimo de 31,8 milhões de toneladas ao ano.



Fonte: JFE Group, 2004.

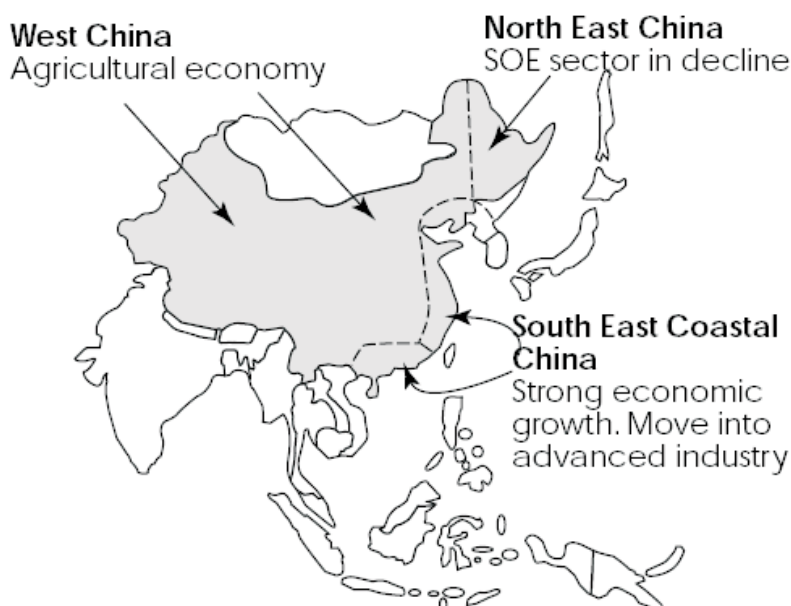
Figura 9. Crescimento do consumo aparente do mercado de aço na China

A POTENCIAL DEMANDA CHINESA POR AÇO

Entretanto, a indústria siderúrgica chinesa, basicamente estatal, apresenta diferentes graus de eficiência. Segundo análise de *Hamersley Iron Pty Ltd* (Abare, 2000), existem três regiões com atividades econômicas distintas na China: a Costa Sudeste, com elevado desempenho econômico; o Nordeste, que cresce comparativamente mais lento; e o Oeste, no estágio da economia agrícola e considerado subdesenvolvido (Figura 10).

Os padrões de consumo de aço nestas três regiões também são distintos. A Região Sudeste cresce rapidamente devido aos incentivos

favoráveis do governo. A intensidade de aço aumentou rapidamente na região com o crescimento de indústria, da reconstrução das cidades, investimento em infra-estrutura e da aquisição de veículos e bens brancos (Abare, 2000). Esta região é bem servida por meio de grandes *Steel Mills*, geralmente eficientes e muitas com agressivos planos de crescimento e alicerçadas em tecnologias avançadas. Segundo o BNDES (2000), apenas cerca de 20% da capacidade produtiva total da siderúrgica chinesa opera em padrões tecnológicos internacionais.



Fonte: ABARE, 2000. Adaptado pelos autores, 2007.

Figura 10. Regiões de desenvolvimento na China

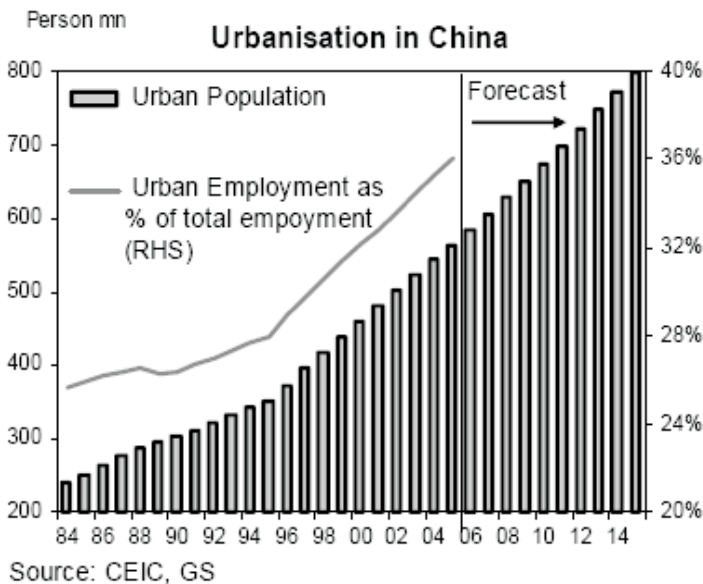
A Região Nordeste (Figura 10) é o centro da antiga indústria comunista na China. Segundo a Abare (2000), a região é dominada por antigos empreendimentos do estado (*State Owned Enterprises – SOEs*). As aciarias desta região possuem alto endividamento, baixa eficiência, baixa produtividade e conta com um número excessivo de empregados (BNDES, 2000). Também apresenta defasagem tecnológica produzindo, freqüentemente, produtos de baixa qualidade. A intensidade (consumo *per capita*) de aço nesta região permanece baixa e estagnada.

A região Ocidental, conforme apresentada na Figura 10, cobre a maior parte da China. Esta região permanece subdesenvolvida, e a principal atividade econômica é a agricultura. O consumo de aço nesta região não cresceu significativamente, e é provido essencialmente por vários pequenos moinhos primários ineficientes.

Ohmae (2002) analisa o movimento da integração econômica e política chinesa da seguinte forma:

Em mais 20 anos, a China já terá atingido o equilíbrio entre o poder central e as regiões descentralizadas, o que lhe conferirá uma organização política e econômica muito competitiva, semelhante ao sistema federativo dos EUA.

Dentro deste contexto, um aspecto importante que incrementa a demanda de aço de uma nação é a urbanização, conforme mencionado na introdução deste trabalho. A evolução deste fenômeno sócio-econômico na China, representado na Figura 11, apresenta um crescimento desde 1984 e, com a estimativa realizada pelo relatório da Sachs (2006), até 2015 a urbanização continuará a crescer de forma acelerada, conseqüentemente demandará produtos siderúrgicos.



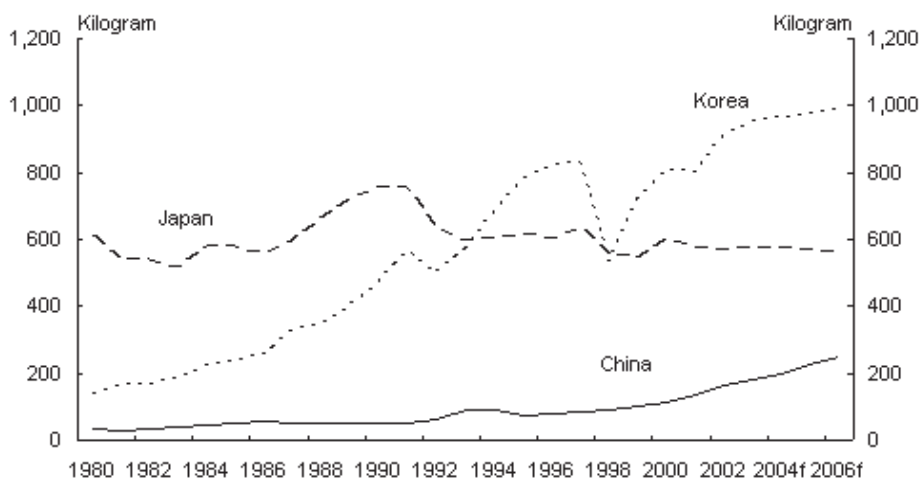
Fonte: Sachs, 2006.

Figura 11. Urbanização na China

Por meio desta análise, a indústria siderúrgica chinesa ainda deve empreender um longo estágio de modernização e aumento da produtividade, apesar das melhorias que já se podem constatar em alguns índices técnicos. O crescimento da demanda de aço na China pode continuar por mais alguns anos ou décadas.

Maurer et al. (2004) observam que o consumo *per capita* de aço naquele país é bem inferior aos países desenvolvidos na mesma região, como Japão e Coréia do Sul. Essa observação fica mais evidente quando comparado a evolução do consumo *per capita* de aço ao longo do tempo, o que é apresentada na Figura 12.

Pode-se observar que a curva que representa a China vem em ascensão desde 1996. Assim, a evolução do consumo *per capita* de aço na China nos últimos anos, apresentada nesta Figura 12, corrobora com a expectativa de que ainda há espaço para a demanda por aço aumentar.



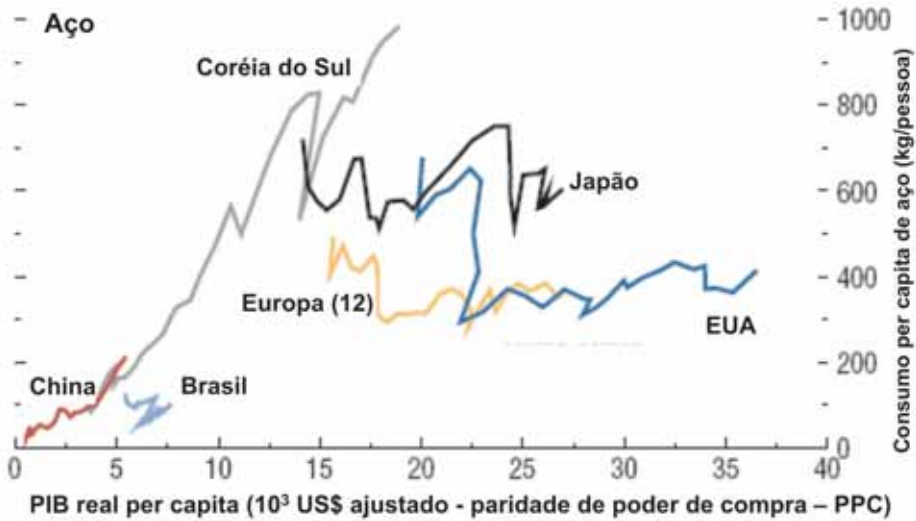
* de 2004 a 2006 os valores são estimados.

Fonte: Governo da Austrália, Departamento do Tesouro. In: *Abare*, 2004.
Adaptado pelos autores, 2007.

Figura 12. Consumo per capita de aço final

Também corrobora com essa análise o fato de encontrar na relação: “consumo *per capita* de aço vs PIB (Produto Interno Bruto) *per capita*”, das

nações selecionadas pelo FMI [IMF (b), 2006] e apresentada Figura 13. O aumento da renda *per capita* da China aumenta o consumo *per capita* de aço e com renda *per capita* maior nos países em desenvolvimento conferem um maior consumo *per capita* de aço, conforme é encontrado na China.



Fonte: IMF (b), 2006. Adaptado pelos autores, 2007.

Figura 13. PIB per capita vs consumo de aço per capita (kg de aço por hab.)

INCERTEZAS

No entanto, para alguns especialistas, as tendências de sua demanda, produção e participação no comércio internacional são incertas, o que torna ainda mais relevante o estudo sobre o futuro da siderurgia na China.

O grande número de projetos de expansão da produção mundial de aço, na medida em que, sem suporte no crescimento da demanda, poderá gerar novo e expressivo excesso de capacidade de produção em nível global. Além disso, a migração das estruturas produtivas básicas de usinas integradas para regiões que ofereçam vantagens comparativas, como Brasil, Rússia e Índia, e a aceleração do processo de consolidação e internacionalização do setor com a conseqüente contribuição para reduzir a volatilidade do mercado de aço, estão ocorrendo na expectativa do contínuo crescimento da demanda de aço, principalmente da China.

Para a investigação do futuro da demanda de aço, é necessário pensar, debater e modelar. É preciso ir além daquilo que é conhecido, permitir a entrada de novas idéias e posicionamentos. Os exercícios de prospecção buscam entender as forças que orientam o futuro. Estes estudos são conduzidos de modo a “construir conhecimento”, ou seja, buscam agregar valor às informações do presente, de modo a transformá-las em conhecimento e subsidiar os tomadores de decisão por meio de conhecer os cenários futuros plausíveis.

METODOLOGIA: CENÁRIOS PROSPECTIVOS

A metodologia adotada neste estudo é o de cenários prospectivos. Eles representam descrições de situações futuras e do conjunto de eventos que permitirão que se passe de uma situação real no presente para a situação futura.

O futuro é múltiplo e diversos futuros potenciais são possíveis. Godet e Roubelat (1996) afirmam que a construção de um cenário plausível se faz com a descrição da progressão de um futuro potencial.

Para Rattner (1979), a construção de cenários é um procedimento sistemático que visa detectar as tendências prováveis da evolução, numa seqüência coerente de intervalos temporais. Além disso, na construção se procura identificar os limites da tensão sócio-econômica nos quais estas forças poderiam romper essas tendências.

Na sua essência, existem duas grandes categorias de cenários: os exploratórios e os antecipatórios.

Os cenários exploratórios analisam as tendências passadas e presentes, buscando o desdobramento das tendências futuras. Já os cenários antecipatórios, também conhecidos como normativos, são construídos com base em visões alternativas de futuros, indicando cenários desejáveis e cenários a serem evitados.

Para o presente estudo, a metodologia de cenários exploratórios são os mais indicados por haver uma grande quantidade de informação que podem ser utilizados para projetar o futuro.

Os cenários exploratórios caracterizam-se por futuros possíveis ou prováveis mediante o desenvolvimento de certas condições iniciais

(Marcial, 2002). Os cenários exploratórios procuram analisar possíveis futuros alternativos, baseados na montagem de combinações possíveis de condicionantes e variáveis. Caracterizam-se por não apresentarem desejos ou preferências de seus formuladores e indicam as diferentes alternativas de evolução futura da realidade dentro de limites de conhecimento antecipáveis. Assim, partem da análise das tendências do passado que propiciaram o presente e levam a um futuro condizente com elas (CGEE, 2007).

TÉCNICA: GLOBAL BUSINESS NETWORK (GBN)

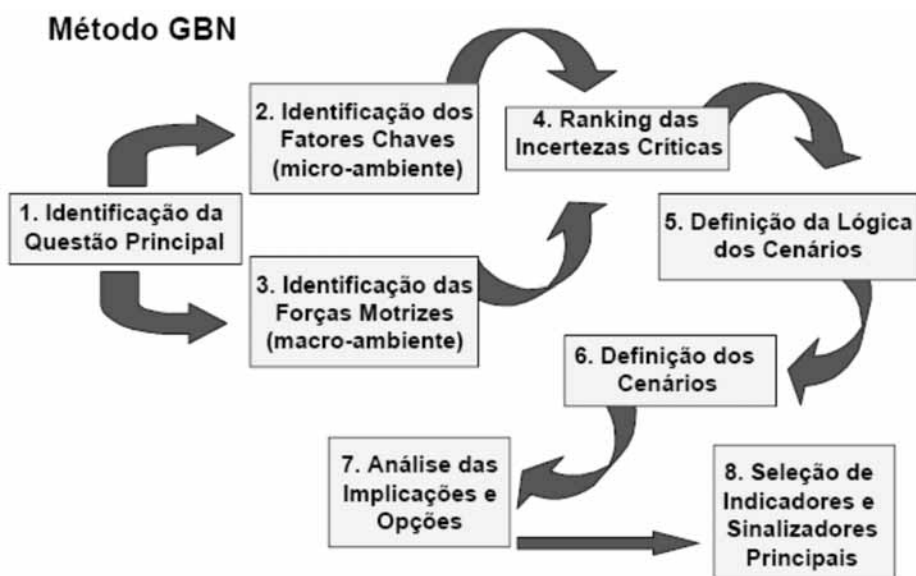
Entre as técnicas de construção de cenários, a da GBN se destaca com reconhecido sucesso. A *Global Business Network (GBN)* é uma organização norte-americana, criada em 1988, por Peter Schwartz, e que trabalha com planejamento estratégico baseado em cenários. Schwartz (1992) afirma que:

... cenários são ferramentas para melhorar o processo decisório tendo como pano de fundo os possíveis ambientes futuros. Não devem ser tratados como previsões capazes de influenciar o futuro, mas também não são histórias de ficção científica, preparadas para instigar a imaginação.

A metodologia da *GBN* para elaborar cenários compõe-se de oito etapas:

- Identificação da questão principal;
- Identificação das principais forças do ambiente local (fatores chave);
- Identificação das forças motrizes (macroambiente);
- Ranking por importância e incerteza.;
- Seleção das lógicas dos cenários;
- Descrição dos cenários;
- Análise das implicações e opções; e
- Seleção dos principais indicadores e sinalizadores.

Esta metodologia pode ser representada pelo esquema da Figura 14.



Fonte: Marcial, 2002.

Figura 14. Esquema do Método GBN

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A primeira questão deste trabalho a ser investigada é: *Qual será a demanda de aço na China em 2025?*

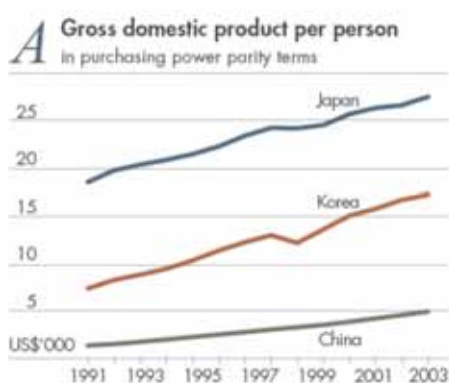
Aplicando o método da GBN, foram selecionados para este trabalho o “consumo *per capita* de aço” como força chave principal e, na condição de força motriz, o “crescimento da população” da China.

Eles foram selecionados entre outras forças atuantes como a renda *per capita*, PIB da China e do mundo, controle ambiental, índice de urbanização, tecnologia e abertura de mercado chinês. Importante ressaltar que o consumo *per capita* de aço é um indicador que está diretamente relacionado com o poder aquisitivo da população, que, por sua vez, corresponde ao crescimento econômico e distribuição de renda do país.

O PIB *per capita* dos chineses vem aumentando ao longo do tempo, conforme ilustra a Figura 15. A mesma figura também apresenta que os PIBs *per capita* no Japão e na Coreia elevaram-se no mesmo período.

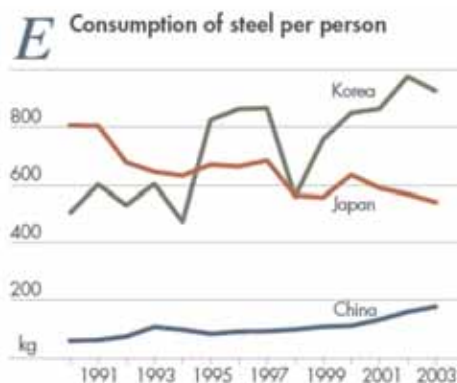
Por outro lado, ao observar a Figura 16, é possível constatar que o consumo *per capita* de aço chinês aumenta no mesmo intervalo de tempo em que o PIB *per capita* aumenta na China.

Existe neste período, portanto, uma correlação positiva das duas variáveis na China – o PIB *per capita* e o consumo de aço *per capita*. Assim, com o crescimento da economia chinesa o consumo *per capita* de aço aumenta e, com essa evolução ao longo dos anos, pode se aproximar do patamar de consumo *per capita* do Japão e da Coréia.



Fonte: Maurer et al, 2004.

Figura 15. Renda *per capita*

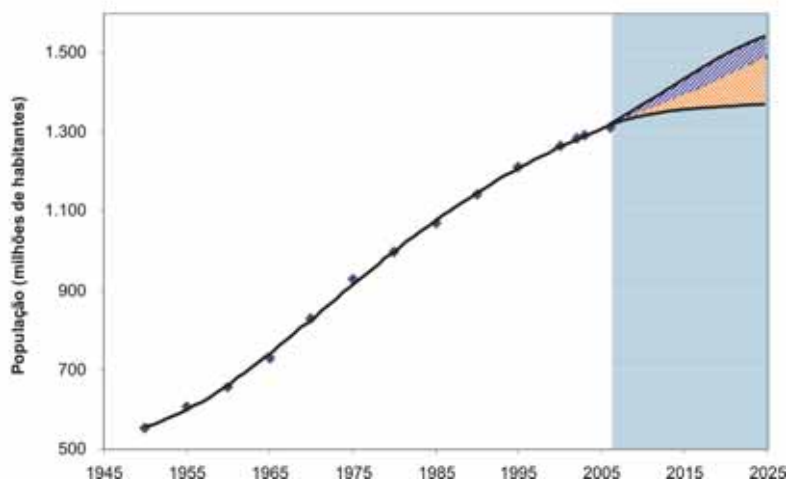


Fonte: Maurer et al, 2004.

Figura 16. Consumo *per capita* de aço

Além da análise do consumo *per capita* de aço da China, é necessário observar a evolução do seu crescimento demográfico. Isso é feito por meio da Figura 17, que colabora para criar os cenários prospectivos.

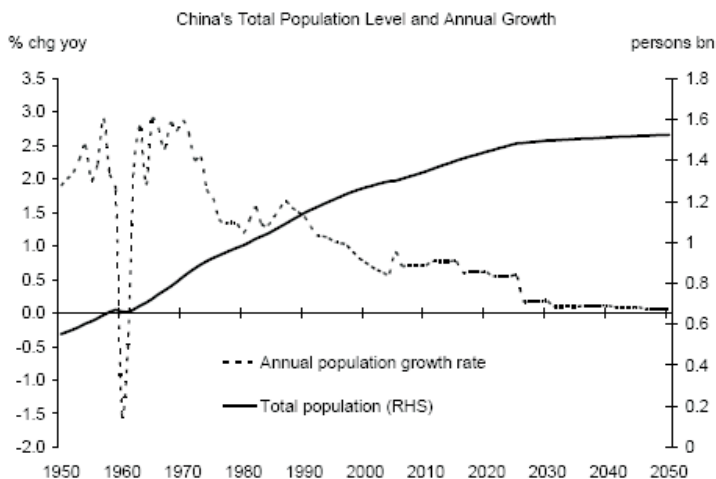
Apesar do controle de natalidade existente naquele país, a China, no ano de 2025, pode chegar a população entre 1,380 a 1,550 bilhão de habitantes, segundo a evolução apresentada na Figura 17. Sobre o fundo branco desta figura, apresentam-se dados oficiais reconhecidos pela Organização das nações Unidas (ONU), utilizados para compor a curva. A parte da curva sobre o fundo azul, no período entre 2006 e 2025, são prospectivas apontadas pelos autores. As áreas hachuradas representam as incertezas dos acontecimentos futuros, ou seja, indicam os números de habitantes possíveis nos respectivos períodos do tempo.



Fonte: ONU (dados de 1950 a 2005) – Figura e prospecção elaboradas pelos autores.

Figura 17. Crescimento demográfico da China

Este cenário vem ao encontro de outros trabalhos, como a projeção realizada por Qiao (2006) que possui um horizonte no ano de 2050, apresentado na Figura 18, e que aponta no ano de 2025 uma população próxima de 1,5 bilhões de habitantes.

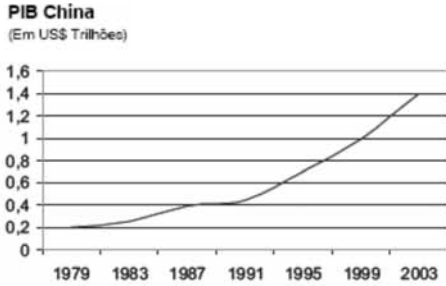


Source: CEIC, Goldman Sachs Research estimates.

Fonte: QIAO, 2006. In: *Goldman Sachs Research*, 2006. Adaptado pelos autores, 2007.

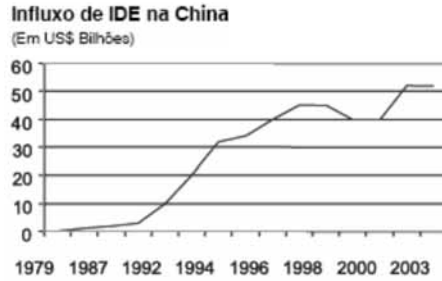
Figura 18. População total e taxa de crescimento anual da China

Com o crescimento do PIB da China nos últimos anos, conforme representado na Figura 19, e com o influxo de investimentos direto do exterior (Figura 20), o aquecimento econômico deste país não demonstra arrefecimento num curto prazo.



Fonte: McKinsey, 2004.

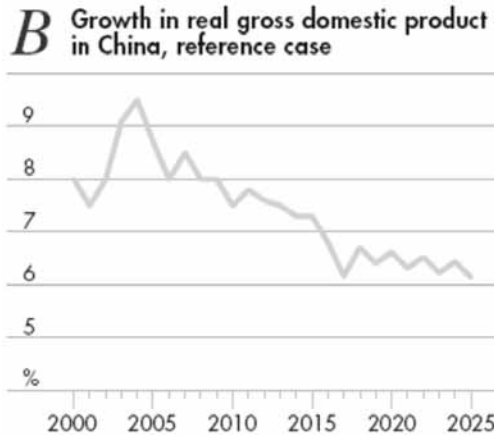
Figura 19. Evolução do PIB da China



Fonte: McKinsey, 2004.

Figura 20. Influxo de Investimento Direto Estrangeiro – IDE, na China

Considera-se neste trabalho que a economia chinesa cresce mais rapidamente até 2015, então segue num crescimento menor até 2025. Seguindo a curva de evolução da Figura 21, entre os anos de 2005 e 2025, o crescimento médio do PIB chinês será considerado de 7,1%.

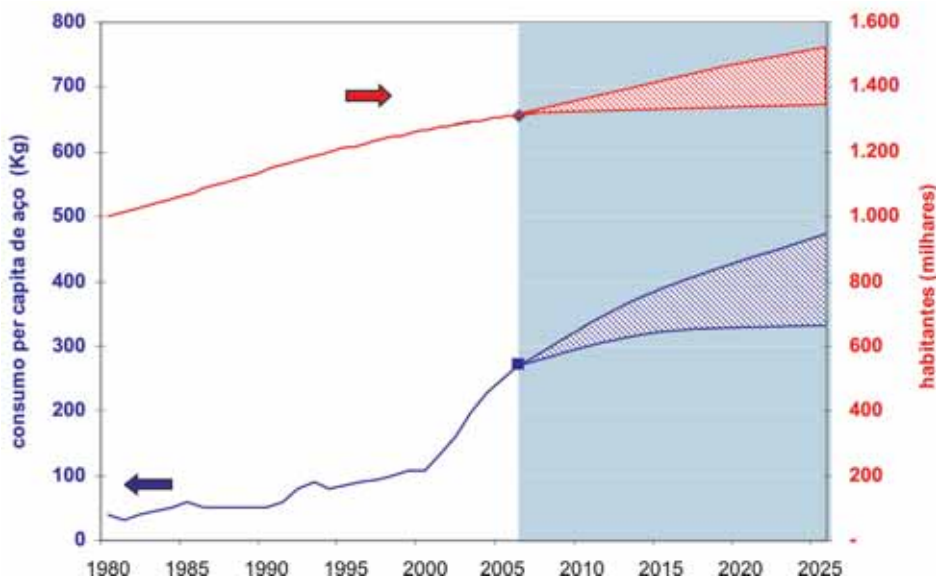


Fonte: Fairhead, 2005.

Figura 21. Crescimento real do PIB da China (%)

Assim, é possível afirmar que o crescimento do PIB da China aumenta o consumo de aço *per capita*... mas “quanto” será no ano 2025?

Pela Figura 22 é possível vislumbrar que, em 2025, o consumo *per capita* de aço pode estar entre 330 e 460 kg. Esses dados têm como premissa as previsões de crescimento do PIB entre 2005 e 2025, de 7,1% ao ano (FAIRHEAD, 2005).



Fonte: IISI, 2005 – Dados reais. Prospectiva elaborada pelos autores, 2007.

Figura 22. Evolução da população e do consumo *per capita* de aço na China

Seguindo o método *GBN*, é possível encontrar quatro situações distintas na Figura 22. Estas situações são os cenários dos possíveis futuros que pode encontrar na China no ano de 2025, levando em conta o consumo *per capita* e do número de habitantes (população).

Com o apoio da Tabela 1, elaborada a partir dos dados da Figura 22, pode-se encontrar a possível demanda de aço na China por meio da equação:

$$\text{Demanda de aço na China} = (\text{consumo de aço per capita} \times \text{população})$$

Outra forma de cálculo pode ser apresentada como:

$$\text{Demanda de aço na China} = \text{produção interna} + \text{importação} - \text{exportação}$$

Os dados, retirados da Figura 22, são:

- Consumo *per capita* mínimo: 330kg de aço por habitante;
- Consumo *per capita* máximo: 460kg de aço por habitante;
- População mínima: 1,380 bilhão de habitantes;
- População máxima: 1,550 bilhão de habitantes;

Desta forma, é possível elaborar a Tabela 1 e encontrar a demanda de aço plausível para cada cenário.

Tabela 1. Consumo *per capita* de aço vs Crescimento da População – em 2025

| | | | |
|---|-------|---|---|
| Consumo <i>per capita</i> de aço | Alto | Consumo <i>per capita</i> = 460 kg População = 1.380 milhões de hab. Demanda de aço = 634,8 10⁶ t | Consumo <i>per capita</i> = 460 kg População = 1.550 milhões de hab. Demanda de aço = 713,0 10⁶ t |
| | Baixo | Consumo <i>per capita</i> = 330 kg População = 1.380 milhões de hab. Demanda de aço = 445,4 10⁶ t | Consumo <i>per capita</i> = 330 kg População = 1.550 milhões de hab. Demanda de aço = 511,5 10⁶ t |
| | | Baixo | Alto |
| | | Crescimento da População da China | |

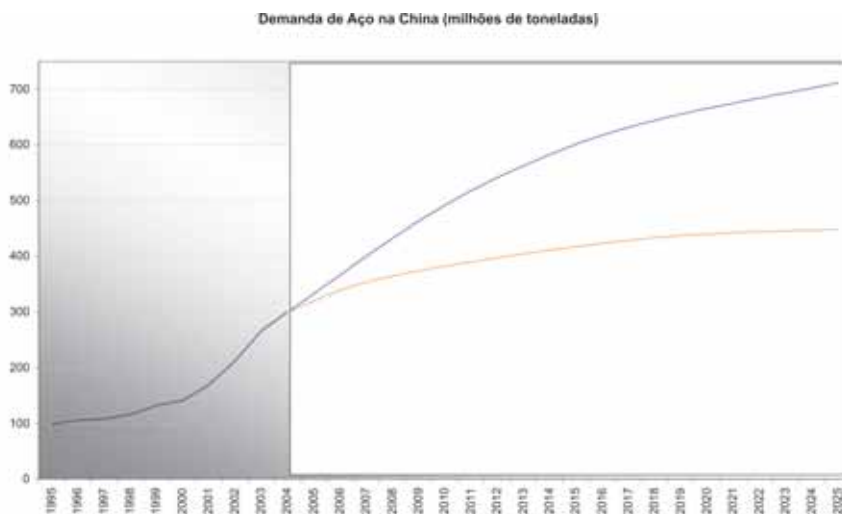
Fonte: Tabela elaborada pelos autores, 2007.

A Tabela 1 não apresenta o caminho percorrido ao longo do tempo para se alcançar as possíveis demandas no ano de 2025.

Assim, as curvas da evolução da demanda de aço da China ao longo do tempo, apresentadas na Figura 23, demonstram o caminho percorrido.

Neste estudo, trabalhar-se-á com a demanda máxima e mínima da Tabela 1 representadas pelas curvas em azul e vermelho, respectivamente.

O intervalo entre o máximo e o mínimo, representados pelas curvas, é considerado a incerteza dos resultados futuros.



Fonte: *IISI*, 2006. Prospectiva elaborada pelos autores, 2007.

Figura 23. Evolução da demanda (uso aparente) de aço na China (milhões de toneladas)

A “análise das implicações”, no que diz respeito às demandas máxima e mínima de aço na China, depende, entre outras variáveis não tratadas neste estudo, dos investimentos e da capacidade produtiva de aço da siderurgia chinesa.

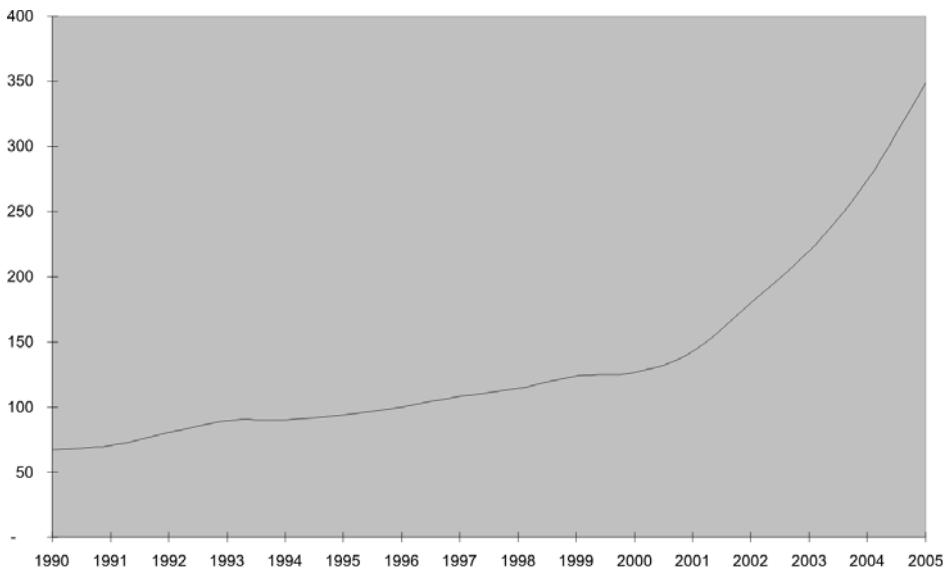
São plausíveis os resultados obtidos sobre a demanda de aço na China em 2025 para os quatros cenários.

Como já mencionado, a metodologia de cenários possibilita essa investigação do futuro; no entanto, em nenhum momento tem a obrigação de afirmar que os resultados serão exatamente os obtidos.

Observando a produção de aço na China, por meio dos dados da *IISI* (2006), é fato que essa indústria encontra-se em franco crescimento, principalmente a partir do início de 2000, conforme apresentado na Figura 24.

A saturação da demanda pode estar longe de ocorrer com o crescimento econômico chinês. Países como o Japão e a Coréia já atingiram patamares de consumo *per capita* de aço que a China levará alguns anos para atingir. O fenômeno da urbanização, em andamento na China, aumenta ainda mais a necessidade de aço.

O influxo de investimentos externos e as reconstruções das cidades, além do aumento do poder aquisitivo da população, são indicadores de que a necessidade de aço ainda não se esgotou.

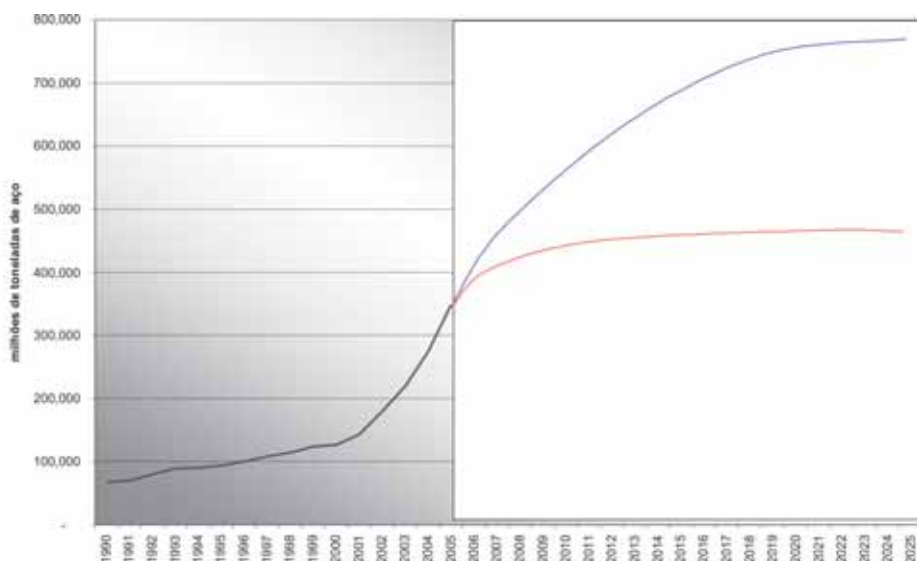


Fonte: IISI, 2006. Figura elaborada pelos autores, 2007.

Figura 24. Produção de aço na China (10⁶ t)

Da mesma forma que a demanda de aço chinesa não se esgotou, a sua produção interna também está aumentando a sua capacidade. Desta forma, as implicações sobre a demanda importada de aço na China também dependem da capacidade de produção instalada no próprio país.

Desta forma, foi elaborada a Figura 25 que representa a evolução e perspectiva da produção de aço da China no horizonte do ano de 2025.



Fonte: IISI, 2006. Prospectiva elaborada pelos autores, 2007.

Figura 25. Produção interna de aço na China

Assim, com a demanda e produção da China, podem ser considerados quatro cenários distintos apresentados na Tabela 2.

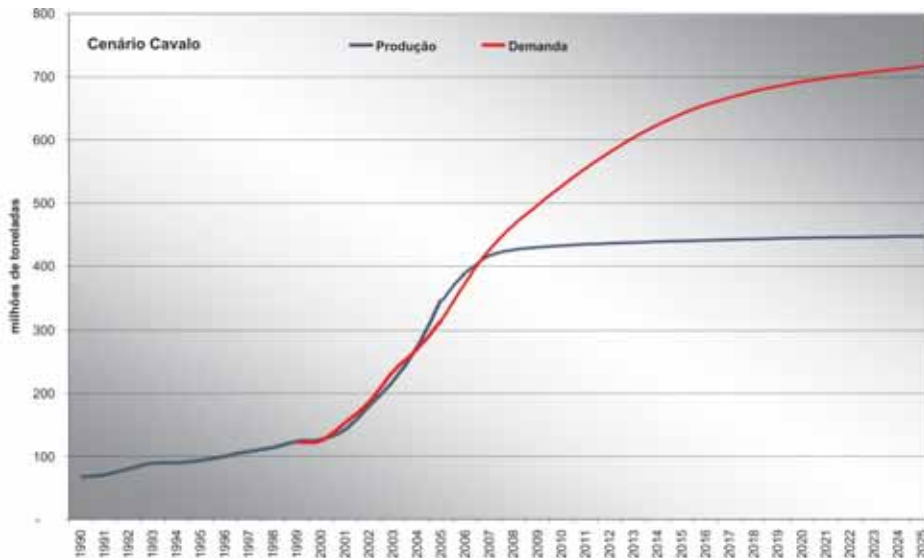
Tabela 2. Cenários Demanda versus Produção de aço na China em 2025

| | | | |
|---------------------------------|-------|---|---|
| Demanda de aço na China | Alto | Cenário do Cavalo Demanda = $713 \cdot 10^6$ t Produção = $450 \cdot 10^6$ t | Cenário da Serpente Demanda = $713 \cdot 10^6$ t Produção = $790 \cdot 10^6$ t |
| | Baixo | Cenário da Rã Demanda = $445,4 \cdot 10^6$ t Produção = $450 \cdot 10^6$ t | Cenário do Dragão Demanda = $445,4 \cdot 10^6$ t Produção = $790 \cdot 10^6$ t |
| | | Baixo | Alto |
| Produção de Aço na China | | | |

Fonte: Elaborada pelos autores, 2007.

ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS

No “Cenário do Cavalo”, cuja evolução está representada na Figura 26, a China no ano de 2025 tem a demanda de aço muito maior do que a produção interna. O governo e a iniciativa privada chinesa não tiveram a preocupação em desenvolver a indústria siderúrgica no país para suprir as necessidades internas, apesar da elevação da renda *per capita*. Neste cenário, a importação foi a estratégia adotada para obter o aço necessário à sua demanda. Na China, a economia apresenta-se aquecida e o governo conseguiu integrar o país e promover o desenvolvimento nas mais distantes regiões. A indústria da construção civil e a automotiva tornaram-se os principais e proeminentes consumidores de aço. Neste cenário, as empresas siderúrgicas de outros países têm uma excelente oportunidade de oferecer grande quantidade de aço à China. A demanda de aço na China tanto atende ao mercado interno quanto ao externo. Assim, o aço na China é utilizado em quantidade significativa como insumo para confecção de produtos a serem exportados com ganhos para gerar novas importações de aço.

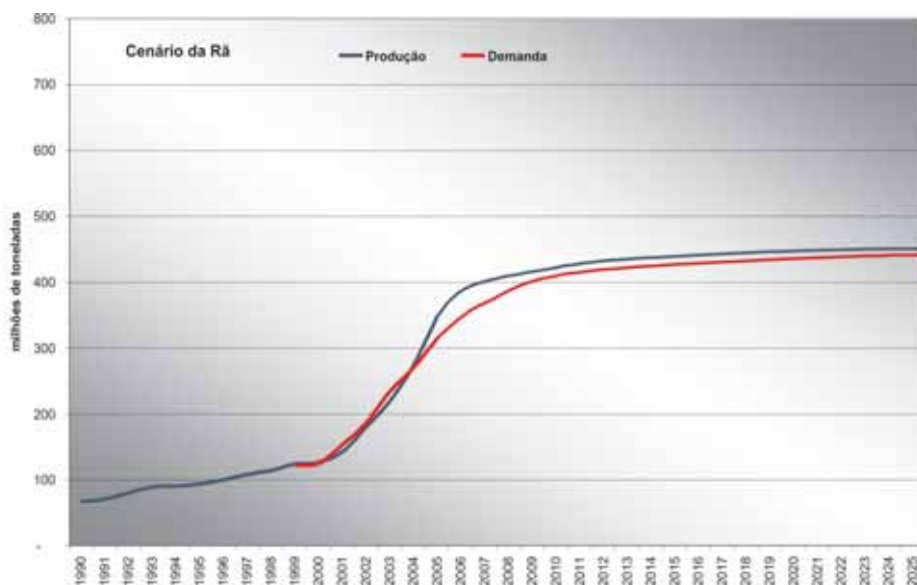


Fonte: Elaborada pelos autores, 2007.

Figura 26. Cenário do Cavalo

No “Cenário da Rã”, cuja evolução é representada pela Figura 27, tanto a taxa de evolução da demanda quanto a da produção de aço interno

são baixos. A economia e a renda *per capita* chinesa não se elevam como esperado para os anos que se seguiram as primeiras décadas do novo milênio. No entanto, a produção supre a necessidade interna de aço, não ocasionando possibilidade de importação ou exportação do excedente. Neste cenário, as oportunidades para empresas siderúrgicas estrangeiras em inserir seus produtos no mercado chinês são remotas. O governo controla a produção da indústria, a qual considera estratégica. A integração do país não se consumou nos anos que se seguiram 2006. As indústrias de construção civil e automotiva não se desenvolveram a ponto de promover o crescimento da demanda de aço no país. Neste cenário, a China não altera a competitividade mundial da produção de aço.

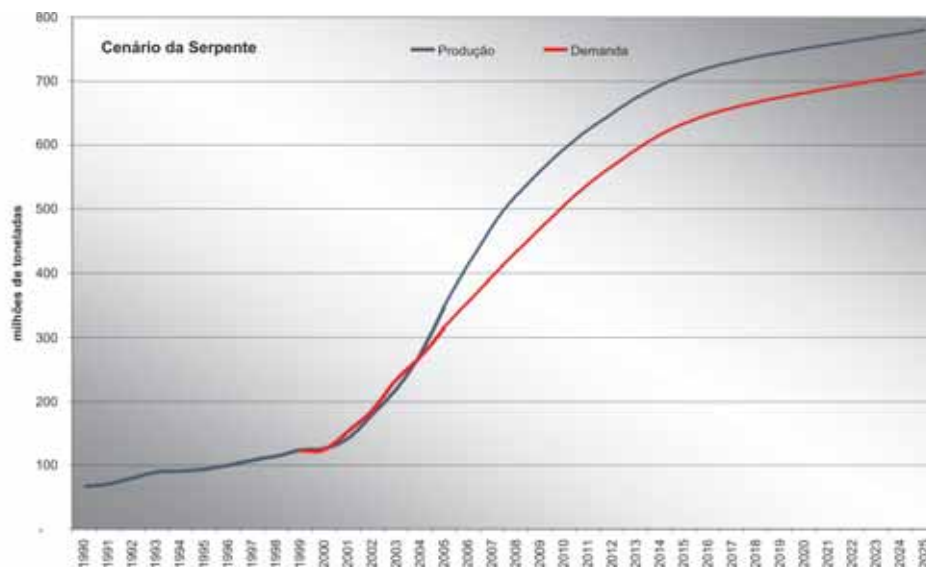


Fonte: Elaborada pelos autores, 2007.

Figura 27. Cenário da Rã

A evolução do terceiro cenário aqui apresentado, o da “Serpente”, representado na Figura 28, mostra um cenário robusto da siderurgia chinesa e do consumo *per capita* de aço do país. Apesar do excedente de aço produzido, a China não se apresenta como ator importante no mercado internacional de aço. A sua produção é destinada principalmente ao consumo interno e manufatura de produtos para mercado externo.

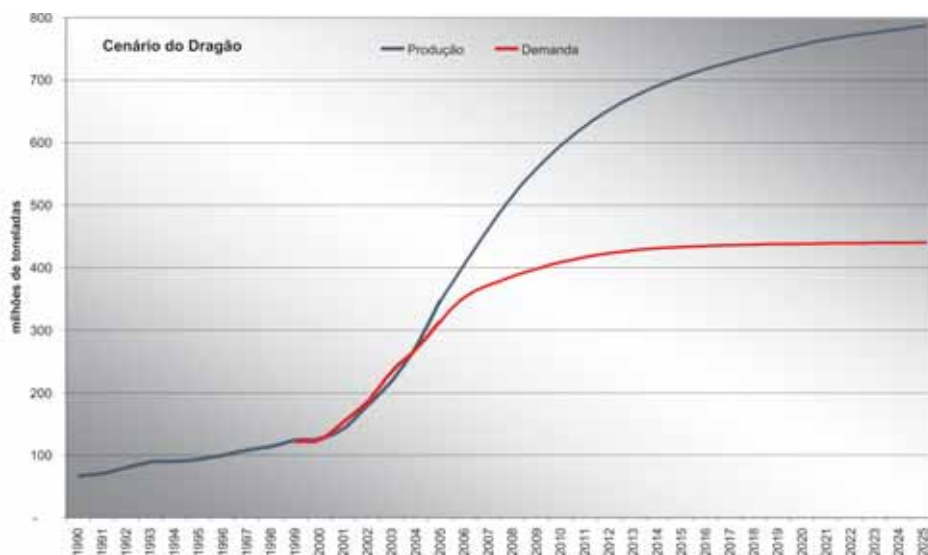
No entanto, neste cenário, as oportunidades de inserção de empresas estrangeiras no mercado de aço chinês mostram-se pouco promissoras, ao contrário, ainda necessitam competir com a exportação do excedente de produção da siderurgia chinesa.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2007.

Figura 28. Cenário da Serpente

O último cenário deste trabalho, o do “Dragão”, idealizado na Figura 29, apresenta a indústria siderúrgica chinesa como o maior ator mundial de aço, com elevada participação da produção global por conquistar escala de produção e, conseqüentemente, os menores custos de produção. A economia da China não alcançou o desempenho esperado, contando com uma baixa renda *per capita* e baixo consumo *per capita* de aço. No entanto, a sua indústria siderúrgica alcançou desempenho acima do esperado na indústria mundial. Os principais países produtores de aços cercaram-se de medidas protetoras para a sua indústria siderúrgica, no entanto, as vantagens do aço chinês se tornaram importantes na condição de incentivo para o desenvolvimento de economia e conforto social. Neste cenário, a siderurgia da China monopoliza o mercado mundial de aço e a cadeia produtiva, a jusante e a montante.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2007.

Figura 29. Cenário do Dragão

O possível futuro da indústria siderúrgica chinesa, representado nos cenários discutidos, configura-se com indicadores e sinalizadores ao longo do tempo. A renda *per capita* chinesa, o seu crescimento econômico, a tecnologia, a taxa de urbanização, a integração das regiões descentralizadas e o aumento da população são indicadores que deverão ser monitorados, novos atores e materiais substitutos além de agentes externos ainda imprevisíveis.

No entanto, não se pode afirmar com segurança que alguns destes cenários não são possíveis de se tornarem realidade no ano 2025. Com menores ou maiores acertos e ajustes ao longo do tempo, é possível monitorar os acontecimentos e os indícios da realização de um determinado cenário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os quatro cenários apresentados sobre a demanda e produção de aço têm por objetivo melhorar o processo decisório ao entender os possíveis ambientes futuros. Não devem ser tratados como previsões determinísticas capazes de influenciar o futuro.

Estes cenários têm como foco informações de grande importância para a siderurgia mundial e brasileira, assim como elementos previsíveis e imprevisíveis do ambiente que afetam o sistema em que a empresa está inserida.

Além disso, propicia enriquecer o debate sobre questões críticas relacionadas ao futuro do setor, permitem a identificação de oportunidades e ameaças, promovem o desenvolvimento e a análise de novas opções de futuro frente às mudanças no ambiente externo.

A construção de cenários por meio de figuras que representam a produção e demanda do setor ao longo do tempo, trás à luz o caminho que deve percorrer para alcançar o futuro.

As informações obtidas com os dados oficiais e reconhecidas do passado fortalecem a credibilidade dos cenários.

Poderiam ser elaborados muitos outros cenários, no entanto, os quatro apresentados são bastante amplos para uma análise da indústria siderúrgica no mundo em função do “desenvolvimento” da demanda e produção da China.

CONCLUSÃO

A metodologia de cenários prospectivos da *Global Business Network* – *GBN* possibilitou alcançar o objetivo deste trabalho por meio da construção de quatro futuros distintos da demanda e da produção de aço na China no horizonte de 2025.

Estes cenários se mostram importantes para a busca do sucesso empresarial e das políticas de governo por antecipar decisões que levam em consideração os possíveis futuros no setor siderúrgico chinês.

A história do desenvolvimento econômico das nações industrializadas mostra a importância do setor siderúrgico como motor para alcançar este desenvolvimento.

Com o processo de industrialização da China, uma nova dinâmica e reorganização de investimentos da produção do setor siderúrgico se apresentam em nível global.

Esta nova ordem destina-se a buscar a sobrevivência de empresas no ambiente globalizado por mecanismos da privatização e concentração do setor.

Dos principais setores consumidores de aço, destacam-se as indústrias de construção civil e automobilística. A China apresenta forte crescimento em ambas, motivado, em especial, pela forte urbanização e industrialização ao longo das últimas décadas.

Neste contexto, o consumo de aço aumenta com o desenvolvimento econômico. Tendo como parâmetro outros países próximos geograficamente e com o processo de desenvolvimento mais adiantado, como Coreia do Sul e Japão, o consumo *per capita* de aço na China ainda tem potencial de expansão com o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB e com a distribuição de renda.

Ao se utilizar a metodologia de cenários da *GBN*, a demanda de aço na China foi prospectada por meio do consumo *per capita* de aço e do crescimento da população da China, o que possibilita bons indicadores de futuro.

Por meio da demanda de aço e da produção da indústria siderúrgica chinesa, foi possível elaborar quatro cenários distintos com horizonte no ano de 2025 respeitando os passos da metodologia.

De acordo com os quatro cenários apresentados neste trabalho, a demanda e produção de aço na China devem continuar a aumentar em níveis distintos nos próximos anos.

Destes cenários elaborados, somente o do Cavalo possibilita oportunidades às empresas externas. Este cenário faz da China um importante comprador global para os próximos anos.

Para dois cenários – o da Rã e o da Serpente – a demanda de aço chinesa não oferecerá oportunidades para empresas estrangeiras.

O cenário da Serpente apresenta uma China com elevado crescimento da demanda e produção de aço, chegando a ser um exportador líquido de aço, sem, contudo, ter uma grande interferência no cenário mundial, ou seja, a produção da siderurgia chinesa não oferecerá ameaças aos atores siderúrgicos globais.

No “Cenário da Rã”, tem-se um baixo crescimento da demanda e produção de aço na China após 2006. Entretanto, apresenta um reflexo menor no mercado exterior do “Cenário da Serpente”, ou seja, não oferece oportunidades para empresas estrangeiras, pois a produção supre as necessidades internas de aço e não há excedente de produção suficiente para influenciar o mercado internacional de aço.

Esta situação não acontece no “Cenário do Dragão”, pois a produção chinesa é uma grande ameaça a toda a indústria mundial de siderurgia, pois a quantidade ofertada no mercado internacional poderá ocasionar uma nova reorganização da indústria siderúrgica mundial, ambiente que poderá ser tratado em trabalhos futuros.

No “Cenário Dragão”, a produção chinesa de aço tem um excedente de 344,60 milhões de toneladas. Esse volume excedente é “colocado” no mercado internacional, acarretando uma superoferta e queda no preço do aço.

Dos quatro cenários apresentados, aqueles que causam maiores impactos no mercado internacional são os do Cavalo e do Dragão.

Diametralmente opostos, no “Cenário do Cavalo” oferece oportunidades de investimentos para empresas estrangeiras na China, pois a demanda supera a produção interna de aço em 263 milhões de toneladas.

Ao contrário, no “Cenário do Dragão”, a superoferta de 344,6 milhões de toneladas de aço da siderurgia chinesa causa no mercado internacional a eliminação de seus concorrentes (se não houver sistema de proteção das siderurgias nacionais dos países produtores).

Não é possível determinar com precisão o futuro da indústria siderúrgica no horizonte do ano de 2025; no entanto, conhecendo estes quatro cenários plausíveis, é possível monitorar os possíveis acontecimentos e planejar para alcançar as vantagens competitivas necessários para a sobrevivência ou liderança setorial.

REFERÊNCIAS

ABARE. Outlook 2000. In: NATIONAL OUTLOOK CONFERENCE, 2000, Canberra. *Electronic proceedings...* Canberra: ABARE, 2000. Disponível em: <<http://www.hamersleyiron.com/>>. Acesso em: 25 de set. 2006.

_____. China's minerals sector: strong growth providing opportunities for Australia. *Australian Commodities*, v. 11, n. 2, p. 306-308, 2004. Disponível em: <http://www.abareconomics.com/publications_html/ac/ac_04/ac04_june.pdf>. Acesso em: 20 out. 2006.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. Crise na siderurgia mundial: a visão da OCDE. *Informe Setorial Mineração e Metalurgia*, n. 22, 1998. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/is_g3_9.pdf>. Acesso em: 05 maio 2006.

_____. *A ascensão das Mini-Mills no cenário siderúrgico mundial*. Rio de Janeiro, 2000.

_____. *Impactos da privatização no setor siderúrgico*. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/relato_1.pdf>. Acesso em: 21 de nov. 2006.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. *Estudos temáticos e de futuro: métodos e técnicas*. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/index.php?operacao=Exibir&serv=textos/topicos/texto_exib&tto_id=4&tex_id=1>. Acesso em: 20 mar. 2007.

COUTINHO, L. G. et al. *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impacto das zonas de livre comércio – cadeia: siderurgia, nota técnica final*. São Paulo: UNICAMP, 2002. V. 12. p. 9. Convênio MDIC/NEIT/IE/Unicamp. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sdp/proAcao/forCompetitividade/impZonLivComercio/15siderurgiaCompleto.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2005.

CROSSETTI, P. A.; FERNANDES, P. D. Para onde vai a China?: o impacto do crescimento chinês na siderurgia brasileira. Rio de Janeiro: BNDES, 2005. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2206.pdf>>. Acesso em: 17 de nov. 2005.

CRU INTERNATIONAL. Cru's Steel Business Group. *CRU International, 2006*. Disponível em: <www.steel-alloys.crugroup.com>. Acesso em: 02 ago. 2006.

FAIRHEAD, L.; AHAMMAD, H. *China's future growth: implications for selected australian industries*. Canberra: ABARE, 2005.

GODET, M.; ROUBELAT, F. Creating the future: the use and misuse of scenarios. *Long Rang Planing*, v. 29, n. 3, 1996.

INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUTE - IISI (a). *Steel statistical yearbook 2005*. 2005. Disponível em: <<http://www.worldsteel.org/pictures/publicationfiles/SSY%202005.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2006.

_____. *World steel in figures*. 2006. Disponível em:

<<http://www.worldsteel.org/pictures/newsfiles/WSIF06.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2006.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL - FMI (a). *World economic outlook database*, Washington DC, 2005. Disponível em: <www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2005/01/data/index.htm>. Acesso em: 20 fev. 2006.

_____. (b). *World economic outlook September 2005: chapter 1: economic prospects and policy issues*. Washington DC, 2006. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2005/02/pdf/chapter1.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2006.

JFE GROUP. *Trends in steel demand in China, and JFE steel's response*. 2004. Disponível em: <<http://www.jfe-holdings.co.jp/en/investor/zaimu/ar/2004/jyuyou.html>>. Acesso em: 23 nov. 2006.

JONES, Juliet. *EU emissions trading scheme phase II: iron and steel sector*: Entec UK limited. London: [s.n.], 2006. Final report. Disponível em: <www.defra.gov.uk/environment/climatechange/trading/eu/phase2/pdf/ironsteel-report.pdf>. Acesso em: 20 out. 2006.

MADDISON, A. *The world economy: historical statistics*. [S.l.]: OECD, 2003.

MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

MAURER, A. et al. 'China's minerals sector: strong growth providing opportunities for Australia'. *Australian Commodities*, v. 11, n. 2, p. 306-18, June 2004.

MCKINSEY QUARTELY. *China Today*. Mckinsey & Company, 2004.

MITCHELL, B. *International historical statistics*. Palgrave: [s.n.], 2003. V. 3.

MUNHOZ, C. P. B. A evolução histórica do conceito de desenvolvimento. In: CHEREN, M. T. C. S.; SENA JÚNIOR, R. D. (Org.). *Comércio internacional e desenvolvimento: uma perspectiva brasileira*. São Paulo: Saraiva, 2004. p. 2-16.

OHMAE, K. Profits and perils in China, Inc. *strategy+business*. *First Quarter*, 2002.

PINHO, M.; LOPES, A. L. *Limites e possibilidades do Brasil nas configurações produtivas globalizadas: a cadeia siderúrgica*. São Carlos: FINEP, 2000. Disponível em: <<http://geein.fclar.unesp.br/atividades/pesquisaiepa/siderurgia.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2007.

QIAO, H. Will China grow old before getting rich?. *Goldman Sachs Global Economics*, n. 138, Feb. 2006. Disponível em: <http://www2.goldmansachs.com/hkchina/insight/research/pdf/Will_China_Grow_Old_Before_Getting_Rich_2-14-06.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2006.

RATTNER, H. *Estudos do futuro: introdução à antecipação tecnológica e social*. Rio de Janeiro: FGV, 1979.

SACHS, G. Globalisation and disinflation: can anyone else ‘do a China’?. *Global Economics*, n. 147, 2006.

SEN, A. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

SMITH, A. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Indianapolis: Hackett Publishing, 1993.

SCHWARTZ, P. Composing a plot for your scenario. *Planning Review*, May/Jun.1992.

VIEIRA, F. H. C. *Análise da trajetória de crescimento do grupo Gerdau*. 2007. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

WORLD COAL INSTITUTE. *Coal & steel facts: 2006 edition*. 2006. Disponível em: <http://www.worldcoal.org/assets_cm/files/PDF/coal_and_steel_2006.pdf>. Acesso em: 05 de jul. 2006.

Resumo

Estima-se que o prazo médio de planejamento das grandes corporações japonesas ultrapassa duas décadas, enquanto que o do governo nipônico avizinha-se de meio século. No Brasil, onde décadas de instabilidade produziram a cultura do curto prazo, o debate que se segue, sobre os contornos do mercado da siderurgia no futuro, reveste-se de particular interesse. Afinal, bom número dos sucessos a que se assiste hoje na área empresarial e das políticas de governo deve-se a decisões que souberam antecipar o futuro. Menos do que um exercício de ficção corporativa, e mais adequado na condição de exercício intelectual, este trabalho tem o objetivo de trazer ao debate os possíveis desdobramentos das grandes mudanças que já começam a emergir no universo siderúrgico. Que valores vão fundamentar seu crescimento? Que formato mercadológico terá a siderurgia nas primeiras décadas deste novo milênio? A evolução recente da produção siderúrgica não deixa dúvidas com relação a sua reorganização no cenário mundial. Com o crescimento praticamente estagnado e queda do valor estimado da produção na década de 90, sintomas típicos da fase de maturidade da indústria, um fluxo de investimentos localizado, principalmente na região do sudeste asiático, deu a este setor uma nova dinâmica. Este trabalho investiga este setor e utiliza reconhecida metodologia de cenários prospectivos para analisar o futuro da demanda e da produção de aço na China no ano de 2025, fato que pode justificar decisões de investimentos de longo prazo neste segmento de mercado. Os resultados encontrados apontam para o aumento da demanda por aço nos quatro cenários distintos elaborados, contanto que sejam atendidas algumas premissas consideradas nos cenários, na qual inclui, entre outras, o crescimento do PIB per capita chinês.

Abstract

It is believed that the average period for planning in large Japanese corporations exceeds two decades, while that of the Japanese government approaches half century. On the other hand, decades of instability in Brazil has produced a short term planning culture. The discussion presented in this paper focuses on the future metallurgy market in which the great number of recent business successes has resulted from governmental policies and decisions which have accurately predicted future trends. Rather than a purely fictional corporate or intellectual exercise, the present work has the objective of discussing issues regarding various alternatives for the great changes that already begun to emerge in metallurgical area. What factors must be considered when considering this growth? What form of merchandising will be used for metallurgy in the first decades of this new millennium? The recent evolution of metallurgical production clearly indicates reorganization on the world scene. The decade of the 90's showed symptoms of a mature industry; a practically stagnated growth and a decrease in the value of the production. However, recently this market segment has had a new dynamic resulting primarily from a recent flow of investment coming mainly

from Southeast Asian. The present work investigates this sector of technology and uses recognized methodologies of prospective scenarios to analyze the future demand and production of steel in China up to 2025; therefore, the results of this work can be used to justify long term investment decisions in this market segment. The obtained results indicate an increase in demand for steel in the four elaborated different scenarios, as long as certain premises are considered in the scenarios, which includes among others, the growth of the Chinese GDP per capita.

Os Autores

CARLOS DE MOURA NETO é engenheiro metalúrgico pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e mestre em engenharia nuclear na mesma instituição. Doutor em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Desenvolveu atividades no CTA, no Instituto de Atividades Espaciais (atual Instituto de Aeronáutica e Espaço) e no Instituto de Estudos Avançados. Foi Chefe de Gabinete da Reitoria do ITA). É sócio-titular da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), onde exerce as funções de editor executivo da revista Tecnologia em Metalurgia em Materiais (TMM) e editor adjunto da Comissão Editorial. É Acadêmico da Academia Brasileira de Engenharia Militar (Abemi).

RICARDO ZÖLLNER HOLMO é engenheiro mecânico e mestre em produção (ITA) e doutorando em Engenharia Mecânica e Aeronáutica (ITA). Professor universitário com MBA em Economia de Empresas (USP), MBA em Economia do Comércio Exterior (USP), MBA em Gestão Econômica e Financeira (Fipe) e pós-graduação em Administração de Marketing (FAAP). É Diretor da Câmara Brasil – Rússia de Comércio, Indústria e Turismo, para a região do Cone Leste Paulista.

Engenharia e desenvolvimento no Brasil: desafios e perspectivas

*Jorge Almeida Guimarães
João Fernando Gomes de Oliveira
Alvaro Toubes Prata*

INTRODUÇÃO

A origem de muitos dos problemas sociais no Brasil, como o crime e a violência, está associada ao desemprego. O desemprego é resultado da falta de oportunidades de trabalho que está associada ao desenvolvimento empresarial. Adicionalmente, o desempenho do setor empresarial em países emergentes, de forma geral, evidencia-se pelo sucesso de suas empresas, que são hoje classificadas de acordo com sua competitividade. Tal competitividade tem sido revelada de forma rápida pelo processo de globalização. Portanto, a competitividade empresarial, que garante a sobrevivência das empresas, é um fator crítico para o equilíbrio de uma sociedade.

Há um outro componente do desemprego que hoje assola até mesmo os países desenvolvidos. O mundo vive a economia do conhecimento, onde os insumos principais da produção deixam de ser os bens físicos em favor do trabalho intelectual. Assim, o trabalho de criação de novos produtos e novas tecnologias passa a ter valor crescente no mundo contemporâneo. Portanto, o desafio atual, mesmo para os países desenvolvidos, é dominar a tecnologia de ponta nos setores industriais, gerando uma grande quantidade de empregos de maior nível intelectual. Via de regra esses empregos trazem maiores benefícios sociais, tanto pela oportunidade de criação de novos negócios como pela maior riqueza gerada e, sobretudo, pela inserção dos jovens em processos demandantes da inovação criadora.

O desenvolvimento recente nos países emergentes acoplado à globalização tem sido chamado por alguns autores de revolução industrial

global. A figura 1, apresentada por M. Tseng, na reunião anual da Academia Internacional de Engenharia de Produção (CIRP), mostra a distribuição da produção mundial desde a revolução industrial até a revolução industrial global. Observa-se uma nova tendência de distribuição a partir de 1950. O Brasil começa a aparecer nessas análises e necessita consolidar-se como um verdadeiro ator do mercado mundial. Tal consolidação depende de recursos humanos bem formados, principalmente na área de engenharia.

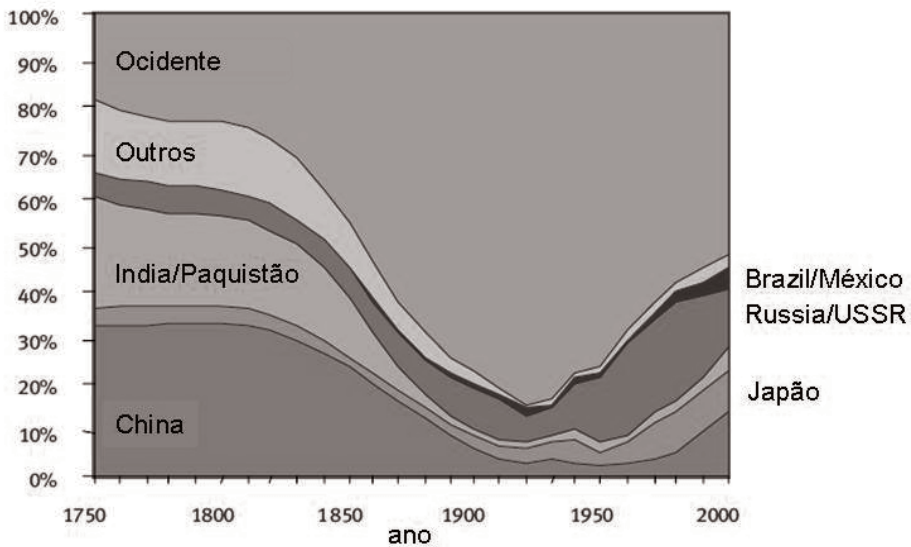


Figura 1. Distribuição da produção mundial desde a primeira revolução industrial (Tseng, 2003)

O avanço industrial que acontece no Brasil em relação à indústria de manufatura, e às necessidades das indústrias de equipamentos (agrícolas, automobilísticos, eletrônicos, etc.) coloca o país em uma posição crítica de desenvolvimento industrial, onde se manifesta a necessidade crescente de uma maior participação e desempenho das pequenas e médias empresas.

Com o Plano Real em 1994, o Brasil teve sua moeda fortalecida por um período de quatro anos. Nesse período, a relação cambial quase unitária entre o dólar e o real criou um atrativo para o investimento em indústrias no Brasil. A partir de 1994 o investimento brasileiro anual em linhas de montagem de automóveis, por exemplo, chegou a atingir

patamares da ordem de dois bilhões e quinhentos milhões de dólares por ano, cerca de cinco vezes maior do que os valores anteriormente praticados. A maioria dessas empresas apostou em um modelo de negócios baseado na montagem de peças importadas para fornecimento no mercado interno. Assim, a lucratividade era alta tanto devido ao elevado valor dos automóveis no Brasil em relação ao exterior como devido à relação cambial. Entretanto, a partir de 1999 nossa moeda desvalorizou-se, tornando tal modelo de negócios quase inviável. A grande capacidade ociosa das montadoras de automóveis, por exemplo, gera hoje a demanda de fornecedores e cria uma importante oportunidade de desenvolvimento para a indústria nacional, pois o bom desempenho destes fornecedores pode promovê-los para atender o mercado mundial. Assim como no exemplo apresentado para a indústria automobilística, outros setores tiveram sua infra-estrutura ampliada no Brasil. Entretanto, de uma maneira geral esses setores carecem de resposta dos sistemas de produção de componentes para poder aumentar suas taxas de utilização e desempenho.

Paralelamente, a carência de conhecimentos científico-tecnológicos é freqüentemente constatada, particularmente, em pequenas e médias empresas. Este cenário tem, conseqüentemente, determinado o desenvolvimento lento destas empresas, afetando, sobremaneira, a pauta de exportações. Sabidamente, empresas empenhadas na pesquisa e na inovação, aprimoram seus processos produtivos e têm maiores chances de obter sucesso.

As inovações tecnológicas, o desenvolvimento da infra-estrutura nacional, o surgimento e o estabelecimento das indústrias e empresas de pequeno e médio porte, demandam, no conjunto, contingentes de engenheiros bem qualificados. Serão eles os projetistas, gerentes técnicos e operadores, constituindo a maior parcela do “corpo inteligente” do segmento industrial. Demonstração clara disso é o avanço verificado nas últimas décadas por diversos países, antes tecnologicamente emergentes, como Índia, Espanha, China, Coréia do Sul, Taiwan e Cingapura. Vale lembrar que são todos atuais concorrentes diretos do Brasil e contra os quais temos grande desvantagem na pauta de exportações de manufaturados (ver exemplo da Coréia do Sul na Tabela 1). Como se verá adiante, a força maior desses países foi e tem sido a ênfase nos processos industriais demandantes de quadros qualificados das engenharias.

Tabela 1. Resultado da diferença exportação-importação. Comparação entre Brasil e Coréia do Sul

| País | Produto e Serviço | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Brasil | Produtos Agrícolas | 10.305 | 14.201 | 15.025 | 19.688 | 26.407 |
| | Combustíveis e produtos de minas | -4.186 | -3.039 | -724 | 377 | -1.784 |
| | Manufaturados | -11.208 | -12.996 | -5.261 | 550 | 4.555 |
| | Serviços Comerciais (Excluindo serviços governamentais) | -6.613 | -7.107 | -4.706 | -4.780 | -4.497 |
| Coréia do Sul | Produtos Agrícolas | -8.539 | -8.556 | -9.619 | -10.097 | -11.052 |
| | Combustíveis e produtos de minas | -35.407 | -32.236 | -32.981 | -39.796 | -50.554 |
| | Manufaturados | 56.743 | 50.822 | 52.946 | 65.175 | 91.920 |
| | Serviços Comerciais (Excluindo serviços governamentais) | -3.211 | -4.370 | -8.787 | -8.175 | -9.595 |

Fonte: Organização Mundial do Comércio (2005). Disponível em <http://stat.wto.org>

Verifica-se, portanto, que a engenharia é um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento econômico e social de uma Nação. No caso do Brasil, que possui inúmeras vantagens comparativas e imensas riquezas naturais, verifica-se que no estágio atual do seu desenvolvimento há grande necessidade de um corpo de engenheiros bem formados e com competência consolidada. Deve-se, pois, que se fomentar uma expressiva formação de recursos humanos nas diversas áreas das engenharias, capacitando o País para explorar seus diversos nichos de competitividade.

Neste sentido, vale lembrar que há no Brasil diversos bons exemplos de iniciativas e casos de sucesso. Pode-se mencionar alguns, em relação à engenharia brasileira, como o desenvolvimento de tecnologia de extração de petróleo em águas profundas com intensa participação da Coppe-Rio, a indústria aeronáutica acoplada ao complexo CTA/ITA, o apoio amplo ao desenvolvimento das engenharias com o programa Reeng/Recope e os extraordinários avanços na automação bancária e na apuração eletrônica dos resultados das eleições, todos suportados pela Engenharia.

Nesse contexto, a concepção de uma estratégia para o desenvolvimento da produção interna de componentes, com base nas indústrias de extração e nas usinas produtoras de matérias primas, assume grande importância para que o País responda rapidamente às oportunidades de exportação de produtos com maior valor agregado.

Tal desenvolvimento está intimamente relacionado à disponibilidade de engenheiros bem formados no país.

Um aspecto positivo desse desafio diz respeito ao segmento científico. Neste sentido, constata-se que o Brasil alcançou, nas duas últimas décadas, extraordinário desempenho, ocupando hoje, destacada posição (17^a) no cenário mundial, ultrapassando países com muito maior tradição na pesquisa e formação de recursos humanos, como Bélgica, Israel, Noruega, Áustria, Dinamarca, Finlândia e muitos outros. Em marcha para avançar em três anos mais duas posições no ranking mundial, o Brasil se situará assim, entre os 15 países com maior capacidade de produção de conhecimentos novos no mundo, uma situação de maior similaridade com sua posição no ranking mundial do PIB, à semelhança, também, da correlação observada para os países mais desenvolvidos na comparação PIB *versus* produção científica. A esse extraordinário desempenho da ciência brasileira deve ser acrescentada ‘a curiosa constatação de que o investimento em C&T&I no Brasil em relação ao PIB, é de três a cinco vezes menor do que o de qualquer dos países situados à nossa frente.

Estes significativos resultados decorrem, na verdade, da circunstância de que nosso destacado desenvolvimento científico ocorre nas universidades brasileiras, especialmente nos cursos de pós-graduação os quais produzem milhares de dissertações e teses por ano (em 2006 foram cerca de 35 mil dissertações e 10 mil teses), que de fato subsidiam nossa produção científica reconhecida internacionalmente. Não obstante, o Brasil ter alcançado tal resultado científico, no que se refere ao registro de patentes depositadas no exterior em período equivalente, e que poderiam tornar-se tecnologia industrial aplicada, o seu desempenho é ainda sofrível como mostra a Figura 2, que apresenta uma comparação entre Brasil e Coréia do Sul no que se refere ao número de patentes depositadas no USTPO (United States Trade and Patent Office) e também aos recursos despendidos pelas empresas em pesquisa e desenvolvimento, nas décadas de 80 e 90. Observa-se que há uma nítida correlação entre os recursos aplicados em pesquisa e desenvolvimento pelas empresas e o volume de patentes registradas. Observa-se também que no início dos anos oitenta Brasil e Coréia possuíam os mesmos números, mas nos anos subseqüentes houve um crescimento vertiginoso tanto nos recursos alocados à pesquisa como nas patentes depositadas por parte da Coréia do Sul.

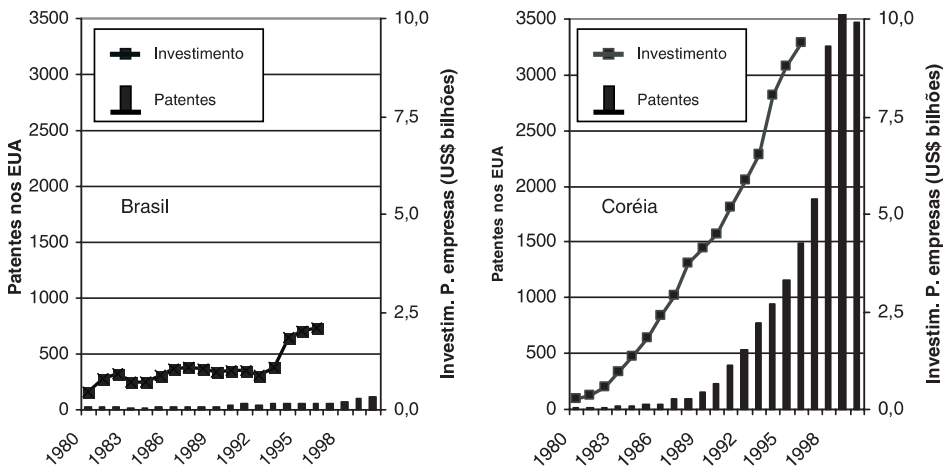


Figura 2. Patentes depositadas nos EUA e investimento das empresas em P&D para o Brasil e a Coréia.

(C. H. Brito Cruz, palestra 3ª CNCTI 2005, www.cgee.org.br/cncti3/)

Por diversas razões, entre as quais a pouca idade do nosso sistema universitário e, em consequência do sistema de C&T, a interação entre universidade e empresa demorou e ainda se desenvolve a passos lentos no Brasil. Assim sendo, e até mesmo por falta de uma efetiva demanda industrial, a comunidade universitária tem orientado as pesquisas com ênfase na produção acadêmica, portanto, numa direção desalinhada da que deveria ser a realidade como aquela experimentada pela comunidade industrial nos países desenvolvidos. Talvez pelas mesmas razões, constata-se também uma baixa interação entre os grupos e centros de pesquisa na colaboração e compartilhamento em rede dos conhecimentos gerados, objetivando a sua aplicação em empresas. Adicionalmente, a tecnologia industrial básica (TIB) aqui desenvolvida não resulta, muitas vezes, em ganhos de produtividade devido à referida distância existente entre os objetivos das empresas e os dos centros de pesquisas. Por fim, como se verá adiante, as empresas nacionais investem pouco em pesquisa e desenvolvimento e o número de cientistas e pesquisadores que atuam em atividades fins nas empresas nacionais é ainda muito pequeno comparado com o que se verifica em países que possuem um processo mais acelerado de desenvolvimento tecnológico (Figura 3).

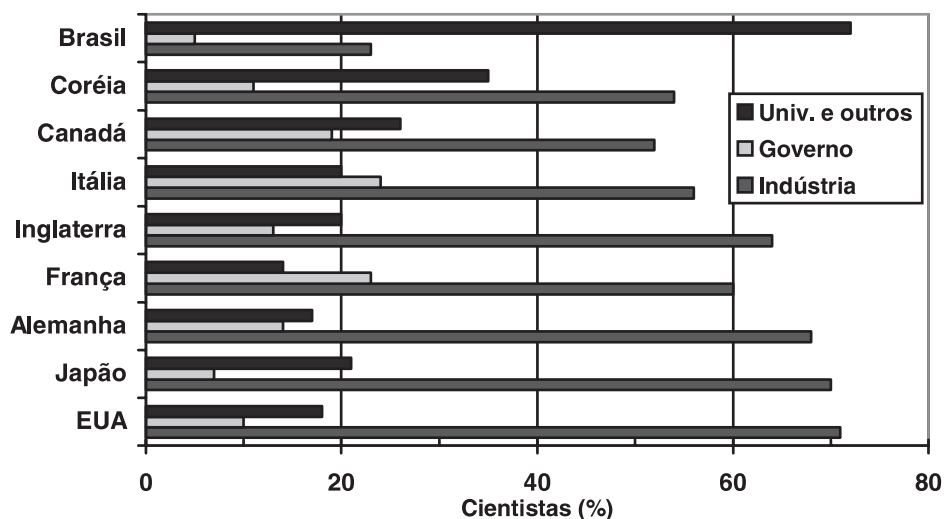


Figura 3. Setor onde atuam os pesquisadores em diversos países.
(C. H. Brito Cruz, palestra 3ª CNCTI 2005, www.cgee.org.br/cncti3/)

Apesar desse complexo caldo cultural, a produção de patentes vem aumentando no Brasil desde 1999 (Tabela 2), tendo atingido, todavia, uma inadequada distorção em que a fração de patentes registradas pelas universidades brasileiras (26% em 2003) é cerca de dez vezes superior à contribuição acadêmica nas patentes nos países mais desenvolvidos. Em face disso, verifica-se que entre as 20 maiores instituições depositárias de patentes no Brasil, cinco são universidades, sendo o primeiro lugar ocupado pela UNICAMP, à frente de todo o setor industrial. Neste sentido vale mencionar o excelente estudo de Narim et al. (1997) que mostra que, a partir da década passada, nos países tecnologicamente mais competitivos (EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra, Canadá e outros), as patentes registradas são largamente referendadas pelo conhecimento científico gerado no próprio país. Noutras palavras, esses países raramente se apropriam do conhecimento científico produzido no caldo cultural de outros países, muito menos de seus competidores. No caso dos EUA, 73% das patentes industriais são fundamentadas cientificamente pelo conteúdo teórico e técnico obtido das publicações científicas produzidas pelo setor acadêmico a partir das pesquisas financiadas com recursos públicos das agências de fomento americanas (Narim et al., 1997). No caso do Brasil, utilizando um enfoque comparativo, Meis et

al. (2007) mostram que há uma estreita e positiva correlação entre a produção científica e o número de patentes. Os dados indicam claramente que o número de patentes registradas tanto no Brasil como nos EUA cresceram e crescem paralelamente ao aumento da produção científica e à titulação de mestres e doutores oriundos dos cursos de pós-graduação. Assim, tendo o Brasil um sistema de C&T tão recente (últimas quatro décadas) e ao mesmo tempo com tão elevado desempenho científico, resta agora provocar o estímulo à transformação do conhecimento acumulado (C&T) em atividade produtiva (P&D&I), uma aberta convocação ao espírito inerentemente inovador que deve marcar um segmento industrial moderno e competitivo.

Tabela 2. Vinte maiores instituições-residentes depositários de patentes no Brasil 1999-2003

| Depositante | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | Total |
|---|------|------|------|------|------|-------|
| Unicamp | 17 | 39 | 22 | 60 | 53 | 191 |
| Petróleo Brasileiro S. A. - PETROBRAS | 30 | 25 | 30 | 43 | 49 | 177 |
| Arno S. A. | 26 | 37 | 14 | 28 | 43 | 148 |
| Multibras Eletrodomésticos S. A. | 12 | 12 | 27 | 28 | 31 | 110 |
| Semeato S. A. Ind. e Com. | 14 | 13 | 16 | 16 | 41 | 100 |
| Vale de Rio Doce CO | 16 | 6 | 15 | 27 | 25 | 89 |
| FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa S. Paulo | 1 | 1 | 10 | 36 | 35 | 83 |
| Brasil Compressores S. A. | 14 | 13 | 29 | 9 | 16 | 81 |
| Dana Ind Ltda | 1 | 20 | 23 | 21 | 6 | 71 |
| Univ. Fed. Minas Gerais | 2 | 9 | 17 | 23 | 15 | 66 |
| Johnson & Sohnsen Ind. Com. Ltda | 12 | 16 | 11 | 12 | 5 | 56 |
| Univ. de São Paulo | 7 | 7 | 8 | 13 | 20 | 55 |
| Jacto Máquinas Agrícolas | 15 | 23 | 4 | 7 | 5 | 54 |
| Minas Gerais Siderurgia - USIMINAS | 7 | 14 | 11 | 6 | 10 | 48 |
| Electrolux do Brasil S. A. | 19 | 6 | 8 | 9 | 3 | 45 |
| Embrapa | 9 | 9 | 10 | 11 | 3 | 42 |
| Conselho Nec. de Desnv - CNPq | 6 | 8 | 3 | 10 | 15 | 42 |
| Univ Fed do Rio de Janeiro - UFRJ | 2 | 4 | 2 | 17 | 13 | 38 |
| Eniv. Est. Paulista Julio de Mesquita Filho | 3 | 2 | 3 | 13 | 13 | 34 |
| Dixie Togas S. A. | 0 | 4 | 9 | 16 | 2 | 31 |

Fonte: INPI, patentes no Brasil, Banco de Dados EPOQUE.

Em virtude do exposto, o esforço para aumentar a competitividade das empresas Brasileiras deve ser pensado de forma diferenciada. Ele implica no aproveitamento máximo da capacidade de P&D&I instalada

nas universidades brasileiras. Deve considerar a busca pelo domínio de tecnologias inovadoras e a criação de um ambiente empresarial evoluído composto por grandes empresas de manufatura rodeadas por pequenas empresas de alta tecnologia, capazes de criar novos produtos e vender serviços de altíssimo valor agregado. A relação saudável com as instituições acadêmicas deve incluir o oferecimento de educação de qualidade aos profissionais requeridos pelos empreendimentos e também incubar novas tecnologias de ponta.

Certamente as Engenharias exercem um papel fundamental nesse contexto. Sua consolidação e estruturação deve obedecer a princípios que potencializem o desenvolvimento empresarial. Tais princípios incluem grande integração com o setor empresarial e uma distribuição consistente entre suas áreas de atuação. Este artigo discute alguns dos elementos principais para o desenvolvimento das Engenharias no Brasil objetivando estimular a proposição de uma estratégia de desenvolvimento da comunidade empresarial.

A PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO EM EMPRESAS NO BRASIL

É sabido que o Brasil realiza pouca pesquisa e desenvolvimento no setor industrial, quando comparado com o que se verifica em outros países mais desenvolvidos. O entendimento de grande parte dos empresários sobre o que é P&D ainda é muito vinculado a uma dependência tecnológica estrangeira. Um levantamento realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) mostra que nas empresas nacionais P&D&I corresponde ao treinamento de pessoas, despesas com produtos, e aquisição de máquinas. Destaque-se que o conceito de recursos humanos que orientou as respostas dos empresários no levantamento da CNI está restrito ao treinamento de operadores de máquinas e pessoal de venda e, portanto muito aquém do que se propõe neste artigo.

Os pesquisadores que atuam no Brasil em atividades fins ligadas à pesquisa e desenvolvimento, majoritariamente estão nas universidades, conforme já ilustrado na Figura 3. Este cenário contrasta com o que se observa em outros países onde a maioria dos pesquisadores concentram-se nas indústrias. Em termos absolutos, o número de cientistas e engenheiros atuando nas universidades brasileiras é superior ao da Coréia,

e o que nos falta é uma política que favoreça a colaboração entre universidade e empresas e a fixação de pesquisadores no setor industrial.

Duas necessidades básicas podem ser identificadas no setor de recursos humanos qualificados para a pesquisa e o desenvolvimento. A primeira é a formação de competências para atuar em centros de P&D&I nas indústrias, e a segunda é a formação de profissionais aptos para operar no sistema empresarial em crescimento. Para a primeira demanda, uma maior integração entre empresas e universidades é requerida, e a mola-mestra é o desenvolvimento de projetos integrados que atendam aos interesses de ambos os setores. A colaboração com o setor empresarial faz com que os setores acadêmicos entendam as demandas empresariais de geração de conhecimento. Assim, tal colaboração é muito importante e deve ser buscada pelas instituições de pesquisa em Engenharia. Para a segunda necessidade, é necessário que haja uma distribuição equilibrada de capacidade das diversas áreas da engenharia nacional. Tal aspecto é discutido a seguir.

DEMANDAS PARA O SISTEMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ENGENHARIA

A pesquisa e a pós-graduação têm sido fomentadas de uma forma unívoca e monolítica no Brasil. Para que se tenha agora um salto em qualidade e quantidade em engenharia é preciso entender o papel de cada uma de suas sub-áreas, contemplando as características e peculiaridades de cada setor. Em engenharia, dois aspectos necessitam ser abordados: a) adoção de um modelo de gestão de pesquisa que acompanhe e realmente as demandas empresariais da engenharia nacional, e b) garantia de equilíbrio entre as diversas áreas da engenharia para que o desenvolvimento de uma dê suporte ao das outras.

Um exemplo de modelo de gestão que aproxima a academia do setor industrial é apresentado na figura 4. Observa-se na parte inferior da figura os elementos básicos para que uma empresa tenha competitividade: estratégia, desenvolvimento de produto, logística e gestão da produção, e tecnologia de fabricação. Todos estes elementos devem ser apoiados por sistemas e ferramentas informatizadas. Na parte superior da figura são apresentadas as áreas de pesquisa e pós-graduação que devem ser desenvolvidas no meio acadêmico para dar suporte e sustentação ao setor empresarial. Tal desenvolvimento deve ocorrer tendo como base

as demandas empresariais. Por sua vez, as respectivas áreas de pesquisa e pós-graduação precisam ainda estar integradas entre si e realimentadas pelo segmento industrial. As áreas listadas contemplam demandas de empresas que atuam em diferentes segmentos e podem variar dependendo do tipo de empresa e do segmento de mercado.

O segundo aspecto a ser considerado no fomento à pesquisa e pós-graduação em engenharia é o equilíbrio que deve existir entre as áreas. Por exemplo, a indústria mecânica depende da eletrônica para o desenvolvimento dos seus sistemas de controle e monitoramento e, desta forma, não é possível ter uma indústria mecânica forte e competitiva sem uma boa engenharia elétrica. Tal distribuição na quantidade de recursos humanos e de pesquisa nas diferentes áreas da engenharia pode ser estabelecida a partir de uma referência mundial. Essa distribuição será apresentada e discutida mais a frente.

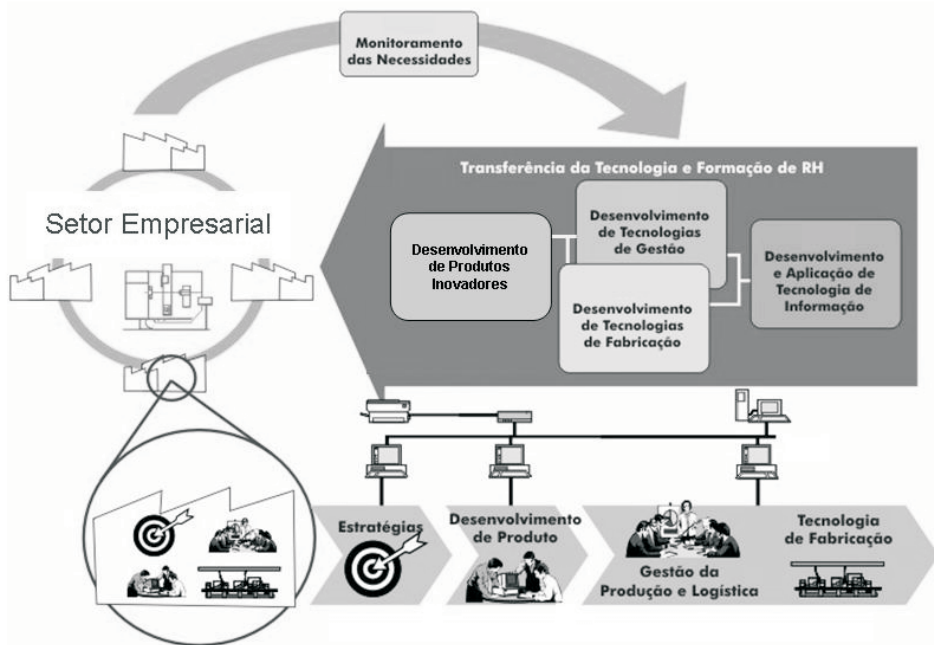


Figura 4. Modelo para apoiar o setor empresarial no Brasil (ref. IFM, proposta MCT)

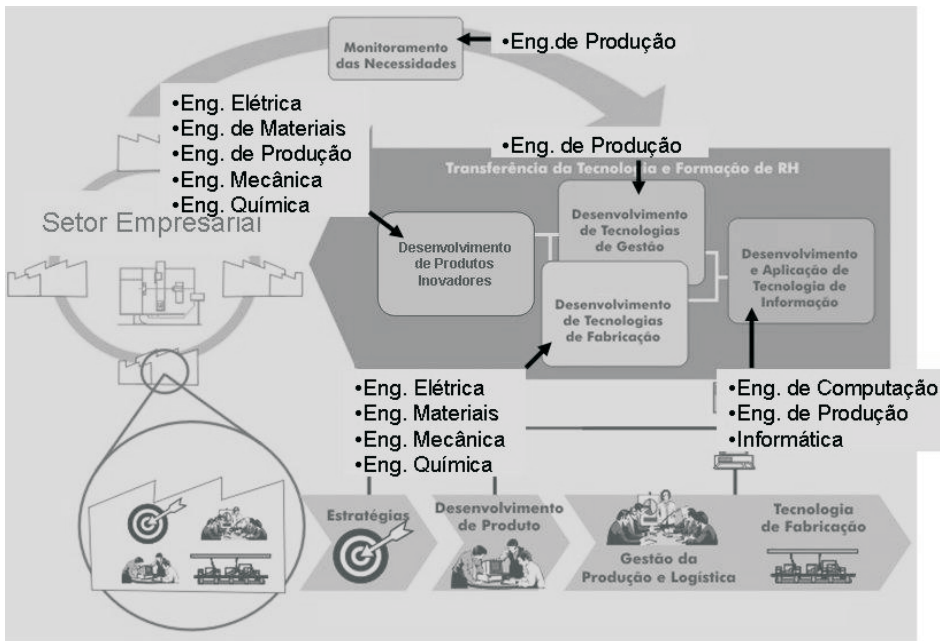


Figura 5. Participação de engenheiros pesquisadores no modelo da Figura 4

O Brasil precisa observar este padrão para planejar sua estratégia de desenvolvimento das engenharias. A figura 5 mostra o modelo da figura 4 com uma expectativa de participação de engenheiros, no caso específico da indústria de manufatura. Ressalta-se a grande demanda de atividades de planejamento de alto nível que deve ser desenvolvida por engenheiros de produção em diversos segmentos. O papel de tais profissionais necessita ser considerado de forma aprofundada visando oferecer aos estudantes melhor compreensão da importância e aprendizado sobre o uso de ferramentas modernas essenciais para o sucesso no desenvolvimento empresarial.

CRESCIMENTO ECONÔMICO E DESENVOLVIMENTO DAS ENGENHARIAS NO BRASIL E NO MUNDO

Poucos países detêm a produção científica mundial em engenharia em revistas indexadas. Aproximadamente 90% do que se publica no mundo em engenharia se deve a dez países: Estados Unidos, Japão, China, Inglaterra, Alemanha, França, Itália, Coreia do Sul, Canadá e Índia. Estes são também líderes na produção tecnológica mundial. Vale destacar nesse

grupo líder a presença da China, Canadá, Coreia do Sul e Índia, competidores diretos do Brasil em vários setores comerciais. Isto comprova, claramente, que a produção tecnológica tem, em todos estes países, uma forte associação com a produção científica, confirmando as observações de Narim, et al., 1997. A produção científica das engenharias brasileiras coloca o País na 16ª posição, respondendo por 1,4% da produção mundial (8776 artigos no quinquênio 2001-2005). A figura 6 apresenta em forma gráfica a participação mundial em engenharia dos principais países. Um aspecto a ser notado é que o Brasil é o único país da América Latina a estar entre os mais produtivos em engenharia. Ademais, nosso desempenho científico nas áreas das engenharias é apenas 4-5 vezes menor do que França, Inglaterra e Alemanha.

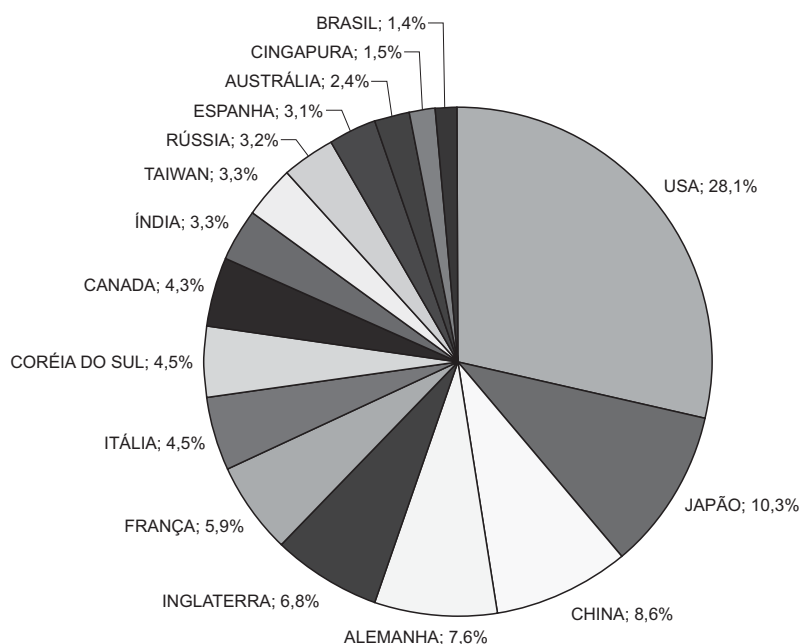


Figura 6. Participação mundial de cada país na publicação qualificada em engenharia (2001 a 2005) (fonte: ISI Web of Knowledge – Thomson Scientific¹)

¹ Metodologia: Neste trabalho utilizou-se como fonte de dados para a produção científica dos países e das áreas das engenharias, os dados do Institute for Scientific Information (ISI), atualmente Thomson's National Indicators. Duas bases foram utilizadas: a Standard Data Base com 24 áreas e a Deluxe Data Base que expande a base Standard para 105 áreas do conhecimento. Essas bases são disponibilizadas no produto Science Indicators 2005 in CD-Rom. As diversas áreas das engenharias e de computação foram classificadas como indicado na base Deluxe Data Base.

Há ainda uma correlação direta entre a produção em engenharia e os indicadores econômicos de cada país, conforme ilustra a tabela 3. A análise da tabela 3 reforça as teses apresentadas no presente artigo que indicam a importância da engenharia para o desenvolvimento econômico do país. Observa-se inicialmente que as quinze maiores economias do mundo são as que mais publicam em engenharia. A única exceção é o México que embora possua o 12º PIB não possui uma produção destacada em engenharia. Um outro aspecto muito interessante é a relação entre a produção em engenharia e o PIB dos países asiáticos emergentes como Coreia do Sul, Taiwan e Cingapura. A classificação destes países como produtores de conhecimento em engenharia é melhor do que seus respectivos PIB's, com destaque para Cingapura que é o 15º país mais produtivo e com o 41º PIB do mundo. A preocupação com a engenharia nestes países explica e antecipa seus crescimentos econômicos. A percentagem de titulados em engenharia em relação ao total de titulados em educação superior é 24, 27, e 30%, respectivamente, para Taiwan, Coreia do Sul e Cingapura (fonte: NSF – Science and Engineering Indicators, 2006). Este número deve ser comparado com os 6,4% verificados para o Brasil.

Adicionalmente, quando se analisam as produções industriais e de produtos manufaturados dos países, quarta e quinta colunas na tabela 3, respectivamente, a correlação com a produção científica em engenharia se torna ainda mais forte. Novamente o México é a única exceção entre os países com destaque no PIB e que não está entre os que mais publicam em engenharia; sua classificação na produção industrial é 14 e na produção de produtos manufaturados é 12. Convém observar que a Holanda poderia também ser considerada uma exceção posto que seu PIB é o 16º do mundo (da mesma forma que sua produção industrial e de manufaturados) e sua produção em engenharia não está entre as dezesseis maiores do mundo. Outro aspecto a ser destacado na tabela 3 é que 46% do PIB chinês advém de sua produção industrial, sendo o maior percentual verificado entre os países analisados. Observe-se também que 38% dos diplomados em educação superior na China são engenheiros.

A última coluna da tabela 3 apresenta o consumo de energia elétrica dos países. Observe-se que dos 16 países que mais consomem energia elétrica, 15 são os que mais produzem artigos em engenharia.

Por fim, em relação à tabela 3, pode-se observar que os pequenos países asiáticos (Coreia do Sul, Taiwan e Cingapura) possuem uma posição em relação à produção qualificada em engenharia melhor do que em relação aos seus indicadores econômicos, enquanto que somente a Espanha (México e Holanda, não foram incluídos na tabela, mas cujos índices foram mencionados no texto), possui uma produção qualificada em engenharia em posição inferior à referente aos seus indicadores econômicos.

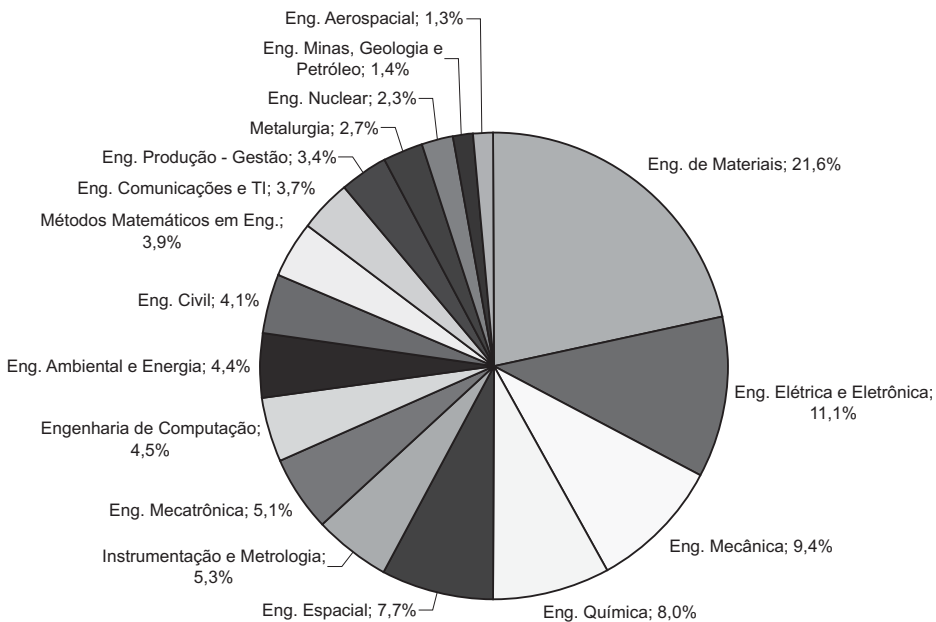
Tabela 3. Produção percentual em engenharia dos 16 países mais produtivos e seus indicadores econômicos (entre parêntesis a classificação mundial do país para o indicador).

| | Prod. Eng. ¹ (2001-2005) (%) | PIB (bn US\$) ² | Prod. Ind. (bn US\$) ² | Prod. Manf. (bn US\$) ² | Consum. Ener. Elet. (TWh) ³ |
|---------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| USA | 28,1 (1) | 11.712 (1) | 2.271 (1) | 1.523 (1) | 3.656 (1) |
| Japão | 10,3 (2) | 4.623 (2) | 1.308 (2) | 894 (2) | 946 (3) |
| China | 8,6 (3) | 1.932 (6) | 893 (3) | 889 (3) | 2.170 (2) |
| Reino Unido | 7,8 (4) | 2.124 (4) | 496 (5) | 319 (5) | 346 (10) |
| Alemanha | 7,6 (5) | 2.741 (3) | 721 (4) | 495 (4) | 510 (7) |
| França | 5,9 (6) | 2.047 (5) | 399 (7) | 255 (7) | 433 (8) |
| Itália | 4,5 (7) | 1.678 (7) | 417 (6) | 295 (6) | 302 (12) |
| Coreia do Sul | 4,5 (8) | 680 (11) | 247 (10) | 174 (9) | 321 (11) |
| Canadá | 4,3 (9) | 978 (9) | 285 (8) | 177 (8) | 521 (5) |
| Índia | 3,3 (10) | 691 (10) | 171 (13) | 101 (13) | 519 (6) |
| Taiwan | 3,3 (11) | 305 (20) | 90 (19) | 78 (14) | 206 (15) |
| Rússia | 3,2 (12) | 581 (15) | 182 (12) | 138 (11) | 812 (4) |
| Espanha | 3,1 (13) | 1.040 (8) | 274 (9) | 153 (10) | 231 (13) |
| Austrália | 2,4 (14) | 637 (13) | 124 (17) | 57 (17) | 221 (14) |
| Cingapura | 1,5 (15) | 107 (41) | 35 (43) | 29 (31) | 33 (55) |
| Brasil | 1,4(16) | 604 (14) | 211 (11) | 57 (17) | 360 (9) |

¹ISI Web of Knowledge – Thomson Scientific; ²<http://www.economist.com>; ³<http://www.nationmaster.com>.

A seguir é explorada a distribuição das publicações em engenharia no mundo e no Brasil por área de conhecimento. Como se verifica nas figuras 7 e 8, as seis maiores áreas (materiais, elétrica, mecânica, química, espacial e instrumentação) correspondem aos ramos das engenharias com a maior produção científica no mundo (63%) e também no Brasil (70%), sendo que as três primeiras apresentam, somadas, a mesma proporção

(42%) nos dois rankings. Destaque-se, todavia, que no Brasil, diferentemente do mundo, as Engenharias Elétrica e Mecânica ocupam a quarta e quinta posições respectivamente e que o percentual mais elevado do Brasil nas seis áreas é devido basicamente ao desempenho relativo mais acentuado nas áreas de materiais, química e ciências espaciais, que juntas detêm 46% da produção versus 37% do desempenho relativo das três áreas no mundo (figuras 7 e 8). Tais números confirmam informações que já estão disponíveis por outros indicadores, ou seja, que apesar da área de materiais ser aquela onde mais publicamos, industrialmente somos ainda fracos neste segmento. Ressalte-se, todavia, que o potencial de uso aplicado desses conhecimentos, majoritariamente gerados por grupos de pesquisa brasileiros altamente qualificados, requer, tão somente, maior envolvimento e mobilização do segmento industrial para interação com o setor acadêmico.

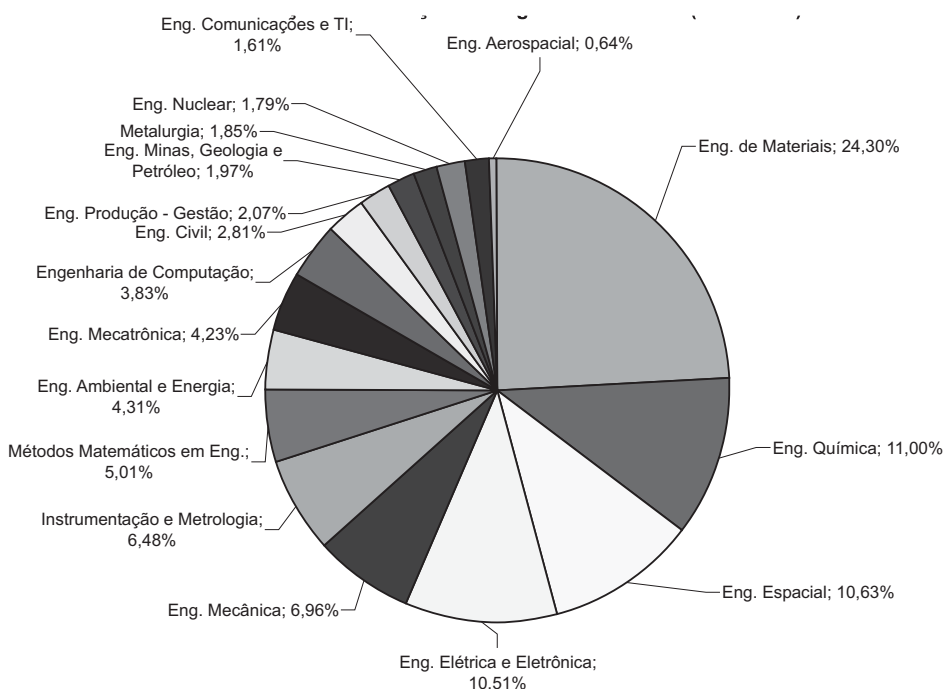


Fonte: ISI Web of Knowledge – Thomson Scientific.

Figura 7. Distribuição mundial por área das publicações qualificadas em engenharia (2001 a 2005)

Por outro lado, o bom desempenho da engenharia espacial brasileira justifica o sucesso tecnológico que o país vem alcançando na

indústria aeroespacial. Já os dados científicos alcançados pela engenharia mecânica e pela eletro-eletrônica indicam que ambas as áreas estão aquém das demandas nacionais para suporte ao desenvolvimento industrial. Por outro lado, a engenharia de petróleo e a de minas são reativamente mais fortes no país em relação às demais áreas da engenharia e apresentam uma produção expressiva comparada ao que se pratica no mundo. Em termos de publicações a engenharia química brasileira está muito bem colocada, enquanto que a engenharia civil está mais defasada quando comparadas com os percentuais que se pratica em termos mundiais.



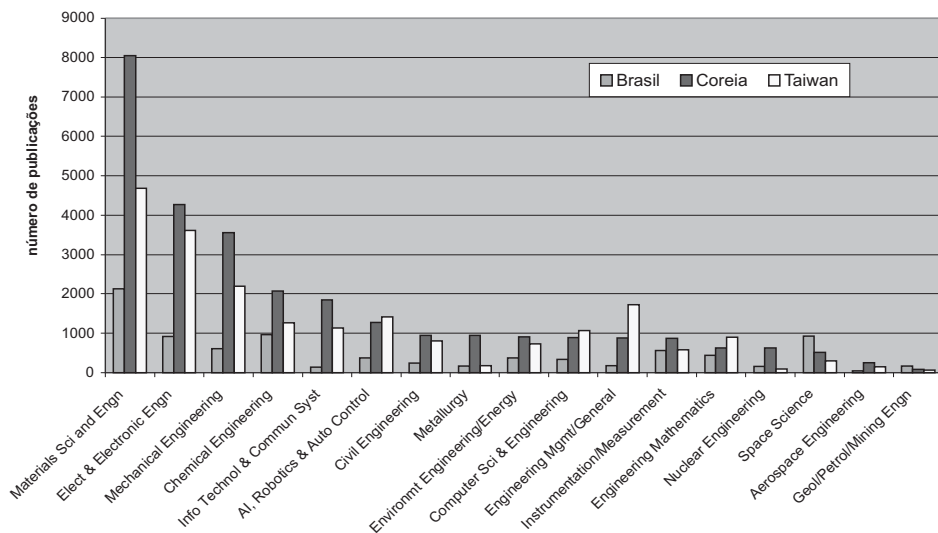
Fonte: ISI Web of Knowledge – Thomson Scientific.

Figura 8. Distribuição brasileira por área das publicações qualificadas em engenharia (2001 a 1005)

Destacou-se acima, com base na Tabela 3, a importância da engenharia nos pequenos países asiáticos. Neste contexto é interessante comparar a produção brasileira nas diversas áreas da engenharia com a produção das mesmas áreas na Coreia e Taiwan. Estas informações estão apresentadas na figura 9. Como visto acima, a fração mundial da produção

científica brasileira em engenharia (1,4%) é consideravelmente menor do que a da Coréia do Sul (4,5%) e de Taiwan (3,3%). Verifica-se, na figura 9, que tal situação ocorre em quase todas (15 em 17) áreas, tanto em relação à Coréia quanto a Taiwan. A exemplo do Brasil, a área mais produtiva das engenharias na Coréia e Taiwan é também a área de materiais, mas as diferenças são de pelo menos quatro e duas vezes em favor da Coréia e de Taiwan, respectivamente. Também em engenharia elétrica e eletrônica e em engenharia mecânica a Coréia produz mais de quatro vezes o que o Brasil produz.

Os perfis de participação na produção de conhecimentos científicos novos das áreas de engenharia e computação na Coréia e Taiwan são próprios de países com altas taxas de desenvolvimento industrial onde a indústria de transformação e a alta tecnologia demandam uma engenharia avançada. Essa assertiva parece também válida para a situação brasileira, pois em engenharia de minas e petróleo, e em ciências espaciais o Brasil está na frente da Coréia e de Taiwan. A indústria espacial brasileira é mais avançada do que nestes dois países e nossas qualificações industriais na área de petróleo e siderurgia também não possuem competidores na Coréia e Taiwan.



Fonte: ISI Web of Knowledge – Thomson Scientific.

Figura 9. Comparação da produção qualificadas nas diversas áreas da engenharia e computação entre Brasil, Coréia do Sul e Taiwan (2001 a 2005)

DESAFIOS E PERSPECTIVAS

A partir da análise apresentada, pode-se perceber que o desenvolvimento da Engenharia é um importante requisito para dar suporte ao sucesso empresarial e econômico no Brasil.

Há claramente a necessidade de se aumentar a proporção de doutores e titulados em engenharias com o objetivo de se ter uma maior quantidade de profissionais habilitados a operar o sistema empresarial e científico em engenharia. Destaca-se a demanda por profissionais aptos a realizar tarefas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PDI) na indústria, fortalecendo esse elo fraco do sistema empresarial brasileiro. O aumento na formação de doutores em engenharia e computação já está prevista no Plano Nacional de Pós Graduação (PNPG) 2005-2010 [tabela 20] como a maior taxa de crescimento planejada para pós graduação. O valor estabelecido naquele documento foi de um crescimento de 136% no doutorado e 98% no mestrado. O objetivo geral é duplicar a fração de formação de mestres e doutores em engenharias e computação que atualmente é de apenas 13% do total de titulados.

Um outro desafio que claramente se apresenta é o aumento da formalização dos conhecimentos gerados no país em engenharia através de publicações de qualidade.

O fortalecimento de algumas das áreas de engenharia, que são imprescindíveis para uma estratégia brasileira de desenvolvimento também deve ser planejado. O fortalecimento na área de Engenharia Mecânica, por exemplo, é uma necessidade para dar suporte à nossa indústria. Nota-se que a Engenharia Mecânica corresponde a 7% de nossa produção bibliográfica, enquanto que essa fração no mundo está próxima a 10% de toda a engenharia. Esse tipo de análise, apesar de simplificada, representa um caminho para a busca de um equilíbrio entre as áreas de engenharia que se inter-relacionam. A análise dos papéis dos engenheiros nas empresas e na pesquisa, deve ser também um outro guia para o estabelecimento de prioridades de desenvolvimento do setor. A ênfase deve ser na integração entre as sub-áreas das engenharias, e nesse contexto destaca-se a necessidade de integração entre a Engenharia de Produção e as outras modalidades.

O domínio de tecnologias habilitadoras de inovação como, por exemplo, a nanotecnologia, mecatrônica e materiais inovadores tem provocado uma transformação quase sem limites no desenvolvimento de novos produtos ou na adição de funcionalidades em produtos existentes. O domínio de tais tecnologias no âmbito das Engenharias deve ser uma das prioridades na criação de novas áreas de concentração.

Um outro desafio é a consolidação do paradigma do engenheiro pesquisador completo. O perfil deste profissional deve combinar as capacidades de pesquisar e inovar com o espírito empreendedor. Há uma grande oportunidade para o desenvolvimento empresarial brasileiro que depende muito desse profissional completo para atuar no setor de P&D&I empresarial. O pesquisador Engenheiro não deve apenas publicar nos melhores periódicos de engenharia, mas também deve saber monitorar o setor empresarial para que suas contribuições sejam de interesse. Deve buscar formas de viabilizar a implantação de suas idéias em empresas públicas ou privadas. Assim poderá manter um aprendizado contínuo sobre as demandas específicas e manter o círculo virtuoso da inovação, produzindo impactos sociais necessários ao nosso País.

As oportunidades para os engenheiros são muitas e devem ser aproveitadas ao máximo. Entre elas, destacam-se a colaboração com empresas internacionais no Brasil, que trazem experiência e know-how para as empresas brasileiras, ou a colaboração com os grandes centros de engenharia no mundo, especialmente na Europa, EUA e alguns países asiáticos. Tal integração, que pode ser realizada pelo envio ao exterior de bolsistas de graduação e pós-graduação como está fazendo a Capes, traz de volta, com os alunos formados, a experiência desses centros na colaboração entre universidades e empresas em engenharia. Certamente não se deve perder a oportunidade de estabelecer colaborações da academia em engenharia com as empresas brasileiras ou com os clusters de empresas brasileiras, que hoje necessitam, cada vez mais de inovação para crescer e tornar-se competitiva mais rapidamente.

No que se refere à estruturação do sistema da P&D&I e de formação de recursos humanos em engenharia, algumas metas gerais devem incluir: O desenvolvimento de redes de colaboração, com o objetivo de apoiar pesquisas voltadas para temáticas referentes aos binômios setores-empresariais/tecnologias que incluam a pesquisa de novos modelos de

negócios acoplados ao desenvolvimento dos sistemas de produção e das tecnologias de produtos. A criação de programas de formação de recursos humanos que enfrentem os desafios descritos nesta análise de forma a estimular colaboração com o setor empresarial e o desenvolvimento de novas pequenas empresas, cujo conhecimento possa suprir as demandas de empreendimentos maiores. O mestrado profissional é muito adequado como mecanismo de aproximação com as empresas. Em artigo recente, Agopyan e Oliveira (2005) apresentam uma boa análise que pode ser usada como referência nesse sentido.

Finalmente, uma perspectiva que não pode ser esquecida é a da sustentabilidade ambiental nas atividades de P&D&I em engenharia. Ela apresenta simultaneamente um desafio para a humanidade e uma grande oportunidade de inclusão nos mercados globais, que estão cada vez mais esclarecidos sobre os problemas da escassez de recursos naturais e do aquecimento global. Novas legislações, como as diretivas europeias da WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), estabelecem que exportações para a União Européia somente sejam aceitas se os produtos forem compatíveis com previsões de desmontagem e reciclagem. O paradigma da sustentabilidade ambiental e as ferramentas de análise de ciclo de vida dos produtos devem, portanto, estar presentes em todas as atividades de P&D&I em Engenharia.

CONCLUSÕES

A engenharia é um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento social de uma nação. Seu fortalecimento é peça estratégica para acelerar o progresso brasileiro. A análise dos dados mostra que nações emergentes têm investido fortemente no crescimento de suas engenharias. Há a necessidade de se continuar investindo no desenvolvimento da engenharia brasileira. A distribuição de tal investimento nas diversas áreas de engenharia deve ser equilibrada, tendo em vista as estratégias nacionais e as inter-relações tecnológicas entre as áreas. O Brasil tem um forte potencial de desenvolvimento nas diversas áreas das engenharias e deve aproveitar essa oportunidade da forma mais eficiente e rápida.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; OLIVEIRA, J. F. G. Mestrado profissional em engenharia: uma oportunidade para incrementar a inovação colaborativa entre universidades e os setores de produção no Brasil. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 2, p. 79-89, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. *Plano Nacional de Pós Graduação (PNPG) 2005-2010*. Brasília, 2004.

CRUZ, C. H. B. *Palestra 3ª CNCTI 2005*. [S.l.: s.n.], 2005.

DE MEIS, L.; Arruda, A. P.; Guimarães, J. A. The impact of science in Brazil. *IUBMB Life*, v. 59, n. 4-5, p. 227-234, 2007.

NARIM, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D. The increase linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, n. 26, p. 317-330, 1997.

TSENG, Michell M. Industry development perspectives: global distribution of world market. In: CIRP GENERAL ASSEMBLY, 53., 2003, Montreal, Canada. *Electronic proceedings...* Disponível em: <www.cgee.org.br/cncti3/>. Acesso em: 2007.

Resumo

Este artigo apresenta uma análise sobre o desenvolvimento das engenharias no Brasil. Inicialmente são discutidas as relações entre o desempenho do setor empresarial e o amadurecimento da engenharia no país. A importância das engenharias para a operação dos sistemas de produção e serviços é destacada. São também mostrados dados comparativos sobre a geração de conhecimento nas diversas áreas das engenharias no Brasil em relação ao quadro mundial das mesmas áreas. A geração de conhecimento em engenharia no Brasil é então comparada à Coreia e Taiwan. Conclui-se que a engenharia é um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento social de uma nação e são apresentadas algumas indicações para uma orientação sobre a estratégia brasileira no desenvolvimento das engenharias.

Abstract

This article presents an analysis on the development of the engineering in Brazil. Initially, are argued the relations between the performance of the enterprise sector and the matureness of brazilian´s engineering. Also the article shows the comparative on the generation of knowledge in the diverse areas of engineering in Brazil in relation to the world-wide picture in the same areas. The generation of knowledge in engineering in Brazil is compared with Korea and Taiwan. The conclusion is that the engineering is a powerful instrument to promote the social development of a nation and it presented some indications for an orientation on the strategical Brazilian in the development of the engineering.

Os Autores

JORGE ALMEIDA GUIMARÃES é presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes/Ministério da Educação).

JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA é do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo (USP).

ALVARO TOUBES PRATA é do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Uma parceria estratégica para inserção de P&D no ensino de engenharia

*Carlos Fernando Jung
José Luis Duarte Ribeiro
Carla Schwengber Ten Caten*

INTRODUÇÃO

Conforme afirmam Dergint e Sovierzoski (2003), a geração de novas tecnologias e as conseqüentes inovações em um contexto globalizado implicam em uma progressiva adaptação da sociedade, com a finalidade de estabelecer sistemas de produção competitivos e a melhoria da qualidade de vida de seus membros. Face ao ritmo de valorização das inovações, essa adaptação requer atenção à forma como se produz conhecimento e, conseqüentemente, se aplica nos sistemas produtivos (Bergeman, 2005). Nessa nova realidade, a capacidade dos profissionais de engenharia em aprender a aprender e adaptar-se às constantes transformações deve determinar o grau de sucesso dos sistemas produtivos de uma região ou país (Póvoa e Bento, 2005).

Os engenheiros são agentes na transformação do conhecimento em riqueza e em aplicações práticas de amplo benefício social, principalmente, naquelas regiões onde são atuantes. Em função disso, a sua formação deve contemplar a perspectiva voltada à geração, produção e difusão de inovações tecnológicas (IEL, 2006).

Atualmente, as regiões que possuem melhores condições de atrair a iniciativa privada e a instalação de novos sistemas produtivos são as que oferecem atributos vantajosos de infra-estrutura, recursos humanos, tecnologia e qualidade de vida (MIN, 2007). O desenvolvimento regional não requer somente o desenvolvimento do capital econômico, mas também das competências humanas e do capital social como: confiança, cooperação e participação (Sebrae/ES, 2007). Nesse sentido, é

fundamental o papel das instituições de ensino superior, em especial as faculdades comunitárias, na formação de profissionais de engenharia voltados à solução de problemas regionais e aptos a gerar e inserir inovações visando o aumento da competitividade e produtividade dos arranjos produtivos locais (APL).

Neste artigo é descrita uma experiência didático-pedagógica que vem sendo realizada desde o ano de 2001 em um Curso de Engenharia de Produção de uma faculdade comunitária da Região Sul. A experiência iniciou a partir de uma parceria da faculdade com o Programa de Pólos de Inovação Tecnológica, pertencente a Secretaria da Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. O objetivo principal da parceria é viabilizar a pesquisa e o desenvolvimento de inovações tecnológicas no ambiente de uma faculdade comunitária, a partir de demandas identificadas no contexto produtivo local. Dessa forma, as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) podem auxiliar efetivamente no processo de ensino-aprendizagem e no esforço de desenvolvimento regional.

Como resultados, até o momento, foram desenvolvidas novas tecnologias aplicadas à otimização de produtos e processos nas áreas de produção química e moveleira, planejamento industrial e gestão do conhecimento. Essas tecnologias estão sendo inseridas no sistema produtivo local, pelos próprios professores e alunos, visando o aumento da competitividade e produtividade e a melhoria da qualidade de vida da comunidade regional.

PROBLEMATIZAÇÃO

Os cursos de engenharia devem garantir que o aluno aprenda a fazer, utilizando sua criatividade. Isso implica ser capaz de estudar, pesquisar, projetar e produzir, integrando todas as fases do processo. O aluno deve ser, ainda, desafiado a “saber fazer”, a exercitar o “engenheirar”, não apenas na instituição de ensino superior, mas, também, no meio produtivo (IEL, 2006).

A partir de uma visão holística, percebe-se que as divisões e funções antes existentes entre cientistas, engenheiros, tecnólogos e técnicos atualmente são questionadas e passam por modificações conceituais, estando constantemente sujeitas a adaptações frente às novas necessidades humanas e recursos existentes (Bazzo; Linsingen e Pereira, 2003).

Assim, Jung (2004) afirma que o cientista contemporâneo é aquele que possui capacidade criativa para a geração de idéias a partir da percepção de problemas contextuais, utilizando o método científico nos procedimentos necessários à aquisição de novos conhecimentos destinados à solução desses problemas.

Nesse contexto, Latour e Woolgar (1997) propõem uma visão diferenciada sobre a atividade científica, revelando que os fatos científicos não são descrições fiéis da realidade, resultados da racionalidade técnico-científica ou juízos perfeitos dessa. A ciência, na verdade, é resultado de complexos sistemas de representação e simbolismo mental, extensas redes neurais que interagem para a geração de conhecimento, podendo envolver processos cooperativos entre cientistas e não-cientistas. Assim, a ciência e o desenvolvimento tecnológico são resultantes de ambientes “não puros”, imersos em uma rede de relações sócio-econômicas e culturais. Essa visão holística acerca do que é ciência requer a aceitação da existência e necessidade da inter-relação de diversos sujeitos com práticas, linguagens e atitudes diversas para alcançar a real efetividade científica.

Desta forma, o engenheiro atual não é mais aquele que somente aplica tecnicamente o conhecimento produzido pelos cientistas. Ele deve participar ativamente e efetivamente no processo de geração, produção, difusão, distribuição e comercialização, tanto dos novos conhecimentos, como dos bens e serviços que a sociedade necessita e valoriza.

No entanto, questiona-se como oportunizar os meios necessários à formação do novo perfil científico e tecnológico do profissional de engenharia em instituições que têm por finalidade apenas o ensino e a extensão, sem a obrigatoriedade ou existência da atividade de pesquisa. Essa questão revela uma realidade existente, principalmente, em instituições de ensino superior definidas como Faculdades. Muitos fatores contribuem efetivamente para a inexistência da atividade de pesquisa em muitas dessas instituições, por exemplo: (i) a utilização de professores horistas que atuam somente na atividade de ensino não possuindo carga horária para pesquisa; (ii) a baixa capacidade de recursos financeiros para investimentos em infra-estrutura material e pessoal necessários à pesquisa; (iii) a não exigência por parte do Ministério da Educação (MEC) da atividade de pesquisa em Faculdades e Centros Universitários; (iv) o entendimento de determinados administradores educacionais tecnocratas

de que, não sendo obrigatória a atividade de pesquisa, essa também não é necessária e, portanto, dispensável.

Por outro lado, apesar da atividade de pesquisa não ser considerada como obrigatória pelo Ministério da Educação, é exigido dos docentes que lecionam em Faculdades que tenham produção científica. Essa produção científica é verificada em relação aos últimos três anos anteriores àquele em que está sendo realizado o reconhecimento ou revalidação do curso pelo próprio Ministério da Educação. Surge então outra importante questão: como obter produção científica sem a atividade de pesquisa?

Essas questões geraram, no ano de 2001, importantes discussões e reflexões entre a direção, coordenação e professores do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Taquara (Faccat). Nesse ano, foi iniciado um processo que tinha por finalidade o planejamento e a implantação de uma estratégia destinada à viabilizar a atividade de pesquisa, sendo que a administração, coordenação e docentes da instituição tiveram por entendimento que as atividades condizentes com o trinômio ensino-pesquisa-extensão são indissociáveis e indispensáveis à formação do profissional de engenharia. Corroborou para essa iniciativa o resultado obtido pela pesquisa realizada no segundo semestre do ano de 2002 com os alunos ingressantes no Curso de Engenharia de Produção. A pesquisa realizada objetivou conhecer, além de outras questões, o interesse dos alunos em participar de pesquisas tecnológicas (P&D) durante o processo de ensino-aprendizagem. Os dados demonstraram que a maioria dos alunos tem interesse nessa atividade.

Para uma avaliação contínua do interesse dos alunos, foram realizadas semestralmente pesquisas desde 2002 até o presente. A Figura 1 apresenta os resultados obtidos.

As reflexões do grupo levaram a conclusão de que as atividades de pesquisa são necessárias para empreender ações voltadas à geração, produção, e inserção de novas tecnologias no sistema produtivo, as quais, por sua vez, constituem um importante elemento tanto para a motivação ao aprendizado como para o desenvolvimento regional.

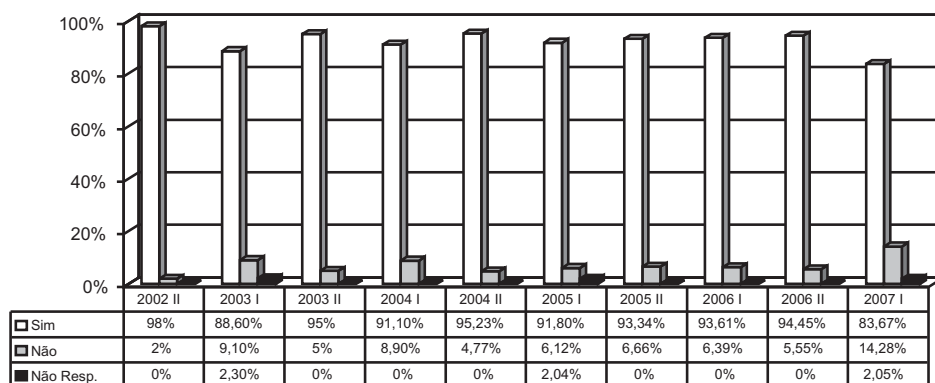


Figura 1. Resultados das pesquisas sobre o interesse dos alunos em participar de atividades de pesquisa tecnológica (P&D), 2002 a 2007

CONTEXTUALIZAÇÃO

O ENSINO DE ENGENHARIA NO CONTEXTO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Na era reconhecida como tecnológica, competitividade tornou-se sinônimo de capacidade de gerar e aplicar ciência e tecnologia na produção, distribuição e comercialização de bens e serviços. Basta observar a evolução dos preços relativos de vários produtos no mercado internacional para se constatar que os preços das *commodities* reduzem-se progressivamente, enquanto os preços que mais sobem são os dos produtos que agregam maior conteúdo tecnológico, incluindo software e serviços de consultoria (IEL, 2006).

Santos e Luz (2006) acreditam que nenhuma nação de maior porte consegue cruzar o limite de desenvolvimento graças à produção e exportação de *commodities* básicas, ou de bens intensivos em trabalho e em matéria-prima. Esses autores salientam que o Brasil necessita corrigir as distorções e fazer com que sejam empregadas maiores e mais eficientes quantidades de recursos em pesquisa e desenvolvimento de inovações tecnológicas.

A produção do conhecimento e a utilização das tecnologias inovadoras pelas empresas viabilizam o desenvolvimento regional sustentável, pois a inovação é capaz de oportunizar o aumento da produtividade e da competitividade, responsáveis pela geração de riqueza, emprego e renda. Esta percepção tem sido decisiva no estabelecimento

das diferenças entre os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento (SCT/RS, 2003).

A capacidade de um país produzir conhecimento e converter conhecimento em riqueza e desenvolvimento depende da ação de agentes institucionais. Os principais agentes que compõem um sistema nacional de geração, desenvolvimento e aplicação de conhecimento são empresas, instituições de ensino superior, centros de pesquisa e o governo (Souza et al., 2005).

O Brasil destacou-se nas últimas décadas na área científica com um importante crescimento do número de publicações científicas em periódicos internacionais. Isso, no entanto, não se refletiu em avanço tecnológico, mensurável pelo número de patentes registradas. Uma das razões reside no fato de que os cursos de engenharia têm formado poucos profissionais com perfil para a inovação (IEL, 2006).

Esse fato pode estar relacionado às ações pedagógicas que incentivam a produção científica em detrimento da geração e desenvolvimento de inovações tecnológicas. O resultado é um desequilíbrio na formação dos pesquisadores das áreas das engenharias, ficando mais afetos à prática da pesquisa básica do que à tecnológica. Para agravar a situação, os pesquisadores brasileiros publicam artigos em periódicos internacionais, de forma aberta, visando obter a maior visibilidade possível. Portanto, praticamente todo conhecimento gerado no Brasil, mesmo o que poderia ser convertido em patentes gerando riqueza, emprego e renda é cedido a outros países, por incentivo e pressão das agências de fomento à pesquisa estaduais e federais brasileiras (Galembeck e Almeida, 2005).

As funções relativas à prática do engenheiro têm cada vez mais interfaces com outras áreas, dentro e fora do sistema produtivo, exigindo um amplo conhecimento e uma capacidade de análise mais profunda sobre a realidade social e as inovações tecnológicas existentes. Isso torna necessário o espírito de pesquisa para acompanhar e contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico do país (IEL, 2006).

Schnaid (2006) acredita que reconhecer e compreender o papel do engenheiro com os demais agentes e fatores do contexto produtivo é pressuposto à identificação das habilidades recomendadas para a formação

e qualificação deste profissional. Nesse sentido, Leitão (2001) afirma que se evidencia atualmente uma fase de transição no ensino de engenharia, que, posteriormente a um longo período de estagnação, necessita mudanças profundas nas questões relativas ao perfil desejado do egresso, nas diretrizes curriculares e metodologias aplicadas ao processo de ensino-aprendizagem, entre outras.

Para Andrade, Brito e Oliveira (1997, p. 1), “o ensino de engenharia tem sido objeto de discussões e reformulações numa escala sem precedentes. As razões de tal atenção são múltiplas e variadas, devendo-se destacar, no entanto, o impacto que um conhecimento tecnológico atualizado e dinâmico, que deve ser o objeto central do ensino de engenharia, pode exercer sobre a competitividade de empresas e organizações”.

Leitão (2001) afirma que o ensino de engenharia necessita ações que possibilitem uma mudança no paradigma vigente, entre elas: (i) interação ensino-pesquisa-extensão; (ii) projetos de pesquisa integrados e (iii) projeto pedagógico flexível e aberto a mudanças. Essa necessidade de mudança de paradigma é corroborada por Oliveira (2007) quando refere que o capital fundamental das empresas passou a ser o conhecimento aliado a sua estratégia competitiva e aos processos de produção, sendo que os cursos de engenharia devem mudar a sua gestão acadêmico-pedagógica e seus métodos e meios de ensino-aprendizagem.

O cenário mercadológico internacional permite entender que as inovações em produtos regem atualmente a preferência do consumidor, no entanto, segundo Ribeiro e Belhot (2002), não é essa a percepção de muitas universidades em relação à realização e aplicabilidade das pesquisas. Esses autores afirmam que o modelo de qualidade representado pela universidade como centro de pesquisa deve ser reavaliado no sentido de que essas instituições são eficientes em criar novos conhecimentos, porém são ineficientes em fornecer um modelo holístico e utilizar o conhecimento de maneira a integrar componentes dispersos para a solução de problemas reais da sociedade.

Para Maccariello, Novicki e Castro (1999, p. 79), “a universidade tem uma função mais abrangente que a formação de profissionais, pois também objetiva a transmissão, difusão e produção de conhecimentos

que contribuam para o encontro de respostas aos desafios sociais, unindo teoria e prática social”. Portanto, há necessidade da produção e disseminação dos conhecimentos gerados aos sistemas produtivos. A pouca disseminação de conhecimentos à sociedade e comunidade empresarial demonstra a inexistência de um compromisso com o desenvolvimento socioeconômico e cultural da comunidade em que se encontra instalada a instituição de ensino (Jung, 2004).

O MODELO DE PARCERIA PARA P&D PROPOSTO E IMPLANTADO

CENÁRIO

O ambiente e os pressupostos da implantação

A experiência didático-pedagógica foi realizada no âmbito do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Taquara (Faccat), situada na cidade de Taquara, Rio Grande do Sul. O curso iniciou as atividades no segundo semestre de 2002 e, atualmente, encontra-se na fase final de implantação curricular. A região geoeducacional é composta por dezoito municípios.

Essa região possui uma população de 417.994 habitantes distribuídos numa área de 8.399,40 km², caracterizando elevada densidade demográfica. O território abrange parte das regiões geomorfológicas do Litoral, Depressão Central, Patamares da Serra e Serra Geral. No aspecto econômico, a região geoeducacional está servida por 3.690 empresas de pequeno, médio e grande porte, destacando-se, as indústrias de calçados, produtos alimentícios, móveis, metalurgia, madeira, têxteis, possuindo uma maior concentração de indústrias do setor calçadista. Na área de transporte, há uma malha rodoviária interligando as BR 101 e BR 116 com as RS 239, RS 020 e RS 115. A região é leito do gasoduto Brasil-Bolívia, que passa diretamente por 11 dos 18 municípios da região (Corede/VP-ES, 2000).

Diante das sucessivas crises econômicas que o setor coureiro-calçadista vem enfrentando ao longo de décadas, em função das peculiaridades desse setor em relação às variações cambiais pertinentes as exportações, surgiu a necessidade da comunidade da região, onde está inserido o curso, desencadear um processo de diversificação da produção,

para em longo prazo ser viabilizado o equilíbrio sócio-econômico (Corede/VP-ES, 2000).

A necessidade de profissionais de engenharia capazes de suprir as demandas tecnológicas da região, voltados ao desenvolvimento regional, se fez urgente a partir do ano 2000. Esse fato originou a própria concepção do Curso de Engenharia de Produção em 2001. No entanto, uma formação baseada apenas na qualificação utilitarista e funcionalista que visasse a aplicação de tecnologias não parecia ser suficiente. Tornava-se necessário a inclusão de um diferencial na proposta curricular do curso, capaz de, em médio e longo prazo, oportunizar maior competitividade ao sistema produtivo regional. Esse diferencial foi baseado em uma estratégia que deveria ter por princípio a prática da pesquisa e desenvolvimento (P&D) visando à produção, difusão, inserção e gestão de inovações tecnológicas no contexto produtivo.

No entanto, existia um importante obstáculo à consecução dessa estratégia: como oportunizar os meios necessários à formação de um novo perfil científico e tecnológico do profissional de engenharia de produção voltado à P&D em uma instituição que tinha por finalidade, até então, apenas o ensino e a extensão, estando, inclusive, não obrigada pelo Ministério da Educação à prática de pesquisa?

Outros dois importantes fatores que contribuía para a inexistência da atividade de pesquisa na instituição eram: (i) a utilização de professores horistas que atuavam somente na atividade de ensino não possuindo carga horária para pesquisa e (ii) a baixa capacidade de recursos financeiros para investimentos em infra-estrutura material e pessoal necessários à pesquisa.

Essa questão aliada aos fatores limitantes desencadeou um processo de geração de alternativas no ano de 2001 que envolveu a direção, coordenação e os futuros professores quando da elaboração do projeto pedagógico do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Taquara.

A alternativa encontrada foi o estabelecimento de uma parceria entre a Faculdade de Engenharia de Taquara, através do Curso de Engenharia de Produção, com o Programa de Pólos de Inovação do RS.

Essa parceria envolveu também a Faculdade de Informática de Taquara, através do curso de Sistemas de Informação implantado no ano de 2001.

Assim, foi criado o Pólo de Inovação Tecnológica do Vale do Paranhana e Encosta da Serra, tendo por sede o próprio campi das Faculdades de Taquara (Faccat), que são compostas por seis faculdades isoladas instaladas na mesma área física. As faculdades de Engenharia e Informática passaram a ser as primeiras unidades executoras. A implantação desse pólo viabilizou a atividade de pesquisa nos cursos ofertados, sendo que a parceria para as atividades de P&D consiste em o setor público (Programa de Pólos de Inovação) destinar recursos financeiros para a aquisição de materiais permanentes e de consumo necessários à execução dos projetos. Como contrapartida a fundação mantenedora das unidades executoras fica responsável pelo pagamento dos recursos humanos e pela disponibilização da infra-estrutura laboratorial já existente.

O Programa Pólos de Inovação Tecnológica do RS

O Programa de Pólos de Inovação Tecnológica foi implantado em 1989 pela Secretaria da Ciência e Tecnologia do RS (SCT/RS) em cooperação com as instituições de ensino superior (IES), centros de pesquisa, empresas privadas e outros parceiros. O programa parte da idéia de descentralização da gestão pública e busca vantagens competitivas sistêmicas territoriais através da produção e utilização de novas tecnologias. A meta principal é a valorização das potencialidades dos sistemas ou arranjos produtivos locais (SCT/RS, 2007).

Um pólo consiste em uma região formada por vários municípios reconhecida pela SCT/RS, sendo caracterizado por um determinado sistema ou arranjo produtivo local (APL), uma comunidade de pesquisa (existente em universidades, centros ou institutos de pesquisa) voltada para o desenvolvimento tecnológico e outros parceiros sociais interessados na difusão e utilização das tecnologias, como: Conselhos Regionais de Desenvolvimento (Coredes), entidades municipais, associações comerciais, industriais e de serviços, cooperativas, associações de produtores, sindicatos e outros.

Ao contrário do que possa parecer, o nome “pólo”, com referência a esse programa, não significa uma pequena área territorial, cercada ou

delimitada, existente em um determinado município onde estão instaladas empresas, centros ou institutos de pesquisa voltados para atividades de desenvolvimento tecnológico, mas, sim, uma macroregião onde cada parceiro pode estar instalado em um ou mais locais e municípios que integram esse Pólo. O reconhecimento de um Pólo de Inovação Tecnológica se dá por meio da avaliação das competências científicas e tecnológicas das unidades executoras (universidades, faculdades, centros ou institutos de pesquisa) e, posteriormente, pela assinatura de um Protocolo de Intenções entre a Secretaria de Estado e as instituições parceiras. A partir desse protocolo, o Pólo fica habilitado a receber recursos e participar do programa.

A principal finalidade do Programa é apoiar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras que sejam aplicáveis aos diversos setores produtivos do Estado do RS, visando torná-los competitivos e promovendo a diversificação da produção, de modo a propiciar o aumento do nível de renda da população, gerar novos postos de trabalho e, a partir disso, viabilizar o desenvolvimento regional sustentável. Desta forma, são apoiadas pesquisas que se destinam a promover, em especial: o desenvolvimento do pequeno produtor rural; produtos inovadores; tecnologias limpas, preservação e recuperação do meio ambiente; pesca e aquicultura; e otimização de processos produtivos (Souza, 2006).

O programa baseia-se na filosofia que, somente por meio da transformação do conhecimento científico em produtos e processos, originados por demandas do mercado, se torna possível a geração de riqueza, emprego e renda. Sendo assim, o Programa também desenvolveu nos parceiros a consciência do *market-pull* ou *need-pull* como ponto de partida para a inovação de produtos. Com referência a isso, Danilevicz (2006, p.55) afirma que na “[...] década de 50, os novos produtos eram vistos como resultado de um esforço pró-ativo de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Este modelo de inovação baseado em tecnologia (*technology-push*) era entendido como exclusiva exploração da ciência”. A autora relata que, na metade da década de 60, o modelo mental de inovação baseado na tecnologia passou a ser criticamente questionado, e os novos desenvolvimentos passaram a ser resultantes de uma análise das necessidades do mercado. Assim, foi gerado um modelo de inovação com base nas demandas dos clientes ou necessidades do contexto local produtivo, denominado de *market-pull* ou *need-pull*.

Atualmente, das 24 regiões correspondentes aos Coredes, nas quais está dividido o Estado do RS, 21 contam com Pólos de Inovação ou Modernização Tecnológica implantados. Em cada Pólo de Inovação existem unidades executoras responsáveis pela gestão e execução dos projetos. Essas unidades são normalmente instituições de ensino superior públicas ou privadas que possuem infra-estrutura para atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O Programa possui várias áreas de atuação que foram identificadas a partir das peculiaridades de cada região do estado pela Divisão de Pólos de Inovação da SCT/RS. As vocações e os arranjos produtivos locais (APL) são prioritariamente valorizados, como também, são levadas em conta as competências para P&D das unidades executoras instaladas na região de abrangência de um Pólo. Dessa forma, o Programa de Pólos conta com as seguintes áreas de atuação: Agricultura, Agroindústria, Aquicultura, Automação, Biotecnologia, Construção Civil, Couro e Calçado, Design, Eletroeletrônica, Energia, Malhas e Confecções, Informática, Materiais, Meio Ambiente, Metal Mecânica, Móveis, Oleoquímica, Pecuária, Pesca, Plástico, Recursos Minerais, Saúde, Tecnologia de Alimentos, Tecnologia da Informação, Telecomunicações e Turismo.

O MODELO DE PARCERIA PARA P&D IMPLANTADO NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O modelo implantado que viabilizou a atividade de pesquisa tecnológica no Curso de Engenharia de Produção foi baseado no modelo do processo básico de P&D utilizado pelo Programa de Pólos de Inovação do RS, e nos princípios do modelo interativo de P&D (Kline e Rosenberg, 1986 apud Grizendi, 2007). Na Figura 2, observa-se o modelo utilizado no Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Taquara.

Esse modelo de P&D foi baseado em uma parceria estratégica com a finalidade de integrar agentes internos e externos. Assim, o modelo implantado tem por fundamento o que Meireles et al. (2005) definem como objeto da Engenharia de Produção, que consiste em planejar e utilizar sistemas a partir da integração de pessoas, materiais, equipamentos

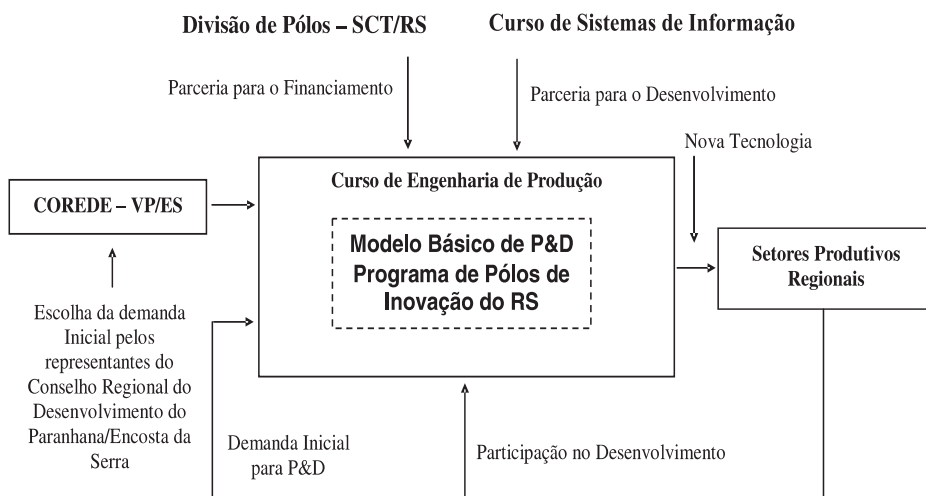


Figura 2. Modelo de parceria para P&D implantado no curso de engenharia de produção

e energia com a finalidade de manter, melhorar ou ampliar a competitividade e produtividade.

O modelo leva em conta os princípios da proposição de Kline e Rosenberg (1986), que afirmam ser as demandas das empresas o centro da pesquisa. Esse modelo foi denominado de *chain-link model*, ou modelo interativo de P&D. No entanto, o modelo proposto possui um diferencial em relação ao modelo interativo, que é considerar não somente as demandas das empresas como fator desencadeante do processo de P&D, mas, também, as demandas originadas a partir das necessidades de entidades representativas de vários setores produtivos da comunidade.

Para melhor entendimento do processo básico de P&D empregado no Programa de Pólos de Inovação do RS, que integra o modelo em utilização no Curso de Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia de Taquara, o modelo com as respectivas fases é apresentado na Figura 3.

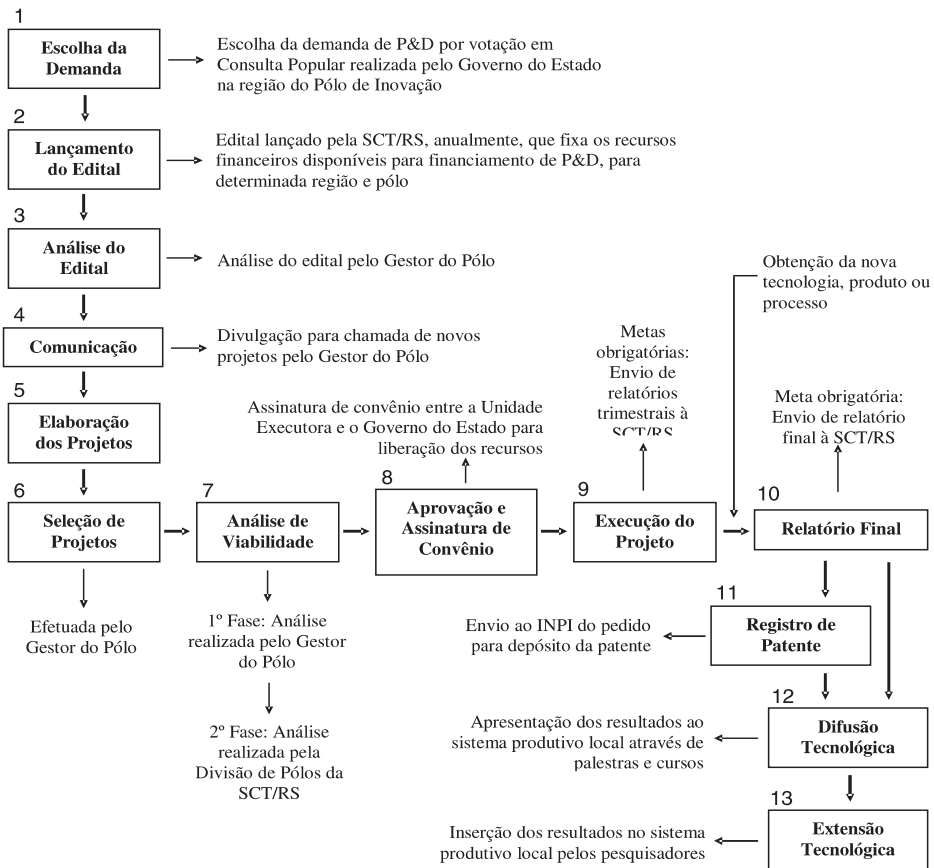
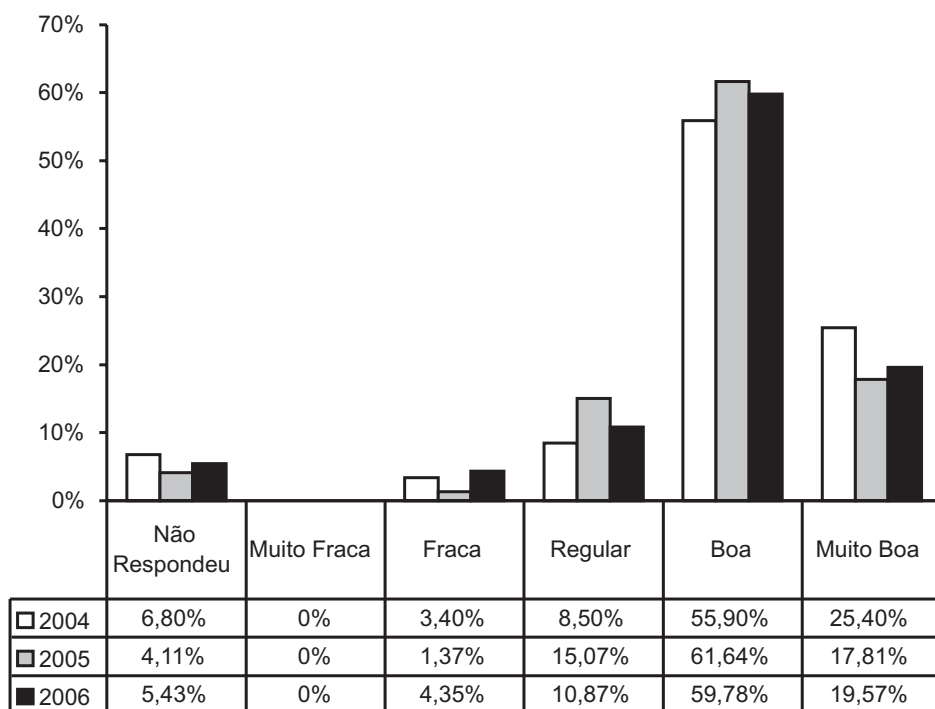


Figura 3. Processo básico de P&D utilizado no Programa de Pólos de Inovação do RS

RESULTADOS

A parceria estabelecida entre o Programa de Pólos de Inovação do RS viabilizou a atividade de pesquisa e desenvolvimento no curso de Engenharia de Produção, oportunizando até o presente a participação de nove professores como pesquisadores, em um total de 15 professores que lecionam no curso. Isso significa que, atualmente, mais de 50% dos docentes se dedicam à pesquisa. Também foi possível a oferta da atividade de iniciação científica, subsidiada com bolsas de pesquisa, a 5% do total de alunos matriculados em 2007.

Salienta-se que a instituição, apesar de ser considerada sem fins lucrativos, não é filantrópica, portanto, não está obrigada pela legislação a conceder bolsas de estudos. Assim, a inserção da atividade de P&D oportunizou um importante benefício econômico aos alunos. Pode-se comprovar a satisfação dos alunos em relação à concessão de bolsas por meio dos dados obtidos pela realização de pesquisas nos anos de 2004, 2005 e 2006. Essas pesquisas efetuadas, anualmente, com todos os alunos regularmente matriculados no curso visam avaliar as condições de oferta através de várias questões, entre elas: como você considera a oferta de bolsas de estudos para alunos que participam de atividades de pesquisa tecnológica? Os resultados podem ser vistos na Figura 4.



Fonte: FACCAT, RS (2007)

Figura 4. Resultados das pesquisas realizadas em 2003, 2004 e 2005 sobre a oferta de bolsas de estudos aos alunos que participam de atividades de pesquisa tecnológica

As novas tecnologias geradas pelo modelo de parceria que viabilizou as atividades de pesquisa tiveram origem nas demandas de empresas e

comunidade regional e afirmaram o caráter multidisciplinar e interdisciplinar da própria área da Engenharia de Produção. Inicialmente, três projetos de pesquisa foram executados entre o período de 2001 a 2003. O primeiro, Produção de Enzimas a partir do Soro do Leite, teve por objetivo otimizar o processo de produção de lactase, que é uma enzima de interesse industrial, a preço competitivo no mercado nacional. Esse projeto também viabilizou a implantação do Laboratório de Automação e Otimização de Processos, utilizado atualmente como um dos laboratórios de ensino de conteúdos profissionalizantes do curso. Um importante resultado obtido foi o aprimoramento do software de controle do Bioreator, que foi realizado por dois alunos do curso de Engenharia de Produção.

O segundo projeto realizado, Mercado Virtual para Comércio Eletrônico de Empresa para Empresa Voltada para a Indústria e Comércio da Região, teve por finalidade desenvolver uma estratégia para o comércio eletrônico facilitando uma maior integração das várias empresas de cada ramo de atividades existentes na região. Foram desenvolvidas técnicas para o comércio eletrônico de empresa para empresa (B2B) a partir da utilização de padrões amplamente aceitos, tais como Java, JSP e XML. O projeto teve como resultado a implementação de um mercado virtual para negócios voltado para a indústria e o comércio da região, onde, atualmente, as empresas disponibilizam suas informações para realizar transações de maneira rápida, segura e confiável. Nesse período, também foi realizado o projeto Software Ambiente Virtual para Gestão do Conhecimento em Tecnologia da Informação Via Intranet nas Organizações. Esse projeto teve por objetivo desenvolver um software capaz de disponibilizar um ambiente rico em possibilidades de aprendizagem aos profissionais das empresas nas tecnologias de informação utilizadas na sua organização. O aplicativo permite aos usuários alcançarem fluência tecnológica e formar comunidades aprendentes capazes de criar, compartilhar e gerir o conhecimento potencializando a sua aplicação e uso na solução de problemas, permitindo, assim, uma efetiva gestão do conhecimento das tecnologias da organização.

No ano de 2004, a partir de uma demanda do setor moveleiro da região, foi proposto o projeto Sistema Antropotecnológico de Apoio à Decisão Aplicado a Gerência de Projeto de Produtos Moveleiros. A

finalidade foi desenvolver um sistema de apoio à decisão aplicado a projetos de produtos moveleiros, consistindo em um conjunto de metodologias e informações, suportadas por software, capaz de apoiar tanto a subsistência, como o crescimento da indústria de móveis da região. Esse produto contribui para as empresas locais tornarem-se mais competitivas, produzindo produtos de maior qualidade, com menor custo e maior valor agregado.

Esse projeto de natureza experimental foi desenvolvido a partir de um estudo dos fatores de sucesso em gerência de projetos para a indústria moveleira, com a finalidade de serem determinadas e posteriormente inseridas em um sistema apoiado por software as melhores práticas, ferramentas para geração de idéias e padrões ergonômicos, além de outros aplicativos básicos para auxiliarem as atividades de projeto e gestão. A pesquisa também oportunizou a realização de palestras e cursos com carga horária de 40 horas/aula, gratuitas e abertas, aos empresários do setor moveleiro e comunidade regional para difusão da tecnologia gerada. Atualmente, qualquer pessoa interessada na utilização desse sistema pode efetuar o *download* diretamente pela internet no site da pesquisa de forma gratuita.

Para a execução do projeto moveleiro, foi necessária a implantação do Laboratório de Projeto de Produto, que auxiliou no desenvolvimento do sistema e, posteriormente, na oferta dos cursos de capacitação para instalação e operação do software. Nesse local foram instalados 22 microcomputadores com tecnologia de rede *wireless*, sendo o primeiro a utilizar esse recurso na instituição. Atualmente, esse laboratório também é empregado para atividades de ensino e extensão nos Cursos de Engenharia de Produção e Sistemas de Informação

No ano de 2005, foi iniciado o quinto projeto em parceria com o Programa de Pólos de Inovação do RS, que tem por objetivo desenvolver um método para mapeamento de fontes emisoras de campos eletromagnéticos, com a finalidade de viabilizar a formulação de uma base de dados para estudos de planejamento industrial destinados à tomada de decisão.

Essa pesquisa resultou em um sistema baseado em tecnologia da informação (TI) que possibilita a consulta via internet por qualquer

empreendedor que esteja interessado em implantar uma nova unidade de produção no município piloto. O sistema viabilizará a identificação prévia de possíveis fontes de interferência, prejudiciais à implantação e operação de sistemas de produção automatizados, que possam existir em áreas oferecidas à instalação de uma nova empresa.

Outros projetos associados ao Programa de Pólos encontram-se em andamento, como é o caso do projeto “Sistema Mecano-Ergonômico Aplicado à Otimização da Qualidade do Produto Calçadista do Vale do Paranhana/Encosta da Serra”. O objetivo principal deste projeto é desenvolver uma máquina mecano-ergonômica de ensaios para determinação da resistência de adesão do solado ao cabedal de calçados, considerando-se o impacto do solado a diversos obstáculos, visando a melhoria da qualidade do produto e a otimização dos processos de fabricação das empresas calçadistas da região do Vale do Paranhana. Fruto das pesquisas desenvolvidas, está sendo efetuado o depósito de patente de modelo de utilidade no INPI.

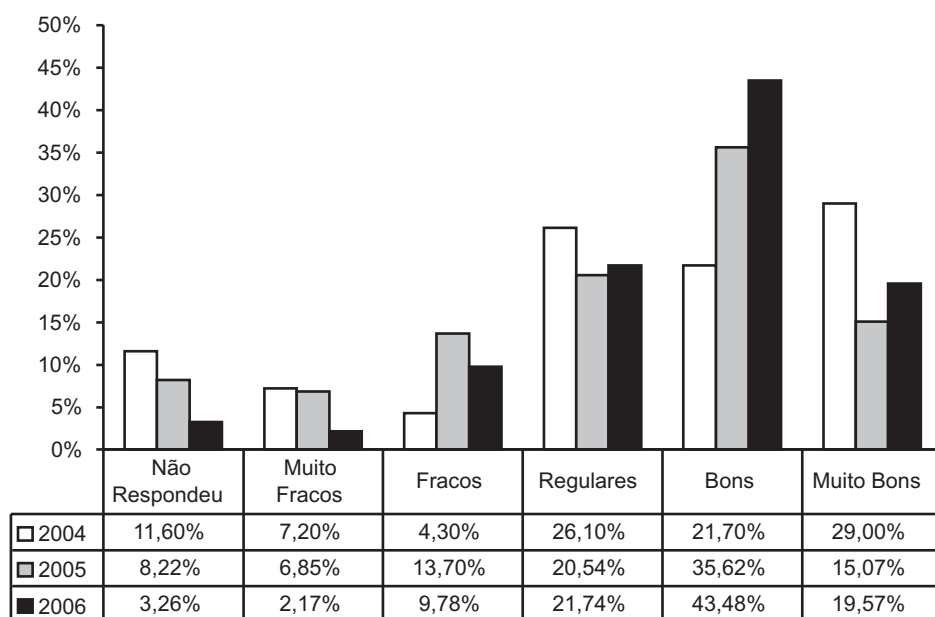
Importante acrescentar que, em função da experiência com o Programa de Pólos de Inovação tecnológica, diversas disciplinas incluíram em seus currículos atividades de pesquisa e desenvolvimento. Entre essas disciplinas se destacam: (i) Metodologia Científica e Tecnológica, que foi modificada conceitualmente através da adequação dos conteúdos tradicionais de metodologia científica à realidade tecnológica, o ensino de técnicas à geração de idéias para obtenção de novos produtos e processos a partir de demandas originadas no contexto produtivo local e, o ensino para a elaboração e formatação de projetos de P&D; (ii) Gestão da Tecnologia, que possui foco na elaboração de memoriais descritivos de patentes de invenção e modelos de utilidade visando à apresentação ao INPI; (iii) Desenvolvimento Regional, que visa despertar no aluno o interesse por questões sócio-econômicas regionais para instrumentalizar e capacitar o aluno à identificar oportunidades para P&D e formular estratégias municipais e regionais para o desenvolvimento sustentável; (iv) Empreendedorismo, que utiliza no processo de aprendizagem conteúdos aplicados à elaboração e apresentação de planos de negócios a partir de inovações propostas; e (v) Simulação de Processos, que atualmente enfatiza a otimização de inovações através do projeto de experimentos. Acompanhando a integralização da grade curricular, outras

duas disciplinas com ênfase em pesquisa e desenvolvimento estão sendo implementadas: Projeto de Produto e Gerência de Projetos.

O resultado das modificações curriculares foi a maior exposição de todos os alunos do curso às questões essenciais relacionadas com pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica. Para corroborar os resultados desse esforço, diversas inovações em produto e processo já foram alcançadas contando com a efetiva participação do corpo discente. Até o momento, 156 projetos de alunos que constituem inovação tecnológica já foram elaborados. Os projetos estão disponibilizados no Portal da Inovação do Vale do Paranhana. Esse portal foi desenvolvido para facilitar o acesso às inovações por parte das empresas, com a finalidade de serem realizadas parcerias para o desenvolvimento (ver <http://portaldainovacao.faccat.br/>).

Entre essas inovações, que são objeto de outro artigo, destacam-se: (i) semáforo inteligente com sensores indutivos, que otimiza o fluxo de veículos pela diminuição do tempo de abertura e fechamento dos sinais pela utilização de um microcontrolador sensorizado indutivamente. No ano de 2006, esse produto foi implantado na cidade de Igrejinha, RS; (ii) conjunto de máquinas para micro-empresas familiares, composta por uma injetora de parafina para fabricação de velas; uma empacotadora de materiais sólidos granulares, uma selecionadora de peças com separação por peso e uma máquina para abastecimento automático de grãos. Esse conjunto de máquinas tem por finalidade melhorar a competitividade e produtividade de pessoas de baixa renda que realizam hoje processos manuais de fabricação de produtos, no âmbito familiar. As máquinas desenvolvidas destinam-se a processos de: (i) fabricação de velas decorativas, (ii) separação, pesagem e embalagem de grãos alimentícios, peças metálicas e plásticas em pequenas porções.

Para serem avaliados os resultados obtidos pela inserção da atividade de P&D, no Curso de Engenharia de Produção, foi proposta uma questão na pesquisa anual sobre as condições de oferta do curso. O aluno é questionado sobre como considera os resultados obtidos pelo curso, em relação a outras universidades, em atividades de pesquisa científica e tecnológica. Os resultados obtidos nos anos de 2004, 2005 e 2006 estão apresentados na Figura 5.



Fonte: FACCAT, RS (2007)

Figura 5. Resultados das pesquisas realizadas em 2004, 2005 e 2006 sobre os resultados do curso em pesquisa científica e tecnológica frente a outras universidades

A análise da Figura 5 revela que mais de 50% dos alunos consideram que a inserção da pesquisa científica e tecnológica no curso em questão é boa ou muito boa. Essa avaliação é resultado do modelo de parceria estabelecido entre o Curso de Engenharia de Produção e o Programa de Pólos de Inovação Tecnológica do RS. A parceria propiciou o aprimoramento da grade curricular e a consolidação das atividades de pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou uma discussão sobre a inserção de atividades de pesquisa e desenvolvimento no ensino de Engenharia. Foi apresentado um estudo de caso contemplando o curso de Engenharia de Produção da Faccat. No estabelecimento do curso, os professores e a coordenação entenderam que o trinômio ensino-pesquisa-extensão é indissociável, e as atividades de pesquisa e desenvolvimento deveriam estar enfatizadas

na grade curricular. A partir desse entendimento, foi estabelecida uma parceria entre o Curso de Engenharia de Produção e o Programa de Pólos de Inovação do RS para viabilizar a pesquisa e desenvolvimento no curso e desta forma incentivar o processo de ensino-aprendizagem e o desenvolvimento regional.

Desde o ano de 2001 até o presente foram financiados seis projetos, cada um com duração de três anos, pelo Programa de Pólos de Inovação do RS.

Essa parceria fomentou as atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Além do envolvimento do corpo docente (mais de 50% do quadro está inserido em atividades de pesquisa), a parceria com o Programa de Pólos de Inovação conduziu a organização de disciplinas e inserção de conteúdos relacionados à pesquisa e desenvolvimento em diversas disciplinas do curso. O resultado concreto é a efetiva exposição dos alunos às atividades de pesquisa, auxiliando na formação de profissionais que podem contribuir no desenvolvimento regional.

O interesse e envolvimento dos alunos são confirmados (i) pelas pesquisas de opinião conduzidas anualmente, onde 90% dos alunos manifestam interesse em participar das atividades de pesquisas tecnológicas, e (ii) pelo volume de inovações em produto e processo alcançadas com a efetiva participação do corpo discente, totalizando, até o momento, 156 projetos disponibilizados no Portal da Inovação do Vale do Paranhana.

A experiência prática, corroborada pela literatura, indica que a pesquisa é uma atividade essencial na formação de engenheiros. Os engenheiros têm um papel fundamental nas ações de inovação tecnológica, incluindo o desenvolvimento de produtos e processos. Sendo assim, é opinião dos autores deste artigo que a pesquisa deve estar presente nas atividades curriculares, independentemente do curso estar sediado em uma universidade, centro universitário ou faculdade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. P.; BRITO, G. S. X.; OLIVEIRA, M. L. A. Aspectos cognitivos do ensino de engenharia face às exigências da competitividade e da inovação tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado. *Anais...* Gramado: ABEPRO, 1997.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. (Org.). *Introdução aos estudos CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.
- BERGERMAN, M. Inovação como instrumento de geração de riqueza no Brasil: o exemplo dos institutos privados de inovação tecnológica. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, n. 20, jun. 2005.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *A questão regional brasileira*. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/desenvolvimentoregional/pndr/questao_regional.asp#questao>. Acesso em: 17 abr. 2007.
- CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO PARANHANA E ENCOSTA DA SERRA - COREDE/VP-ES. *Relatório sócio-econômico do Vale do Paranhana*. Taquara: FACCAT, 2000.
- DANILEVICZ, A. M. F. *Modelo para condução de decisões estratégicas associadas ao gerenciamento da inovação em produtos*. 2006. 231 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- DERGINT, D. E. A; SOVIERZOSKI, M. A. Desenvolvimento de inovações e competência empreendedora na engenharia: caso CEFET-PR/Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 10., 2003, Cidade do México. *Anais...* Cidade do México: ALTEC, 2003.
- FACCAT. Curso de Engenharia de Produção. *Pesquisas pedagógicas com os novos alunos e, avaliação geral do curso pelos alunos matriculados*. Disponível em: <<http://engenharia.faccat.br>> Acesso em: 07 maio 2007.
- GALEMBECK, Fernando; ALMEIDA, Wanda P. Propriedade intelectual. *Parcerias Estratégicas*, n. 20, pt. 3, jun. 2005.
- GRIZENDI, E. *Processos de inovação: modelo linear x modelo interativo*. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/eduardo_grizendi.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2007.
- INSTITUTO EUVALDO LODI - IEL. *Inova engenharia: propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil*. Brasília: IEL.NC, 2006.

JUNG, C. F. *Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos*. Rio de Janeiro: Axcel Book's, 2004.

LEITÃO, M. A. S. A transição de paradigmas no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ABENGE, 2001.

MACCARIOLO, M. C. M. M.; NOVICKI, V.; CASTRO, E. M. N. V. Ação pedagógica na iniciação científica. In: CALAZANS, J. (Org.). *Iniciação científica: construindo o pensamento crítico*. São Paulo: Cortez, 1999.

MEIRELES, Manuel et al. O papel da engenharia de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: ABENGE, 2005.

OLIVEIRA, Vanderlí F. *Graduação em engenharia: retrospectiva, atualidade e perspectivas: apresentação*: Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Escola de Engenharia. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

PÓLO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO VALE DO PARANHANA E ENCOSTA DA SERRA. POLO-VP/ES. *Projeto Moveleiro*. Disponível em: <<http://moveleiro.faccat.br>> Acesso em: 30 abr. 2007.

PÓVOA, J. M.; BENTO, P. E. G. O engenheiro, sua formação e o mundo do trabalho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: ABENGE, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Ciência e Tecnologia do RS. *Termo de referência: Programa Educação em Tecnologia*. Porto Alegre, 2003.

_____. *Divisão de pólos de inovação*. Disponível em: <http://www.sct.rs.gov.br/polos/inicial/inicial_dtml> Acesso em: 20 abr. 2007.

SANTOS, I. C.; LUZ, M. S. Ciência, tecnologia e pesquisa tecnológica. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 2, n. 3, set./dez. 2006.

SCHNAID. F. Introdução: núcleos de pesquisa em ensino de engenharia são necessidade urgente!. In: SCHNAID. F; ZARO, M. A; TIMM, A. I. (Org.). *Ensino de engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

SEBRAE/ES. *Desenvolvimento regional e setorial*. Disponível em: <http://www.sebraees.com.br/pag_cat.asp?codigo_categoria=1010>. Acesso em: 19 abr. 2007.

SOUZA, Cristina G. et al. Conhecimento sobre patentes na educação em engenharia: uma experiência metodológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: ABENGE, 2005.

SOUZA, Paulo R. dos Santos. *Uma evolução: pólo de inovação tecnológica do norte do RS*. Porto Alegre: SCT/RS, 2006.

Resumo

Este artigo descreve uma experiência didático-pedagógica que vem sendo realizada desde o ano de 2001 em um Curso de Engenharia de Produção da Região Sul. A experiência iniciou a partir de uma parceria com o Programa de Pólos de Inovação Tecnológica pertencente à Secretaria da Ciência e Tecnologia do RS. Ela tem por finalidade viabilizar a pesquisa e o desenvolvimento de inovações tecnológicas no ambiente de uma faculdade comunitária, a partir de demandas identificadas no contexto produtivo local. Apesar do próprio Ministério da Educação considerar que a pesquisa não constitui atividade obrigatória para as faculdades e centros universitários, referência essa constante no atual Instrumento de Avaliação de Cursos de Graduação, a direção, coordenação e professores possuem como pressuposto o princípio de que as atividades condizentes com o trinômio ensino-pesquisa-extensão são indissociáveis e indispensáveis à formação do profissional de engenharia. Esse pressuposto é corroborado na medida em que a atuação do engenheiro volta-se para a geração, produção, e inserção de novas tecnologias no sistema produtivo visando o desenvolvimento regional.

Abstract

This article describes a didactic-pedagogical experience carried out since 2001 in an Industrial Engineering Under Graduate Course of South Brazil. The experience initiated from a partnership with the Pole of Technological Innovation Program, pertaining to the Secretariat of Science and Technology of the RS. The purpose of the partnership is to facilitate research and development of technological innovations in the environment of a communitarian college, considering the demands identified in the local productive context. Although the Brazilian Ministry of Education do not consider research as mandatory activity for colleges and university centers (taking into account the current Brazilian Instrument for Evaluation of Under-Graduate Courses), the coordination and professors of the Industrial Engineering Course believe that teaching, research and extension are non-separable activities and are indispensable for edification of engineering professionals. This belief is corroborated by the fact that frequently engineer performance demands generation, production and insertion of new technologies in productive systems, which is indeed a key factor for regional development.

Os Autores

CARLOS FERNANDO JUNG é mestre em Engenharia de Produção pela UFSM, doutorando em Engenharia de Produção no PPGEP-UFRGS e gestor e pesquisador do Pólo de Inovação Tecnológica do Vale do Paranhana/Encosta da Serra e membro titular do Comitê Gestor do Arranjo Produtivo de Alta Tecnologia do RS.

JOSÉ LUIS DUARTE RIBEIRO é doutor em Engenharia pela UFRGS com pós-doutorado pela Rutgers – The State University of New Jersey, vice-coordenador e professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS.

CARLA SCHWENGBER TEN CATEN é professora e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, avaliadora da Capes e bolsista de produtividade do CNPq.

As raízes das tradições científicas*

Simon Schwartzman

Em sua maior parte, a ciência contemporânea brasileira tem raízes nas tradições científicas e nas instituições criadas e fortalecidas durante o período de transição da década de 1930. Algumas dessas raízes, como as das ciências biológicas, surgiram nos institutos de pesquisa aplicada dos anos precedentes; outras, como as da física moderna, começaram na Universidade de São Paulo. De modo geral, só os campos que podiam ser organizados academicamente sobreviveram nos anos 1930, para ressurgir nas décadas de 1950, 1960 e ainda mais tarde. Os outros, como as ciências da terra e a pesquisa tecnológica, tiveram de aguardar um novo começo, muitos anos depois. Neste texto reconstruo em algum detalhe o caminho seguido por algumas dessas tradições, mostrando como elas ajudaram a consolidar os alicerces sobre os quais a ciência brasileira deveria continuar a crescer.

DA AGRONOMIA À GENÉTICA

A pesquisa agrícola teve início no Brasil (se não levarmos em conta os antigos jardins botânicos) com a criação da Estação Agronômica de Campinas, para o estudo das plantas tropicais, sob a direção do químico austríaco F. W. Dafert.¹ Naquela época, Campinas estava no centro da região do café, mas nem os habitantes daquela área nem o Ministro da

* Este texto é parte do livro “Um espaço para a ciência”, cuja edição foi traduzida e publicada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 2001 a partir da versão reescrita e atualizada pelo autor em 1991, e lançada na Pennsylvania State University Press. A primeira edição do livro foi apresentada em 1979 pela Companhia Editora Nacional com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

¹ Dafert nasceu em Viena e tinha um doutorado obtido em Giessen, na Alemanha. Em 1908, depois de retornar à Europa, foi nomeado diretor da Estação Experimental Químico-Agrícola de Viena. Dean, 1989, contém um estudo completo sobre a presença de Dafert no Brasil.

Agricultura do Brasil, que criou a Estação Agronômica, reconheceram os estudos feitos por Dafert sobre a fertilização do café. Em 1890 ele foi demitido, sendo readmitido algum tempo depois graças à intervenção de outro cientista estrangeiro – Orville Derby, presidente da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo.² Em 1892, a Estação passou para a jurisdição estadual, adotando o nome de Instituto Agronômico de Campinas; em 1907, Dafert foi finalmente afastado, depois de uma tentativa frustrada de transformar o Instituto em uma instituição puramente prática, orientada para resolver problemas agrícolas de curto prazo e para funcionar de forma comercial, como um negócio lucrativo.³

Assim, o Instituto Agronômico entrou na década de 1920 afastado das primeiras metas estabelecidas por Dafert e funcionando com uma equipe reduzida: um agrônomo chefe, dois jardineiros e alguns trabalhadores. Em 1927, Teodoreto de Camargo empreendeu uma reforma que seria fundamental para retornar à filosofia original da instituição: o estudo dos problemas agrícolas devia ser feito primeiramente em laboratórios e campos experimentais e, mais tarde, nas várias subestações do Instituto, localizadas por todo o estado. Só em uma terceira fase os resultados seriam divulgados. Na década de 1930, o Instituto Agronômico voltou a funcionar a pleno vapor, sobretudo porque em 1929 os seus especialistas foram designados para trabalhar em tempo integral. Os estudos feitos tiveram repercussão no mundo acadêmico e foram importantes para melhorar a agricultura paulista. Com o café em crise, devido à superprodução e à recessão internacional, o Instituto fornecia aos fazendeiros locais sementes de algodão e de outras culturas.

² “Não surpreende que no começo o trabalho experimental da Estação Agronômica tenha atraído forte interesse por parte dos grandes plantadores de café, assim como daqueles simplesmente curiosos com o trabalho dos especialistas. Alguns porém ficavam perplexos com o que viam: o trabalho parecia excessivamente teórico — talvez pudesse ter alguma utilidade para a agricultura nacional, mas só no futuro. Por mais que o diretor da Estação tentasse explicar que essa pesquisa era necessária que determinar o sentido do futuro trabalho experimental, não conseguiu convencer os seus críticos, e espalhou-se o rumor de que o diretor da Estação estava realizando experiências orientadas para os seus próprios interesses científicos, sem se preocupar com a aplicação prática imediata dos resultados.” (F. Campos, 1954:496).

³ “As observações e experiências acumuladas até então não eram adequadas para justificar a sua divulgação pelos proprietários de plantações, pois precisavam ser testadas ainda nas várias regiões do estado cujo clima e solo diferiam dos de Campinas. Só então, se os resultados o justificassem, o aconselhamento relevante podia ser dado aos cafeicultores interessados. Como esse princípio básico foi ignorado, os cafeicultores de São Paulo sofreram muitos prejuízos sérios.” (F. Campos, 1954:497, 498).

Os anos 1930 foram também importantes para a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, criada em 1901 como Escola Agrícola de Piracicaba, vinculada à Secretaria de Agricultura do estado de São Paulo.⁴ Seu objetivo era proporcionar educação agrícola em todos os níveis, desde o primário até o de pós-graduação, no mesmo estabelecimento educacional e de pesquisa, assegurando assim continuidade e coerência na formação de especialistas.⁵ A qualidade do trabalho desenvolvido pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz em ciência básica e aplicada no campo da agricultura é ilustrada pela sua decisão pioneira de ensinar genética, tomada em 1918, como parte do curso agrícola dado por Carlos Teixeira Mendes e do curso de zootecnia de Otávio Domingues. Essa foi a primeira vez que se ensinou o assunto no Brasil.

No entanto, só em 1928 a genética foi empregada sistematicamente pelo Instituto Agrônomo de Campinas para melhorar produtos como o café, o milho e o fumo, ou para adaptar ao ambiente brasileiro outras sementes, como o trigo e a cevada. Em 1932, C. A. Krug foi enviado pelo Instituto Agrônomo à Universidade de Cornell para especializar-se em genética, citogenética e aperfeiçoamento de plantas. Krug voltou ao Brasil no fim daquele ano e organizou um grupo de pesquisa para trabalhar na melhoria do café e do milho. No ano seguinte, foi criada uma cadeira de genética, com o objetivo de formar especialistas em tecnologia do melhoramento de sementes.

⁴ A Escola deve sua existência principalmente a Luiz Vicente Sousa Queiroz, um rico benfeitor de Piracicaba que já tinha dado à cidade alguns benefícios como o fornecimento de energia elétrica. Em 1802, Luiz de Queiroz se apoiou em uma lei estadual que criava a Escola Superior de Agricultura, com dez estações experimentais, para doar ao estado seu rancho São João da Montanha, que deveria ser a sede da Escola. Embora o projeto contasse inicialmente com o apoio de dois políticos importantes, Jorge Tibiriçá Piratininga e Bernardino de Campos, a construção foi paralisada quando o primeiro deixou seu cargo no governo do estado. A Escola só pôde ser inaugurada em 1901, não como Escola de Agronomia, mas como Escola Agrícola Prática. Quando Jorge Tibiriçá assumiu o cargo de Governador do estado foi finalmente possível para a Escola se organizar conforme a concepção original.

⁵ A Escola patrocinou visitas de notáveis professores estrangeiros, como Nicolas Athanasov, Arsène Putmans e outros, e o Governador Rodrigues Alves criou bolsas de viagem, proporcionando assim treinamento adicional a estudantes como Carlos Teixeira Mendes, Trajano Sampaio e José de Melo Morais. O Ministério da Agricultura foi estimulado a oferecer bolsas semelhantes a graduados de escolas de Agronomia, permitindo a estudantes como José Vizioli e Salvador de Toledo Pizza Júnior ampliarem seu conhecimento em vários campos, por meio de estudos realizados na Europa ou nos Estados Unidos.

A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz deveria adotar uma abordagem diferente, convidando Friedrich Gustav Brieger para organizar seu departamento de genética. Nascido em 1900, Brieger recebeu um doutorado em Botânica em 1921 pela Universidade de Breslau e, nos quatro anos seguintes, trabalhou nas Universidades de Munique, Berlim e Viena. Em 1924, recebeu uma bolsa da Fundação Rockefeller e trabalhou dois anos em Harvard com Edward M. East, que ele considerava a influência mais forte que já tinha recebido. Depois desse período em Harvard, Brieger foi pesquisar no *Kaiser-Wilhelm-Institut*, onde trabalhou com Karl E. Correns, conhecido por haver redescoberto as leis de Mendel. Em 1933, deixou a Alemanha e ingressou no Instituto John Innes, na Inglaterra, onde foi convidado para organizar o departamento de genética da Escola Luiz de Queiroz. Encorajado pela opinião de outros europeus que iam trabalhar em São Paulo na mesma época, decidiu embarcar nessa “aventura tropical”, como ele mesmo a chamou.⁶

As realizações de Brieger podem ser creditadas às suas qualificações acadêmicas e também à sua capacidade de trabalhar com pessoas que, embora não fossem cientistas, estavam empenhadas na criação de uma nova mentalidade acadêmica em São Paulo. Desde sua chegada, contou com o apoio de José Melo Morais, o diretor da escola.⁷ Havia também

⁶ Brieger lembrava que, ao chegar, encontrara “(...) uma situação muito interessante em Piracicaba. José de Melo Morais, diretor por muitos anos, era uma pessoa excepcional. Químico, estudara na Alemanha e, embora não fosse um pesquisador, tinha uma excelente intuição, e percebeu que o velho sistema de ensino adotado no Brasil, que se baseava nos livros e ignorava a pesquisa, perdera sua importância. Assumindo a bandeira da Universidade de São Paulo, queria dar à sua Escola o regime de tempo integral e introduzir a atividade de pesquisa, para transformá-la de uma mera escola em uma verdadeira instituição universitária. Achei tudo isso muito favorável, porque não posso imaginar o ensino em qualquer universidade sem a pesquisa”. (entrevista de Brieger). Mais tarde, Brieger comentaria: “Outra coisa que na época era muito favorável era o fato de que, em São Paulo, André Dreyfus tinha assumido o cargo de diretor do Departamento de Biologia Geral e se interessava também pela introdução da genética. E, em Campinas, Carlos A. Krug, diretor da seção de genética que ele próprio tinha criado, começara a introduzir métodos de melhoramento genético, ou seja, o aperfeiçoamento de sementes com base científica. Nós três firmamos uma amizade maravilhosa, e era uma grande atmosfera de trabalho, de forma que nos criticávamos reciprocamente, mas, quando necessário, defendíamos uns aos outros. Nós três tivemos a idéia não só de usar métodos fundamentais e aplicados, mas também de treinar discípulos.”

⁷ “Ele estava longe de ser um pesquisador, mas tinha faro e havia percebido que a velha maneira brasileira de ensinar, com base em livros, sem pesquisar, não funcionava. Uniu-se assim ao projeto da nova universidade, em busca de trabalho em tempo integral, com pesquisa, e trabalhou efetivamente no sentido de transformar uma escola técnica em uma instituição acadêmica.” (entrevista com Brieger).

André Dreyfus, que era mais um intelectual autodidata do que um pesquisador, mas que teria um papel importante na introdução da genética moderna na Universidade de São Paulo.⁸

Brieger, Krug e Dreyfus montaram uma comunidade científica em miniatura, assumindo o encargo não só de fazer pesquisas, mas, principalmente, de treinar discípulos e criar uma tradição científica. Enquanto Krug trabalhava sobretudo com genética aplicada, usando metodologias ortodoxas, Brieger tinha mais interesse em descobrir novos métodos. Seu primeiro trabalho no Brasil foi com milho e alface e, ao estudar o milho, foi o primeiro a utilizar a análise genética das populações, em lugar da hibridização, como técnica para o melhoramento das espécies. Para isso precisava utilizar modelos matemáticos sofisticados, e a sua insistência na superioridade dessa abordagem, comparada com a tradicional, o levou a entrar em conflito com Krug, o que pôs um fim à sua colaboração. Por outro lado, seu trabalho com a alface provocou a refutação de velhos ensinamentos até então considerados verdades científicas.⁹

Em 1938, Dreyfus começou a trabalhar em tempo integral no Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia. Tanto o antigo Instituto Agrônomo como a Escola Luiz de Queiroz tinham sido incorporados à Universidade de São Paulo, e Krug e Brieger continuaram onde estavam, fora da cidade de São Paulo. Na Faculdade de Filosofia, Dreyfus e três dos seus assistentes — Martha Brener, Crodowaldo Pavan e Rosina de Barros — lutavam para melhorar a qualidade de seus trabalhos. No entanto, uma mudança efetiva só ocorreu alguns anos mais tarde, depois da vinda de Theodosius Dobzhansky.

Dobzhansky chegou ao Brasil em 1943, com o apoio da Fundação Rockefeller. Em 1936, havia publicado um livro que foi amplamente

⁸ “Ele próprio pesquisava muito pouco, mas tinha a capacidade de absorver conhecimento e de transmiti-lo a outras pessoas; portanto, tinha a qualidade necessária para criar uma escola, o que fez.” (entrevista com Brieger).

⁹ “A crença científica era de que os vegetais verdes, por serem de clima temperado, não podiam ser plantados nos trópicos, a não ser em grandes altitudes. As sementes em particular deviam ser produzidas em grandes altitudes. Eu queria trabalhar no melhoramento das plantas e, como em Piracicaba não dispúnhamos de altitude suficiente, decidi que neste caso as plantas teriam de adaptar-se a mim. Sabia por experiência própria que muitas das teorias científicas eram fruto da falta de observação, e naquela época ninguém sabia muito a respeito dos trópicos.” (entrevista com Brieger).

considerado como uma das contribuições mais importantes à ciência da genética, desde Darwin. Havia solicitado uma bolsa para viajar à América Central e foi persuadido a ir para São Paulo por Harry Miller, consultor da Fundação Rockefeller que conhecia bem o Brasil. Dobzhansky é lembrado como uma pessoa extremamente dinâmica e mudou o ritmo mais lento dos brasileiros com suas constantes solicitações de viagens de estudo, recursos e equipamentos. Dreyfus não só não competiu com ele como tornou-se seu principal defensor e ponto de apoio.¹⁰ Em São Paulo, Dobzhansky desenvolveu uma linha de pesquisa sobre a genética da população da *drosophila* que recebeu rapidamente reconhecimento internacional. Mais tarde, vários dos seus estudantes e assistentes foram completar seu treinamento nos Estados Unidos. Formou-se uma rede de geneticistas (trabalhando não só em São Paulo, mas em Porto Alegre, em Brasília e no Paraná) especializados em genética médica, genética das populações humanas e citogenética. Os estudantes orientados por Brieger continuaram próximos da pesquisa agrícola e desenvolveram estudos na genética das abelhas e dos fungos.

PARTINDO DE MANGUINHOS: OS NOVOS INSTITUTOS DE PESQUISA BIOLÓGICA

Um desenvolvimento paralelo foi a criação, em 1927, do Instituto Biológico de Defesa Agrícola e Animal de São Paulo, para substituir a antiga comissão dedicada ao estudo e à erradicação da broca do café, uma praga que ameaçava o principal produto agrícola do estado. A nova instituição foi fruto direto da tradição de pesquisa do Instituto de Manguinhos, no Rio de Janeiro, e seu primeiro diretor, Arthur Neiva, trabalhou com Oswaldo Cruz nas primeiras campanhas sanitárias, chefiando o trabalho de campo na luta contra a malária em diversas regiões do Brasil.¹¹

O Instituto Biológico começou com um mandato para realizar pesquisa básica e aplicada, promover medidas de proteção dos produtos agrícolas do estado, ensinar sua utilização adequada e produzir soro e

¹⁰ Entrevista com Pavan.

¹¹ Segundo José Reis, Arthur Neiva estava igualmente à vontade no laboratório e no campo e tornou-se um dos entomologistas mais importantes da sua geração. Como diretor de higiene do estado de São Paulo, redigiu o primeiro código sanitário da história do Brasil, presidiu a antiga comissão e foi responsável por transformá-la em uma instituição permanente (Reis, 1976b e 1976d).

vacinas contra doenças animais. A equipe de funcionários incluía agrônomos, veterinários, médicos, biólogos e químicos, organizados em duas divisões — uma de recursos vegetais, chefiada por Adalberto de Queirós Teles, e a outra de recursos animais, chefiada por Henrique de Rocha Lima.¹² O Instituto Biológico contratou, entre outros, os três primeiros graduados do Curso de Aplicação de Manguinhos no ano da sua fundação: Otto Bier, José Reis e Adolfo Martins Penha. Esperava-se que suas oito seções mantivessem contato constante entre si, compartilhando uma boa biblioteca e serviços técnicos. Desde o princípio havia a idéia de que a pesquisa básica e a aplicada podiam coexistir em harmonia, como aconteceu em Manguinhos na sua melhor época.¹³

Otto Bier caracterizou o Instituto, na época da sua criação, como marcado por “uma massa crítica de pessoas interessadas no mesmo objetivo, ou seja, desenvolver em silêncio um trabalho científico sério, com um forte sentido de continuidade e sem qualquer preocupação com a autopromoção”.¹⁴ A cultura institucional presumia que a ciência era essencial para resolver os problemas práticos, e os agrônomos e veterinários participavam das reuniões científicas, enquanto os cientistas normalmente trabalhavam no campo.

Em 1932, Neiva deixou o Instituto e foi substituído por Henrique Rocha Lima, conhecido pela sua formação alemã.¹⁵ Desde o princípio havia se estabelecido uma divisão de trabalho natural entre Neiva e Rocha Lima — o primeiro mais voltado para o lado externo do Instituto (levantamento de fundos, contatos políticos, campanhas sanitárias), o segundo mantendo-se o mais próximo possível das atividades quotidianas, técnicas e científicas. Quando Neiva partiu, o Instituto já tinha estabelecido algumas das suas principais características como uma instituição científica séria: trabalho dos pesquisadores em regime de tempo

¹² A primeira era subdividida em seções de botânica e agronomia, química, entomologia e parasitologia e fitopatologia e incluía a maioria dos que tinham trabalhado nas antigas comissões, além de botânicos, agrônomos, entomologistas e químicos recentemente recrutados. A divisão animal, chefiada por Genésio Pacheco, estava dividida em seções de fisiologia, bacteriologia, anatomia, patologia e entomologia e parasitologia.

¹³ Reis, 1976a, 1976b, 1976d.

¹⁴ Entrevista com Otto Bier.

¹⁵ Rocha Lima era filho de um prestigioso médico do Rio de Janeiro e desde estudante mantivera contato com o grupo de Manguinhos. Em 1901, depois de formar-se em Medicina no Rio de Janeiro, viajou para Berlim, onde se especializou em anatomia patológica, que no Brasil era um campo novo.

integral, abordagem interdisciplinar, excelente biblioteca, bom apoio técnico (fotografia, desenho, fabricação de vidro, publicações) e dois periódicos, os *Arquivos do Instituto Biológico* e *O Biológico*.

O estilo do Instituto se revelava nas suas reuniões científicas semanais. Às terças-feiras, as reuniões internas consistiam na apresentação e na discussão de artigos científicos recentes, conduzidas a cada semana por um pesquisador diferente. Às sextas-feiras havia conferências, muitas vezes proferidas por convidados, que abrangiam um temário mais amplo — científico, literário ou artístico. Eram abertas ao público e não tardaram a se tornar uma parte do calendário intelectual da cidade. Não raro, cientistas e intelectuais cariocas viajavam a São Paulo a fim de participar desses eventos. Na sua entrevista, Otto Bier salientou que essas atividades eram muito importantes para o prestígio e o reconhecimento do Instituto e ajudavam a manter o que Neiva e Lima consideravam seu “espírito universitário”, que lhes parecia necessário para evitar uma especialização muito estreita.¹⁶

Esse “espírito” não existia na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, onde em 1937 Carlos Chagas Filho criou seu Instituto de Biofísica. A Faculdade era descrita unanimemente pelos contemporâneos como deficiente em equipamento e com cursos mal-organizados; os melhores estudantes se aproximavam de um professor de prestígio para praticar na sua enfermaria ou no seu laboratório. As disciplinas básicas, porém, que supostamente deviam municiar os futuros clínicos com conhecimentos científicos, eram justamente as mais negligenciadas. Havia uma única exceção, fisiologia, graças ao ensino de Álvaro Osório de Almeida, que transmitia a seus alunos uma imagem excitante do que podia

¹⁶ José Reis descreveu o “espírito universitário” que prevalecia no Instituto como “algo que se aprende dos grandes pensadores e cientistas, acostumados a pensar em termos universais, interessados no intercâmbio de idéias e convictos de que não existem barreiras entre os diferentes campos do conhecimento. É um espírito de modéstia, baseado na aceitação das críticas e na necessidade interminável de aprender. É o espírito do diálogo aberto, sem limites impostos pelas diferenças de idade ou hierarquia, mas baseado no respeito pela personalidade e pelas idéias de cada um. É o espírito de aventura na busca e na transmissão do conhecimento, em que as preocupações intelectuais, espirituais e morais sempre prevalecem sobre as materiais. É o espírito de estar sempre começando de novo”. (Reis, 1976a:593). As entrevistas com Penha, Rocha e Silva, Bier e Reis, além da significativa produção científica do Instituto, ao longo dos anos, confirmam que essa forma de compreender seu próprio trabalho estava presente nas suas mentes e tinha um efeito positivo sobre sua produtividade.

ser a pesquisa científica e convidava alguns deles para o seu laboratório ou para Manguinhos.

Carlos Chagas Filho tinha ingressado na Faculdade de Medicina por meio de um concurso público para a cadeira de física biológica. Sua tese foi discutida intensamente com Carneiro Felipe, químico; Costa Ribeiro, físico; e Antônio Oliveira Castro, do Instituto de Tecnologia Elétrica da Faculdade de Engenharia. Pela primeira vez a Faculdade de Medicina tinha usado métodos físicos e químicos no estudo dos fenômenos biológicos. Depois de nomeado, Chagas viajou para estudar na França e na Inglaterra e, ao retornar, começou a organizar um instituto de pesquisa na Faculdade.

Contatos pessoais e familiares asseguravam a Carlos Chagas e seus colaboradores o apoio financeiro de que necessitavam, livrando-os dos limites burocráticos. Assim, por interferência direta de Luís Simões Lopes, diretor do poderoso DASP — o Departamento Administrativo do Serviço Público — foi criado na Faculdade de Medicina um cargo de “técnico especializado”, com salário superior ao de professor assistente. Além da sua capacidade de obter apoio financeiro, Chagas tinha uma visão moderna e atualizada de como se devia desenvolver o trabalho científico, enfatizando a cooperação interpessoal e a troca de informação entre todos os cientistas; a abertura à curiosidade, o questionamento e a troca de idéias; a redução da burocracia e da hierarquia excessivas. Chagas dizia que uma instituição científica é feita primeiro de pessoas, depois de problemas a resolver e equipamento apropriado e, finalmente, do lugar de trabalho: um ponto de vista que contrastava com a tradição brasileira de começar pelos edifícios, enchê-los de equipamento, para depois contratar pessoal e só então identificar os problemas que poderiam justificar as pesquisas imaginadas.¹⁷

O laboratório de Chagas conquistou rapidamente reputação nacional e internacional. Ele convidou Tito Enéas Leme Lopes e Lafaiete Rodrigues Pereira, ambos treinados em Manguinhos, assim como Oromar Moreira, José Moura Gonçalves e José Batista Veiga Salles, todos bioquímicos de Belo Horizonte, endossados por Baeta Viana. Herta Meyer, que costumava trabalhar no laboratório de patologia de Manguinhos, com apoio da Fundação Rockefeller, deu início ao

¹⁷ Mariani, 1982b.

laboratório de histologia, juntamente com João Machado. Eles realizaram estudos sobre a cultura de protozoários, tais como o *Trypanosoma cruzi* e o *Plasmodium aviarium*, com relevância direta para a saúde pública, e tinham o apoio do Serviço Especial de Grandes Endemias, uma agência não-oficial dirigida pelo irmão de Carlos Chagas, Evandro, e apoiada com recursos da família Guinle. Desenvolveram também estudos sobre a bioeletrogênese dos tecidos, por motivações estritamente acadêmicas. O outro laboratório a ser organizado foi o de biofísica, dirigido por Carlos Chagas com a cooperação de Bernhard Gross, do Instituto Nacional de Tecnologia. O principal tema de estudo era a bioeletrogênese do *Eletrophorus electricus*, um peixe elétrico da Região Amazônica que é um veículo único para estudar a interação dos processos biológicos e físicos.

A comparação entre essas duas instituições — o Instituto Biológico e o Instituto de Biofísica — mostra alguns elementos comuns e certas diferenças importantes. Os dois eram dirigidos por homens de personalidade forte, treinados na Europa e em Manguinhos — Neiva, Rocha Lima e Carlos Chagas Filho. Ambos se beneficiavam dos vínculos estreitos mantidos pelos seus diretores com figuras políticas importantes — que eram essenciais para protegê-los dos efeitos da uniformidade pouco imaginativa imposta a todas as instituições pela burocracia governamental. Finalmente, eles compartilhavam uma visão nova e ousada do papel da ciência moderna, vendo-a com base na pesquisa fundamental e em horizontes intelectuais amplos.

O que fazia diferença era o fato de que o Instituto Biológico era uma instituição de pesquisa aplicada. Durante alguns anos, o prestígio e a forte personalidade de Rocha Lima, combinados com sua ligação familiar com Fernando Costa, bastaram para proteger o Instituto contra interferências externas. Depois de 1937, porém, com Ademar de Barros no governo do estado, não só o Instituto Biológico, mas todas as instituições científicas e educacionais de São Paulo começaram a sofrer.¹⁸ Em 1949, Rocha Lima pediu demissão, e o Instituto Biológico começou uma fase de lento declínio.

¹⁸ Maurício Rocha e Silva lembra aqueles anos como um período de “completo desastre”: “Em certo momento, os salários dos cientistas foram cortados, terminou o regime de tempo integral, e foram criadas tantas dificuldades que muitos preferiram deixar as instituições de pesquisa para conseguir um emprego no setor privado. O Instituto Butantã foi provavelmente o que mais sofreu, e durante algum tempo seus cientistas — por exemplo Anatol Rosenfeld e Leal Prado — se refugiaram no Biológico.” (entrevista com Maurício Rocha e Silva).

Em contraste, os melhores anos do Instituto de Biofísica ainda estavam por vir. A liderança de Carlos Chagas se prolongaria até a década de 1980, e a proteção contra as exigências de curto prazo e as interferências externas, a relativa independência dos cursos profissionais e um sólido compromisso com altos padrões de excelência se combinavam para fazer do Instituto de Biofísica um herdeiro genuíno das melhores tradições de Manguinhos.

QUÍMICA: LIMITES E POSSIBILIDADES DO MODELO ALEMÃO

No Brasil, a Química sempre contou com uma importante participação alemã, que pode ser ilustrada pela lista de alguns dos nomes mais importantes nesse campo.¹⁹ Theodore Teckolt, nascido na Silésia alemã e formado em Farmácia pela Universidade de Rostock, reorganizou o laboratório de química do Museu Nacional em 1874, sob a direção de Ladislau Neto; Wilhelm Michler, nascido em Württemberg, estudou no Instituto Politécnico de Stuttgart, doutorou-se em Zurique com Victor Meyer e em 1884 foi nomeado professor de química industrial da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, onde usou fundos privados para montar um laboratório de química no qual poderia trabalhar e treinar seus alunos; F. G. Dafert, que em 1887 organizou a Estação Agronômica de Campinas; Alfred Schaeffer, que recebeu bacharelado em Farmácia e doutorado em Química pela Universidade de Munique e organizou não só o Laboratório de Análise do Estado, em Belo Horizonte, em 1911, mas também o da Escola de Engenharia, alguns anos depois; Otho Rothe, que tinha doutorado em Química pela Universidade de Jena e foi contratado em 1920 para instalar o curso de Química da Escola de Engenharia de Porto Alegre, tendo sucedido Schaeffer em Belo Horizonte, em 1926 — e vários outros.

A participação alemã se tornou ainda mais pronunciada com a chegada de Heinrich Rheinboldt à Universidade de São Paulo e a de Fritz Feigl ao Laboratório de Produção Mineral do Rio de Janeiro, que pertencia ao Ministério da Agricultura. Rheinboldt foi seguido pelo seu assistente Heinrich Hauptmann e, mais tarde, por Herbert Stettiner, Hans Stammreich e Pawel Kromholz. Hans Zocher, que tinha ensinado nas Universidades de Berlim e Praga, veio também trabalhar com Fritz Feigl.

¹⁹ Vide uma história da química no Brasil em Rheinboldt, 1955 e Mathias, 1975.

Havia três razões por trás dessa forte presença alemã: os laços econômicos e migratórios que ligavam os dois países até a década de 1930; o problema de emprego dos jovens professores alemães, devido à tradicional rigidez das universidades do seu país; e as crises e perseguições resultantes do crescimento do nazismo na Alemanha, que provocou a emigração não só de cientistas judeus, mas também daqueles que eram simplesmente liberais. De outro lado, havia no Brasil um grande interesse pela Química alemã, talvez devido à tradição germânica de integrar a pesquisa química às atividades industriais. Esse era portanto um excelente teste da possibilidade de transplantar esse tipo de tradição para um contexto econômico e social diferente. Como veremos, o fracasso em reproduzir tal integração contribuiu para as dificuldades encontradas nas tentativas de enraizar a Química no Brasil.

Mas a presença alemã não era exclusiva. Um levantamento detalhado dos professores de química e dos autores de livros dessa matéria, feito por Heinrich Rheinboldt, mostra uma longa lista de nomes não-germânicos nas escolas de Medicina e Engenharia do País, alguns deles considerados originais e muito competentes.²⁰

O Instituto de Química do Rio de Janeiro foi a primeira instituição dedicada especificamente a essa matéria. Foi organizado como um centro de pesquisa e treinamento, que deveria organizar “cursos estritamente científicos para treinar químicos profissionais”, além de cursos breves para os não-especialistas, ensinando “certos aspectos da química aplicada para uso da indústria e do comércio”.²¹ Esses cursos, que tiveram vida

²⁰ Um desses professores era Álvaro Joaquim de Oliveira, engenheiro militar e autor de *Apontamentos de Química*, livro que Rheinboldt considera “a melhor e mais original obra brasileira” nesse campo. Rheinboldt observa que Álvaro de Oliveira foi, com Benjamin Constant Botelho de Magalhães, um dos fundadores da Sociedade Positivista, e talvez essa tenha sido a razão pela qual ele “foi levado a defender a teoria da constância da valência de modo tão unilateral que isso deu ao seu livro um traço peculiar. As obras de Álvaro de Oliveira merecem a atenção de um filósofo qualificado!” A posição de Rheinboldt com respeito ao positivismo brasileiro era marcada por uma perplexidade cautelosa: “É muito peculiar que essa doutrina — que indica claramente os caminhos que devem ser seguidos na futura pesquisa química, o que levou J. H. Van’t Hoff, por exemplo, a fazer descobertas maravilhosas — não tenha detonado o que era tão necessário no Brasil: a abolição do velho sistema de ensino decorado e o nascimento da pesquisa pura. Mas nem mesmo o próprio Álvaro de Oliveira fez uma única experiência original.” (Rheinboldt, 1955:69).

²¹ Mathias, 1975:17, cita excertos do decreto que criou o Instituto.

curta, inspiraram eventualmente a criação de vários outros cursos de Química Industrial em todo o País. Em 1920, o governo ofereceu um subsídio de 100 contos (na época, o equivalente a aproximadamente 6 mil libras esterlinas) para os cursos que fossem criados em Belém, no Recife, em Salvador, em Belo Horizonte, em Ouro Preto, no Rio de Janeiro, em São Paulo e em Porto Alegre. Durante algum tempo, essa lei estimulou o estudo da química nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica de São Paulo, nas escolas de Engenharia de Belo Horizonte (que contratou Schaeffer e von Burgher), de Porto Alegre (que contratou Otho Rothe e E. Schirm) e do Recife, assim como na Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Niterói. Antes disso, em 1926, a Escola Politécnica de São Paulo tinha fundido seus cursos de Química e Engenharia Industrial em um curso de Engenharia Química. Quando o financiamento oficial foi extinto, em 1930, essa experiência praticamente terminou. Só as instituições que tinham iniciado seus programas de química de forma independente continuaram a existir. Em 1934, uma nova Escola, a Nacional de Química, foi criada no Rio de Janeiro, mas nunca adquiriu o status de uma instituição de pesquisa importante.²²

Hoje fica claro que as tentativas iniciais de implantar a Química no Brasil falharam porque o País não reproduzia a combinação especial de um sólido ambiente acadêmico com uma indústria química ativa, como acontecia na Alemanha de forma tão marcante. A experiência mostrou que, se inexistiam aquelas duas condições, a pesquisa química se

²² Dirigida primeiro por Freitas Machado e depois por Carneiro Felipe, ela estava ligada ao Departamento Nacional de Produção Mineral, que manteve seu curso de Química Industrial até 1951, quando foi transformado em um curso de Engenharia Química. A Escola Nacional de Química parece ter sido particularmente infensa a influências externas. A partir de 1939, o Laboratório de Produção Mineral contratou Fritz Feigl, de reputação internacional, a quem se juntou em 1946 Hans Zocher. Jacques Danon, que estudou na Escola Nacional de Química, lembra que esses professores estrangeiros não tinham nenhuma influência na Escola porque foram proibidos de ensinar. “A comunidade científica brasileira — a comunidade de professores, para ser mais exato — era extremamente ciumenta dos privilégios derivados das suas cátedras e tinha medo dos indivíduos mais criativos. Não os culpo, porque compreendo suas condições sociais. A presença de nomes dessa importância ameaçava os que posavam de especialistas, mas não tinham criatividade.” (entrevista de Danon). A Escola Nacional de Química sofreu várias transformações nos anos seguintes, mas o ensino da química como disciplina independente só foi institucionalizado no Rio de Janeiro com a criação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na década de 1970.

beneficiava mais com uma ênfase no trabalho acadêmico do que na busca de resultados da sua aplicação.²³

A pesquisa química na Universidade de São Paulo foi criada por Heinrich Rheinboldt em conformidade com a tradição alemã. Rheinboldt tinha chegado ao Brasil em 1934 e já era então um cientista experiente.²⁴ Estava acompanhado de Heinrich Hauptmann — que completara seu doutorado em Química sob a orientação de Fritz Strauss, tendo trabalhado em Göttingen com Adolf Windaus, que recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1928 pela descoberta do colesterol — e por Herbert Stettiner, doutorado pela Universidade de Berlim em 1928.

O Departamento de Química da Faculdade de Filosofia adquiriu renome pela orientação prática, sistemática e empírica que lhe imprimiram Rheinboldt e a sua equipe. Lembra Walter Mors que “os primeiros grupos de estudantes eram muito pequenos. Fui da terceira ou quarta geração, e éramos 24. Vivíamos nos laboratórios, das 8 da manhã às 6 da tarde, e só os deixávamos para assistir as aulas”.²⁵ Rheinboldt dava as aulas teóricas e experimentais e ensinava química geral, inorgânica e analítica, com a assistência de Stettiner. Hauptmann estava incumbido do trabalho prático e do ensino das químicas física, orgânica e biológica.²⁶

Rheinboldt sempre se referia ao seu departamento como “o Instituto”, seguindo a tradição alemã, e se conduzia de acordo com isso. Além da licenciatura em Química para professores secundários, oferecia também doutorado para os que pudessem apresentar dissertação baseada em projeto original de pesquisa, sob a direção de um professor. Dois dos quatro primeiros alunos, Simão Mathias e Pascoal Senise, obtiveram seu doutorado e foram contratados pelo departamento.²⁷

²³ Para Simão Mathias, aluno de Rheinboldt na Universidade de São Paulo, os cursos de química industrial da década de 1920 fracassaram porque eles se destinavam apenas “ao treinamento profissional, não estavam orientados para estudos neutros de profundidade ou para a pesquisa original”. (Mathias, 1975:21). Esse seria o objetivo do Departamento de Química da Universidade de São Paulo.

²⁴ Heinrich Rheinboldt nasceu em Baden e formou-se em Química e Geologia pelo Instituto Técnico de Karlsruhe; tinha um doutorado em Estrasburgo sob a orientação de W. Wedekind. Em 1927, já dirigia o Departamento de Química Analítica e Inorgânica da Universidade de Estrasburgo, e em 1928 ensinou no Instituto de Química de Bonn como *extraordinarius*.

²⁵ Entrevista com Mors.

²⁶ Mathias, 1975:11.

²⁷ Acredita-se que Simão Mathias tenha recebido o primeiro título de doutor concedido pela Universidade de São Paulo.

Inicialmente, os departamentos de Física e Química estavam sediados na Escola Politécnica, mas, como não foram bem recebidos, mudaram-se para a seção de Farmácia da Faculdade de Medicina. Mas lá a situação era ainda pior.²⁸ Pouco depois, o departamento foi instalado em um prédio provisório da alameda Gleite.

A hostilidade das escolas profissionais não impediu o Departamento de Química de formar bons químicos. Na verdade, os estudantes de química formados pela Faculdade de Filosofia foram considerados a melhor geração de químicos profissionais já graduada no Brasil e não tinham dificuldade em encontrar emprego no número cada vez maior de indústrias brasileiras e multinacionais que eram instaladas em São Paulo e em outras cidades. Isso não significa que houvesse qualquer tipo de relacionamento entre o Departamento e alguma agência de planejamento econômico ou industrial, ou entre o Departamento e o setor privado. Com exceção da época da Guerra, quando o departamento ajudou a desenvolver os cristais de quartzo para o projeto de sonar, quase não havia contato direto entre seus professores e a indústria ou as agências governamentais. Isso contrariava a experiência alemã e portanto era considerado algo ruim.

A situação foi assim descrita por Simão Mathias:

“Se olharmos para os departamentos de química importantes na Alemanha e em outros países, depois da Segunda Grande Guerra (ou mesmo depois da Primeira Grande Guerra, nos Estados Unidos), veremos que eles mantinham intensos contatos com as indústrias. Havia sempre contratos ou outras formas de colaboração entre os industriais e os cientistas. Essa é uma antiga tradição alemã que foi adotada pelos americanos. Infelizmente, aqui [no Brasil] isso nunca foi entendido. Nossas leis, que prescrevem o tempo integral, proíbem esses arranjos. No nosso país ninguém jamais favoreceu os contatos entre a indústria e a ciência. Quando eu era diretor do Departamento de Química [da Universidade de São Paulo] procurei várias vezes a Federação das Indústrias, tentando algum tipo de integração, mas sem sucesso.”

²⁸ Mathias lembra que “quando estava sendo construído um novo laboratório de química, os estudantes de Medicina fizeram um protesto: ‘Não queremos filósofos na Faculdade de Medicina!’ Para eles, nós éramos os filósofos da Faculdade de Filosofia. Uma noite alguém pôs fogo nos andaimes, e foi o fim do departamento de química na Faculdade de Medicina”. (entrevista com Mathias).

O problema não se limitava à incompreensão ou à regulamentação rígida do trabalho em tempo integral:

“A maior parte das nossas indústrias químicas é controlada por empresas multinacionais ou é associada a elas. Essas indústrias têm seus próprios laboratórios nos países de origem e não estão interessadas em fazer pesquisa científica no Brasil. (...) O País precisa criar sua própria tecnologia, relevante para a nossa realidade, em vez de transferir tecnologia dos países mais avançados, que nos obrigam a usar um sistema desenvolvido por eles.”

Não só as indústrias viravam as costas para os departamentos de química, mas o próprio governo fazia o mesmo: “Nunca tivemos projetos de pesquisa aplicada bem definidos. Jamais recebemos para pesquisar projetos bem definidos. Um exemplo é o álcool. Agora o governo despertou e descobriu que o álcool pode substituir o petróleo. Nós, químicos, há séculos sabíamos disso.” No entanto, esse isolamento não parece ter prejudicado a qualidade da pesquisa desenvolvida na Universidade de São Paulo. “Os fenômenos químicos não conhecem fronteiras. Eles acontecem aqui como em outros planetas, como estamos aprendendo hoje com a astrofísica. Todo o nosso trabalho científico está sendo publicado em revistas internacionais e acrescenta ao conhecimento existente nesse campo científico.”²⁹

Em outras palavras, os pesquisadores de Química na Faculdade de Filosofia sonhavam com um trabalho muito mais aplicado, mas seu sucesso relativo pode ser explicado pelo fato de que, querendo ou não, eles orientavam seu trabalho para a pesquisa básica.³⁰ Os equívocos implícitos nas frustrações de Mathias com o seu departamento foram

²⁹ Entrevista com Mathias.

³⁰ A competência profissional e os altos padrões desenvolvidos por Rheinboldt e seu grupo são indiscutíveis. No entanto, é possível que eles não estivessem tão atualizados na sua disciplina como os colegas que trabalhavam no campo da Física. Mathias lembra que o curso de Hauptmann sobre a físico-química, na Universidade de São Paulo, era “um desastre”. Paulus Pompéia, físico, diz que Rheinboldt e Hauptmann “eram grandes químicos, mas do século XIX”. “Os alemães tinham avançado muito na química clássica, mas não sabiam física, não conheciam a mecânica quântica, não sabiam a parte física da química. Creio que esse era um problema peculiar à Alemanha, porque em outros lugares os químicos trabalhavam bem perto dos físicos” (entrevista com Mathias). Provavelmente por essa razão vários jovens talentosos que vieram estudar Química na Universidade de São Paulo, como José Israel Vargas, não encontravam ali as respostas intelectuais que estavam buscando e logo se transferiam para o Departamento de Física.

captados por Joseph Ben-David no texto que escreveu em 1976, depois de uma curta visita ao Brasil, sobre a comunidade científica brasileira e sua frustração a respeito da pesquisa aplicada:

“No longo prazo, limitar a pesquisa e o treinamento às exigências de problemas definidos tecnologicamente seria muito ineficiente. As pessoas treinadas com esses objetivos teriam grande dificuldade em aprender novas tecnologias, e a pesquisa dessa forma limitada em pouco tempo ficaria obsoleta. Novas necessidades tecnológicas exigiriam novos planos de treinamento e pesquisa, e o amadurecimento desses planos normalmente seria mais lento do que o aumento das necessidades. (...) Contrariando o mito de que os países em desenvolvimento não têm condições de fazer ciência pura e devem ajustar seus investimentos em pesquisa e treinamento a metas econômicas precisas, isso para eles seria a coisa mais irracional a fazer. Como eles têm grandes incertezas sobre o rumo futuro do seu desenvolvimento econômico e tecnológico, ao submeter seus esforços a considerações estreitas, provavelmente os orientarão mal, desperdiçando-os.”³¹

Rheinboldt e Hauptmann mantiveram no Brasil os interesses de pesquisa que tinham sido definidos na Alemanha. O primeiro trabalhava no “estudo dos compostos orgânicos e moleculares do enxofre, e mais tarde dos compostos orgânicos do selênio e telúrio”. Hauptmann examinava a composição dos produtos naturais encontrados no Brasil, inclusive a química do café. A pesquisa sobre produtos naturais foi desenvolvida por Walter B. Mors, que estudou com Hauptmann e em 1943 ingressou no recém-criado Instituto Agrônomo do Norte, em Belém — uma das várias estações de pesquisa agrícola estabelecidas pelo Ministério da Agricultura. O Instituto se interessava, entre outras coisas, pela borracha natural, produto que naqueles dias tinha importância militar, e essa pesquisa era fortemente apoiada pelo governo norte-americano. Mors pesquisava as propriedades de uma planta conhecida localmente como timbó, que produzia uma substância utilizada em inseticidas e que também tinha importância estratégica. Mais tarde, ajudou a organizar o Instituto de Química Agrícola do Rio de Janeiro, que era

³¹ Ben-David, 1976:17-8.

também um ramo do Ministério da Agricultura, desmantelado por decreto de 1962.³²

GLEB WATAGHIN E A FÍSICA DOS RAIOS CÓSMICOS

A Física moderna teve início no Brasil na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, com a física das partículas subatômicas, que, ao contrário da Química e das Ciências Biológicas, não apresentava nenhum resultado ou aplicação prática. Nas décadas seguintes, porém, surgiria a oportunidade de demonstrar seu valor prático, e a Física se tornaria um dos campos de pesquisa mais produtivos do Brasil.³³

A pesquisa física no Brasil teve início com Gleb Wataghin, que tinha sido convidado por Teodoro Ramos para a Universidade de São Paulo por intermédio de Enrico Fermi. Juntamente com Francesco Cerelli, da Academia Italiana de Ciências, Fermi ajudou a localizar candidatos adequados. Wataghin era um dos nomes sugeridos; o outro era o matemático Luigi Fantappiè, que na época tinha só 29 anos.³⁴ Wataghin não integrava o grupo dos maiores físicos da Europa, mas não estava longe deles; conhecia os físicos mais importantes, compreendia seu trabalho e identificava temas de pesquisa adequados para ele e para os seus estudantes.³⁵ Em 1927, participou de uma conferência

³² O Instituto de Química Agrícola desenvolveu um grupo importante de pesquisa sobre a química dos produtos naturais, com a cooperação de Carl Djerassi, da Wayne State University, e depois de Stanford, que antes tinha dirigido as atividades de pesquisa da Syntex Corporation (Syntex tinha as patentes para a produção de hormônios usados nas pílulas de controle da natalidade, extraído de cactos mexicanos). Depois de 1962, Otto Gottlieb, um dos membros do grupo, foi organizar o Departamento de Química da nova Universidade de Brasília, enquanto Mors criava um centro de pesquisa sobre produtos naturais na Faculdade de Farmácia do Rio de Janeiro, incorporada mais tarde ao Departamento de Química da Universidade do Rio de Janeiro.

³³ Para uma história detalhada do desenvolvimento da Física moderna no Brasil, vide R. G. F. Pinto, 1978.

³⁴ Cerelli tinha estado previamente no Brasil e discutira com Armando de Sales Oliveira o projeto da nova Universidade. Wataghin soube que Fermi havia sugerido seu nome, e a princípio teve uma reação negativa. Foi quando Teodoro Ramos o convidou “em Roma, onde fomos a um restaurante famoso — *Via della Scrofa* — onde a pasta era comida com colheres e garfos de ouro puro”. (entrevista de Wataghin). Por fim ele concordou.

³⁵ Wataghin nasceu em Odessa e completou o curso secundário na Rússia. Seu pai era um oficial engenheiro do exército russo, e, depois da revolução, em 1919, toda a família emigrou para a Itália. Em Turim, Wataghin fez traduções do russo para o esperanto, ensinou latim e matemática e trabalhou na indústria cinematográfica. Em 1922, obteve doutorado em Física pela Universidade de Turim, e em 1924 foi contratado como assistente pela Escola Politécnica daquela Universidade. Cinco anos depois recebia do Ministério da Educação da Itália a qualificação de livre-docência em Física teórica, com a licença para ensinar mecânica racional e física avançada.

internacional de Física em Como, na Itália, familiarizando-se com os físicos mais conhecidos do seu tempo. Em 1930, publicou um artigo no *Zeitschrift für Physik* a respeito das forças e partículas nucleares, que foi debatido na conferência de Solvay daquele ano, e provocou troca de cartas com Enrico Fermi. Em 1931, Wataghin começou a estudar os raios cósmicos (linha de investigação iniciada em 1921 por Robert Milikan, nos Estados Unidos, e continuada por Arthur Compton) e publicou seu primeiro artigo sobre a relatividade. Em 1933, Wataghin viajou pela Europa, passando alguns meses em contato com Lord Rutherford, em Cambridge, e algumas semanas em Copenhague com Niels Bohr — experiências que marcariam sua vida como cientista.³⁶

Inicialmente, Wataghin e Fantappiè partilharam um pequeno escritório no terceiro andar da Escola Politécnica. “Tínhamos de dar um curso completo. Fantappiè ensinava todas as matérias matemáticas, e eu a física experimental e teórica e a mecânica teórica. Dávamos muitas aulas. Além disso, fui instruído a montar um laboratório experimental. Sempre preferi a teoria, mas podia começar com os raios cósmicos, a alta energia. E para isso podia usar um laboratório.”³⁷ Entre seus primeiros alunos na Politécnica estavam Mário Schenberg, Júlio Rabim, Cândido da Silva Dias e Cavalcante Albuquerque. Entre 1937 e 1942, Wataghin desenvolveu duas linhas de pesquisa: a primeira em física teórica, com Schenberg, Abraão de Moraes e Waltger Schutzer; a segunda sobre os

³⁶ “Da minha época em Cambridge, lembro-me especialmente de dois tipos de eventos. Em dois ou três domingos fui convidado para tomar chá em casa de Rutherford. Todos vieram, conheci Geiger e fiz amizade com Dirac. Essas reuniões me davam uma idéia da sociedade inglesa, que naquela época era muito exclusiva. Na reunião, havia não só cientistas, mas também senhoras. Para mim, essas ocasiões eram úteis e extremamente interessantes.” Os outros eventos eram as reuniões semanais do chamado Clube Kapitza. “Kapitza era um cidadão soviético e trabalhava em estreito contato com Rutherford. Ele é quatro ou cinco anos mais velho do que eu, o que significa que na época teria 36 ou 37 anos... Fizemos amizade — os dois somos russos — e costumávamos jogar xadrez. Acho que ele quase sempre ganhava, mas isso não importava. O importante era a amizade, a conversa...” A próxima escala foi Copenhague: “Pela primeira vez encontrei pessoalmente Bohr. Havia também Heitler, Heisenberg, Pauli... A reunião era presidida por Pauli, e Bohr me convidou a apresentar minhas idéias. Todos foram contra mim, porque eu acreditava que os raios cósmicos têm várias fontes.” De Copenhague, Wataghin foi para Leipzig, onde Heisenberg trabalhava em um período de grande excitação. “Lá encontrei Jordan, Debye, Max Born — que acabara de chegar à cidade — e Ettore Majorana, muito jovem, que me impressionou como um autêntico gênio, que na verdade ele era.” (entrevista com Wataghin). Com a exceção do seu artigo da conferência de Solvay, Wataghin era um desconhecido e sempre se impressionou com a informalidade e a cordialidade com que foi recebido por essa pequena elite.

³⁷ Entrevista com Wataghin.

raios cósmicos, com Marcelo Damy de Souza Santos, Paulus Pompéia e Yolande Monteux.

Wataghin era sobretudo um físico teórico,³⁸ e entre 1934 e 1936 publicou vários trabalhos teóricos sobre a estatística das partículas leves em alta temperatura e sobre eletrodinâmica relativista e quântica. Seu melhor aluno de física teórica foi provavelmente Mário Schenberg. Este tinha chegado a São Paulo vindo de Recife, onde estudara com Luís Freire, e logo ficou claro que era dotado de um talento extraordinário para a matemática e a física. Em 1936, Schenberg viajou para Roma, onde trabalhou com Fermi durante dois anos.³⁹ Em 1939, foi convidado por George Gamow, que estivera no Brasil, a trabalhar com na Universidade George Washington, e juntos desenvolveram uma teoria astrofísica que se tornou conhecida como o “processo Urca” — referência ao cassino da Urca, no Rio de Janeiro. Mais tarde passou algum tempo no Centro para Estudos Avançados de Princeton e no Observatório Astronômico Yerkes, com Subramanyan Chandrasekhar, voltando ao Brasil em 1942. Em 1944, foi nomeado para a cátedra de mecânica racional da Faculdade de Filosofia da Universidade de São Paulo.

Desde que se graduou, em 1937, Marcelo Damy, que tinha trocado a Engenharia pela Física, foi o principal assistente de Wataghin nos trabalhos experimentais.⁴⁰ A pesquisa se intensificou em 1938 com a chegada de Giuseppe Occhialini, que tinha estudado em Cambridge com Patrick M. Blackett. Segundo Damy, foi ele que introduziu no Brasil a tradição de física experimental que vinha sendo desenvolvida por J. J. Thompson e Lord Rutherford, e teve início assim uma nova série de experiências com raios cósmicos. No fim de 1938, Damy recebeu uma

³⁹ Wataghin lembra que “Schenberg voltou uma pessoa diferente: ele tinha aprendido muito mais do que eu poderia ter-lhe ensinado. A partir desse momento, nós colaboramos um com o outro; ele desenvolveu um belo trabalho sobre os raios cósmicos e começou depois a trabalhar em eletrodinâmica, sob a direção de Dirac. Ele tinha aprendido muito em Roma, e decidi que ele não tinha muito mais a aprender comigo e devia voltar a viajar”. (entrevista com Wataghin).

⁴⁰ “Comecei a trabalhar com os problemas relativos aos raios cósmicos, que exigiam tecnologias muito especiais. Assim, por exemplo, todas as observações eram feitas com equipamentos baseados em circuitos eletrônicos. A radiação era detectada com os famosos contadores Geiger-Müller, que na época não eram muito conhecidos. Mas no mercado não havia circuitos eletrônicos para detectores de radiação; o físico precisava planejar e fabricar seus próprios circuitos, construir o detector com as próprias mãos, para então usá-lo na pesquisa que queria fazer.” (entrevista com Marcelo Damy).

bolsa do governo inglês para Cambridge. “Em Cambridge, trabalhei com Sir Henry Bragg e seu filho, William Lawrence Bragg, que como o pai tinha recebido um prêmio Nobel. William Bragg era um especialista em raios-X, e eu tinha um outro supervisor de pesquisa, o Professor H. Carmichael. Carmichael era o especialista em raios cósmicos de Cambridge e trabalhara com Walter Heitler e H. Bhaba, ambos muito famosos, ganhadores do prêmio Nobel.”⁴¹ Com a Guerra, os cientistas de Cambridge se envolveram na pesquisa para desenvolver o radar, e Damy foi convidado para permanecer na Inglaterra e juntar-se ao grupo, pois a nova tecnologia exigia medições muito precisas. Houve contatos oficiais entre o *Foreign Office* inglês e o Ministério das Relações Exteriores do Brasil sobre essa possibilidade — que o governo brasileiro não aceitou — e em 1940 Damy retornou ao Brasil.

No princípio de 1939, Damy foi substituído como assistente de Wataghin por Paulus A. Pompéia, formado pela Escola Politécnica de São Paulo em 1935.⁴² Wataghin, Occhialini e Pompéia iniciaram uma série de estudos sobre os raios cósmicos, usando aviões da Força Aérea Brasileira voando a sete mil metros de altura. A convite de Arthur Compton, Pompéia foi para os Estados Unidos em 1940 e trabalhou dois anos sob a supervisão de Norman Wilberg (que mais tarde dirigiu o Laboratório Argon, de Chicago), desenvolvendo circuitos eletrônicos e novas técnicas de medição.

Em 1941, Compton organizou uma expedição à América do Sul para medir o impacto dos raios cósmicos nos Andes bolivianos e na região de São Paulo, e Pompéia retornou ao Brasil para preparar o evento, com Wataghin e Damy. Eles trabalharam com balões estratosféricos e Wataghin demonstrou a existência de “chuvas penetrantes” de raios cósmicos, que evidenciavam a produção múltipla de mésons. Em 1942, Compton foi nomeado para dirigir o *Metallurgical Laboratory*, que estava trabalhando no projeto da bomba atômica, e Pompéia regressou ao Brasil. Com todos os mais importantes grupos científicos da Inglaterra e dos Estados Unidos envolvidos no esforço de guerra, Wataghin e seus companheiros foram durante algum tempo os únicos a trabalhar com

⁴¹ Entrevista com Marcelo Damy.

⁴² Entre 1935 e 1938, Paulus Pompéia tinha trabalhado como assistente de Fonseca Teles no Instituto de Eletrotécnica, onde organizou um laboratório para medições físicas.

os raios cósmicos. Pouco tempo depois, contudo, os brasileiros também se envolveriam com a tecnologia militar.

O ESFORÇO DE GUERRA

Marcelo Damy lembra que “um ou dois meses depois do meu regresso da Inglaterra, Paulus Pompéia e eu fomos procurados pela Marinha brasileira sobre a possibilidade de desenvolver equipamentos para detectar a presença de submarinos. (...) Tivemos muitos navios torpedeados por submarinos alemães e italianos, e não tínhamos qualquer equipamento para detectá-los. Embora o Brasil se tivesse unido aos Aliados na Guerra, não só não recebeu os novos sonares e radares, como os brasileiros não podiam sequer se aproximar dessas instalações militares ultra-secretas. Antes, tínhamos sido procurados também pelo Exército, que estava fabricando projéteis para canhão com pólvora fabricada no Brasil, e era preciso criar métodos para medir a velocidade desses projéteis. Essa foi a nossa primeira tarefa militar”.⁴³

Nos dois casos citados, os físicos foram abordados depois que as autoridades perceberam que ninguém mais no Brasil podia executar esses projetos:

“Quando recebemos essa incumbência da Marinha, deixamos claro à pessoa responsável, o Almirante Guilherme Bastos Pereira das Neves, que não tínhamos experiência com problemas navais e com a detecção de submarinos, pois não passávamos de ‘filósofos’ trabalhando com raios cósmicos. Mas, para poder estudar os problemas de ciência básica, éramos obrigados a empregar metodologias não convencionais a fim de demonstrar a existência de certos fenômenos. Portanto, estávamos acostumados a enfrentar o desconhecido e a tratar com ele. Acreditávamos assim que, pelo menos do ponto de vista psicológico, tínhamos a atitude adequada para examinar o problema. Além disso, pensávamos que ele não seria excessivamente difícil. Há um número razoável de publicações sobre as técnicas utilizadas para a detecção de submarinos na Primeira Guerra Mundial. Nosso problema não nos obrigava a descobrir novas leis da natureza, mas a redescobrir, por assim dizer,

⁴³ Entrevista com Damy.

as condições em que um fluxo de ultra-som podia ser emitido e recebido de volta e como medir o intervalo de tempo transcorrido para identificar a posição do submarino.”⁴⁴

Para o Exército, Pompéia desenvolveu um instrumento que podia medir a velocidade inicial dos projéteis com uma precisão de 0,4%.⁴⁵ Ele e Damy desenvolveram também rádios portáteis para os jipes e caminhões do Exército. Os projetos mais interessantes, porém, eram os da Marinha. O primeiro produto foi um instrumento que podia ouvir o som das hélices de um submarino. Mais tarde, desenvolveram um equipamento para enviar um feixe de ultra-som, mas não conseguiram captar o seu eco. Depois conseguiram chegar a um sonar completo, que na versão final tinha um transmissor com 400 cilindros de níquel soldados em uma base de aço que precisava girar continuamente. O eco era captado por um detetor de cristal. Um problema especial, que foi resolvido pelo Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, era a fabricação de cristais de quartzo do tamanho adequado. Damy e Pompéia desenvolveram um termostato especial, que funcionava com a dilatação da gasolina, para controlar a temperatura do arrefecimento do cristal.

Desenvolver esses equipamentos, na época completamente desconhecidos no Brasil, exigiu que vários problemas técnicos fossem resolvidos, mediante a incorporação ao processo de novos especialistas e instituições — tais como o Liceu de Artes e Ofícios, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas e o Instituto de Eletrotécnica, todos em São Paulo. Oitenta sonares foram construídos para a Marinha, com peças fornecidas por 22 indústrias, que ignoravam seu destino final. Os sonares eram montados no edifício da Faculdade de Filosofia, na avenida Brigadeiro Luís Antônio, por Damy, Pompéia e 18 técnicos especializados.

Depois da Guerra, a Marinha terminou sua cooperação com os físicos da Universidade de São Paulo, que retornaram a seus trabalhos acadêmicos e científicos. Mas o *know-how* tecnológico desenvolvido pelo

⁴⁴ Entrevista com Marcelo Damy.

⁴⁵ “A medição de pequenos intervalos de tempo era completamente desconhecida dos engenheiros brasileiros — isso eu sabia por ter trabalhado nos Estados Unidos com a medição da meia-vida dos mésons, que tinha uma magnitude de microssegundos. Tratava-se de uma tecnologia muito especializada e muito nova.... Construímos um equipamento que media o tempo que o projétil levava para atravessar dois feixes luminosos.” (entrevista com Pompéia).

grupo tinha sido transmitido a outras instituições e empresas, que começaram a fabricar equipamentos elétricos e outros produtos sofisticados para o mercado consumidor do pós-guerra. À medida que a economia do País se abria, porém, essas indústrias, com poucas exceções, foram inviabilizadas pelas importações, ou adquiridas por empresas estrangeiras que se instalavam no Brasil.⁴⁶

DESENVOLVIMENTOS DO PÓS-GUERRA

A Guerra fez com que Fantappié retornasse à Itália, mas não Wataghin, que era um expatriado do seu país adotivo. No entanto, para os brasileiros Wataghin era italiano o bastante para mantê-lo afastado dos projetos militares desenvolvidos por Damy e Pompéia. Ele precisou deixar a chefia do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, mas continuou seus projetos de pesquisa, com a ajuda de Oscar Sala e Elza Gomide. Sala ingressou na Universidade em 1942 e foi imediatamente convocado para ajudar a expedição Compton.

Sala lembra que, quando Wataghin o convidou para participar do seu estudo sobre os raios cósmicos, o Departamento de Física da Universidade de São Paulo já tinha interrompido todos os projetos de pesquisa acadêmica. Seu primeiro problema foi reconstruir todos os equipamentos “mais sofisticados do que os usados antes por Damy e Pompéia”.⁴⁷ A princípio, Wataghin e Sala, que trabalhavam com poucos recursos e escasso apoio, instalaram seus equipamentos no sótão da Faculdade de Medicina e depois os transferiram para uma garagem em um pequeno hotel de Campos do Jordão.⁴⁸

Depois da Guerra, com Marcelo Damy dirigindo o Departamento de Física, a Fundação Rockefeller doou 75 mil dólares para a aquisição

⁴⁶ Leff, 1968.

⁴⁷ Entrevista com Sala.

⁴⁸ “Não havia dinheiro para pagar o transporte e minhas despesas em Campos do Jordão. Wataghin pagava essas despesas do seu bolso, ou então pedíamos auxílio a pessoas ricas e conhecidas. Certa vez, Wataghin foi falar com o Governador de São Paulo, Ademar de Barros. Wataghin era uma pessoa entusiástica, e nessa conversa (que eu não presenciei, ouvi a história mais tarde) o Governador ficou muito impressionado, abriu uma gaveta, tirou um pacote de notas e perguntou: ‘Professor, de quanto o senhor precisa?’ É uma história engraçada, que mostra a opinião que Wataghin tinha do Governador.” (entrevista com Sala). E mostra também o isolamento de Wataghin nessa época.

um acelerador de partículas nos Estados Unidos. Damy e Wataghin viajaram aos Estados Unidos para escolher o equipamento e se decidiram por um betatron de 23 megawatts. Damy permaneceu em Illinois durante um ano, trabalhando com Donald W. Kerst nesse betatron.⁴⁹ Ao se graduar, em 1945, Sala foi convidado a trabalhar como assistente de Damy e viajou a Illinois em 1946, com Paulo Bittencourt, também com apoio da Fundação Rockefeller, para trabalhar com Maurice Goldhaber em física de nêutrons. Em 1948, esteve em Wisconsin para preparar a compra de um novo equipamento para a Universidade de São Paulo: um acelerador eletrostático Van der Graaf.

A linha de pesquisas sobre os raios cósmicos desenvolvida por Wataghin foi continuada por César Lattes, que entre 1941 e 1943 estudou na Faculdade de Filosofia, tendo trabalhado com Occhialini, que também ficou no Brasil durante a Guerra. Em 1944, a Universidade o contratou como terceiro assistente da cadeira de física teórica e matemática, e ele mais tarde se envolveu com o trabalho experimental. Em 1945, Occhialini, que no ano anterior se tinha transferido para a Universidade de Bristol, convidou Lattes para se juntar a ele. Em Bristol, Lattes trabalhou com Blacket, Conversi, Pancini e outros, sob a direção geral de Cecil Powell. Depois de Bristol, Lattes foi convidado a apresentar os resultados do seu trabalho em Copenhague, e em seguida foi para Berkeley, onde George Gardner tinha um cyclotron, “com a clara intenção de produzir artificialmente mésons pesados, cuja desintegração devia produzir mésons leves”.⁵⁰ Em Berkeley, Lattes conseguiu produzir mésons-pi e demonstrar como eles se desintegravam em mésons-mi e em uma nova partícula, o neutrino.⁵¹ Em 1949, César Lattes voltou ao Brasil para organizar, no Rio de Janeiro, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, do qual foi o primeiro diretor científico.

⁴⁹ A instalação do betatron proporcionou uma oportunidade para treinar um novo grupo de cientistas, que incluía José Goldemberg, R. Pieroni e outros. “Foi o primeiro equipamento e permitiu o início da física nuclear no Brasil.” (entrevista com Marcelo Damy).

⁵⁰ Entrevista com César Lattes.

⁵¹ José Leite Lopes descreve assim o trabalho de Lattes em Berkeley: “Uma realização importante na física, a descoberta dos píons e a desintegração do pión-múon, assim como o trabalho de Marcello Conversi e seus associados, na Itália, sobre a captura de mésons na radiação cósmica, marcaram o nascimento da física das partículas como um campo independente da física nuclear, depois de anos de realizações científicas limitadas, durante a Segunda Guerra Mundial.” (Lopes, 1988:2).

Nesse mesmo ano, Wataghin voltou à Itália para dirigir o instituto de Física da Universidade de Turim. A partir dessa época, ele só retornaria ao Brasil em ocasiões especiais: em 1952, para um curso breve; em 1955, para receber o grau de doutor *honoris causa* da Universidade de São Paulo, e em 1971, quando o Instituto de Física da nova Universidade de Campinas recebeu o seu nome.

Enquanto isso acontecia em São Paulo, no Rio de Janeiro se formava uma tradição diferente de pesquisa, embora em menor escala, com os trabalhos de Bernhard Gross e Joaquim Costa Ribeiro.

Gross nasceu na Alemanha, estudou Engenharia e obteve seu doutorado no Instituto Técnico de Stuttgart, onde fez pesquisas sobre os raios cósmicos. Chegou ao Brasil em 1933 e conheceu Dulcídio Pereira, titular da cadeira de física na Escola Politécnica, tendo como assistentes Joaquim Costa Ribeiro, Francisco Mendes de Oliveira Castro e Eugênio Hime. Foi convidado a apresentar seus trabalhos na Politécnica e no Instituto Nacional de Tecnologia, criado havia pouco, onde começou a trabalhar.⁵² Suas tarefas eram técnicas e aplicadas, mas ele conseguiu dar início a seus próprios projetos de pesquisa.

“Em 1934, a companhia de eletricidade local queria medir a resistência elétrica dos cabos telefônicos e da sua insulação. Começamos a fazer essas medições. Os cabos apresentavam um fenômeno que me tinha fascinado na Alemanha, juntamente com os raios cósmicos: o que se conhecia como absorção dielétrica. Começamos a medir com instrumentos muito simples. À medida que o trabalho progredia, iniciamos também estudos teóricos, e os artigos produzidos naquela oportunidade de certa forma ainda são válidos, porque o assunto continua a ser tão relevante como naquela época.”⁵³

⁵² “Estava completamente só em uma sala que tinha (...) bem, era uma sala vazia. Eles ainda não possuíam uma divisão de física. Ou seja, ela existia no papel, e o diretor era Aníbal de Souza, que depois se transferiu para o departamento de propriedade industrial. No instituto, ele não fazia nenhum trabalho de física; estava mais interessado em patentes e coisas desse tipo. No começo eu tomei emprestado alguns equipamentos elétricos do Observatório Nacional, que tinham sido comprados por Henrique Morize. Precisava de uma fonte de alta tensão e consegui uma bateria de 500 volts. Havia também um galvanômetro. Não tinha idéia de como o conseguimos.” (entrevista com Gross). Com esses instrumentos, Gross começou a trabalhar.

⁵³ Entrevista com Gross.

Em 1937, Gross se tornou diretor da recém-criada divisão de normas do Instituto, incumbida de definir legalmente os padrões para pesos e medidas. Sendo alemão, em 1942 foi substituído por Oliveira Castro. Durante a Guerra, Gross teve um papel secundário no esforço de guerra, que incluiu o desenvolvimento de um mecanismo de relojoaria para a detonação de granadas. Colhido pelas circunstâncias, continuou as pesquisas de seu interesse e, em 1942, identificou um fenômeno que chamou de “congelamento” da corrente elétrica nos eletretos. O trabalho que realizou entre 1942 e 1945 foi publicado em três artigos no *Journal of Applied Physics* (1947, 1948 e 1949). Depois da Guerra, Gross continuou a trabalhar no Instituto Nacional de Tecnologia, desempenhando várias funções.

O mais importante colaborador de Gross, Joaquim Costa Ribeiro, formou-se em Engenharia pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, e em 1933 foi nomeado livre-docente. Ocupou a cadeira de física experimental na Universidade do Distrito Federal, enquanto Gross tinha a de física geral, sendo assistido por Plínio Sussekind da Rocha. Quando em 1939 a Universidade do Distrito Federal foi fechada, todo o grupo se transferiu para a Faculdade Nacional de Filosofia. Costa Ribeiro cooperou com Gross em diferentes projetos relacionados com eletretos, e em 1942 demonstrou a existência de um “efeito termo-dielétrico” que ficou conhecido como “efeito Costa Ribeiro”. Em 1946, Costa Ribeiro assumiu a cadeira de física da Faculdade Nacional de Filosofia, onde continuou suas pesquisas e formou um grupo significativo de estudantes, que incluía Paulo Saraiva de Toledo, Armando Dias Tavares, E. Rodrigues e Sérgio Mascarenhas. Este último, por sua vez, organizou o grupo de física do estado sólido da Universidade de São Carlos, onde Gross iria trabalhar no fim da vida.

* * *

Podemos agora propor algumas generalizações a respeito dessas experiências. Em primeiro lugar, os desenvolvimentos mais bem-sucedidos, e mais suscetíveis de aplicação prática no longo prazo, foram aqueles que contaram com uma orientação acadêmica mais forte. Em segundo lugar, todos eles se beneficiaram com a presença de imigrantes ou de visitantes estrangeiros — Wataghin, Rheinboldt, Brieger e Dobzhansky — que sabiam como formar discípulos e como criar uma

tradição de pesquisa. Em terceiro lugar, não tardaram em mandar seus melhores estudantes para os centros internacionais de pesquisa.

Foram experiências que levaram a realizações e também a problemas e fracassos, alguns já vistos, e outros que ainda estariam por ocorrer. De qualquer modo, elas deram ao Brasil, e mais especificamente à Universidade de São Paulo, uma densidade científica que nenhuma outra instituição educacional do País chegou a ter. Os cientistas vindos dessa Universidade, junto com os da tradição de Manguinhos, formariam a base para as principais evoluções ocorridas na ciência brasileira depois da Segunda Guerra Mundial. É impossível acompanhar esse desenvolvimento em todos os seus detalhes, e por isso a segunda parte deste livro apresenta uma perspectiva ampla da sua direção geral, além de discutir os problemas atuais e os dilemas para o futuro.

O Autor

SIMON SCHWARTZMAN é presidente do Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade no Rio de Janeiro. Foi, entre 1994 e 1998, presidente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, entre 1999 e 2002, diretor para o Brasil do American Institutes for Research. Estudou sociologia, ciência política e administração pública na Universidade Federal de Minas Gerais (1961); tem um mestrado em sociologia pela Faculdade Latino-americana de Ciências Sociais (FLACSO), Santiago do Chile (1963); e Ph.D. em ciência política pela Universidade da Califórnia, Berkeley (1973).

A tendência concentradora da produção de conhecimento no mundo contemporâneo*

Réplica

Fernando Antônio Ferreira de Barros

As críticas bem fundamentadas representam papel importante nas diversas searas da criação humana. No campo da ciência elas são consideradas como fator preponderante no processo de construção e validação do conhecimento. É a partir de debates – pautados em princípios éticos e científicos – e da superação de controvérsias geradas pelas novas proposições de interpretação da realidade que se vem avançando nas diversas áreas de conhecimento.

Creio, entretanto, que a tentativa de contribuição crítica expressa nas duas resenhas elaboradas por Paulo Roberto Almeida (“Monopólio do saber?” e “A produção do conhecimento nas sociedades contemporâneas: a concentração e as desigualdades são inevitáveis?”) sobre o meu livro “A tendência concentradora da produção do conhecimento no mundo contemporâneo” não chega a agregar elementos significativos para uma análise científica do tema por mim pesquisado.¹

Na minha avaliação, ambas apresentam comentários equivocados que revelam pouca atenção não só ao conteúdo mais preciso do livro, como também falta de embasamento para algumas contestações. Devo adiantar, no entanto, que não é minha intenção desencadear uma polêmica, mas sim chamar a atenção do resenhista e dos leitores, em geral, para alguns pontos de argumentação que precisam ser observados/reconsiderados.

¹ Resenha “A produção do conhecimento nas sociedades contemporâneas: a concentração e as desigualdades são inevitáveis?”, de Paulo Roberto de Almeida, publicada na revista *Parcerias Estratégicas*, de número 23, dezembro 2006.

O primeiro grande questionamento feito por Paulo Almeida está contido no seguinte comentário:

“A orelha do livro apresenta o que parece ser, ao mesmo tempo, a maior virtude e a maior fraqueza deste livro importante. Ela começa afirmando o seguinte, com o que concordamos inteiramente: “O conhecimento técnico-científico representa no mundo contemporâneo [não apenas nele, diríamos] uma base fundamental para o desenvolvimento socioeconômico das nações. Sua maior ou menor utilização nas estruturas organizacionais e produtivas de cada sociedade pode ser um dos fatores explicativos dos diferentes graus de desenvolvimento alcançados”. Até aí pode-se concordar com o autor, ou com quem elaborou a orelha, mas logo em seguida vem o argumento que justifica o título do livro: “Sua produção e apropriação[isto é, do conhecimento técnico-científico] encontram-se, entretanto, muito concentradas num grupo de países mais desenvolvidos”. Minha discordância fundamental do autor, devo adiantar desde logo, localiza-se nesta premissa inicial e fundamental, vale dizer a que dá sentido ao título e sustenta toda a argumentação da obra (p. 435).”

Ainda a esse respeito, Almeida afirma (p.439): “O título do livro já representa uma tese: obviamente, a de que a produção do conhecimento tende a se concentrar. Onde, exatamente? Nos países avançados, claro.”

Inicialmente devo esclarecer que diferentemente do que sugere o resenhista, o livro não apresenta uma tese de que exista uma tendência concentradora da produção do conhecimento apenas associada ao mundo contemporâneo. A proposição central do estudo é a análise de como esta tendência, observada ao longo da história do desenvolvimento científico e tecnológico, vem se manifestando na contemporaneidade.²

Procurou mostrar, assim, a partir de dados quantitativos e qualitativos elaborados sobre a produção científica e tecnológica, a

² Essa perspectiva de análise pode ser conferida mais objetivamente não só no Capítulo 5 do livro no qual afirmo, citando Joseph Ben-David, que “a tendência de concentração das atividades científicas em pólos dinâmicos é intrínseca ao próprio processo de desenvolvimento técnico-científico” (p.240) como também nas “Conclusões” ao comentar que “esse quadro de desigualdades em que se processa o desenvolvimento da ciência e tecnologia na atualidade não é uma questão recente” (p.267).

complexidade da questão na atualidade e o que se vem observando como transformações na realidade mundial. A conformação da concentração é considerada em suas dimensões internacional, de grandes blocos regionais e nacional. Saliento também alguns processos históricos diferenciados nos quais fica evidente, entre outros aspectos, que práticas políticas consistentes e continuadas têm possibilitado não só o incremento de suas produções técnico-científicas nas diversas áreas, como também a desconcentração de suas bases técnico-científicas.

Dessa forma, componho uma caracterização de como o fenômeno se manifesta na atualidade em suas diferentes dimensões, observando-se nesse quadro/panorama quais as principais regularidades e transformações ocorridas ao longo da última década do século 20 e os fatores que estão contribuindo para essa configuração.

Também fica desprovido de nexos o comentário do resenhista de que “Falar de uma tendência à concentração do conhecimento no mundo contemporâneo, como evidenciado no título deste livro, parece, assim, uma contradição nos termos, e isso a mais de um título. Ainda que as desigualdades sejam um fato, a tendência é desconcentradora, paradoxalmente (p. 445).”

Esta sua afirmação está baseada em que dados? Por que ele não os apresenta ou cita suas fontes de referência? Para poder afirmar – como faz o resenhista – que a “tendência é desconcentradora” teria que ignorar os dados obtidos na minha pesquisa.

O que se pode observar a partir da análise de dados disponíveis até 2002 – e apresentados no livro – é que a concentração da produção do conhecimento manteve-se relativamente estável ao longo da década enfocada³. Vale ainda lembrar que todas as mudanças observadas são destacadas e devidamente comentadas nos capítulos 4 e 5.

³ Estimativas mais recentes produzidas pela RYCIT ((www.rieyt.centroredes.mine.nu/rieyt.elc.2004/1.pdf) com base em informações da Unesco e OCDE confirmam a continuidade dessa tendência. Segundo essa fonte, por exemplo, a proporção do total dos investimentos mundiais em pesquisa e desenvolvimento referente à América do Norte e Europa aumentou de 65,7% – expressos em dólares correntes- em 1994 para 70,1% em 2003; devido a uma participação mais elevada dos Estados Unidos e do Canadá.

Dizer, por exemplo, que “os frutos do progresso científico e tecnológico tendem a se disseminar pelo mundo, acompanhando a deslocalização de empresas e a integração de mercados propiciados pela terceira onda da globalização” é, no mínimo, querer ignorar as evidências apontadas por tantos estudos realizados a esse respeito. Como procuram mostrar alguns pesquisadores citados por mim no livro, entre os quais B. Madeuf e G. Lefebvre, J. Sachs e V. Matesco, entre outros, esse processo não se apresenta, na prática, tão linear, havendo uma tendência mais generalizada de a deslocalização das empresas não ser acompanhada de centros de pesquisa e desenvolvimento mais significativos. As atividades desses centros, no geral, ficam concentradas em adaptações para os mercados locais ou regionais de tecnologias produzidas nas sedes das multinacionais. Assim, em síntese, o que se observa é que as empresas, por várias razões, tendem a fomentar suas bases fundamentais de pesquisa nos países mais desenvolvidos.

Também é de uma superficialidade inaceitável a afirmação de que basta se ter acesso à internet para que “até mesmo o mais pobre dos países africanos” possa absorver a maior parte do estoque de conhecimento científico acumulado pela humanidade (p.445). Para se saber que esse acesso não é tão direto e simples não carece ser especialista da área. Nesse sentido, vale lembrar que até mesmo o estabelecimento de redes entre pesquisadores, instituições e empresas que, sem dúvida, tem facilitado o trabalho cooperativo de pesquisa, é visto com certa restrição por muitos estudiosos. Michael Gibbons, por exemplo, observa que essas redes não deixam de operar de modo excludente em grande parte do mundo em desenvolvimento. Ele explica que elas só absorvem normalmente peritos e diz que “você não pode comprar sua entrada, você tem de ser convidado e para ser convidado você tem de ser bom, você tem de ter os equipamentos mais modernos que, por definição, são muito caros para o Terceiro Mundo[...] Creio, assim, que as tecnologias da informação e comunicação sejam partes importantes, mas não o motor principal da transformação”.⁴

Mais reducionista ainda é a conclusão de que “o mundo nunca foi tão igualitário como atualmente” e que “as pressões à desigualdade e a certa tendência concentradora...sejam o resultado da incapacidade dos

⁴ Trecho de uma entrevista a mim concedida em dezembro de 2001.

mais pobres em acompanhar o ritmo da pesquisa e do desenvolvimento científico e tecnológico para fins produtivos. (p.445). Será que essa base conceitual (“Incapacidade dos mais pobres”) não é um exemplo do “juízo de valor” que os cientistas sociais, por razões metodológicas, devem evitar em suas interpretações analíticas?

Outro ponto de natureza conceitual que merece ser comentado é o questionamento feito por Almeida ao meu uso dos conceitos tão disseminados e utilizados de “países desenvolvidos” e “em desenvolvimento” (ver p.439/440). Ele próprio, na louvável resenha “Dimensões econômicas e sociais do desenvolvimento global” citada nesse meu livro, lança mão dos referidos conceitos.⁵ Ademais, longe de afirmar a homogeneidade dessas macro-categorias, procurei salientar, ao longo do livro, a heterogeneidade existente em ambos os blocos. Tanto que utilizei também os conceitos de países de “industrialização avançada”, de “industrialização tardia”, de “economia emergente”, “menos desenvolvidos”, entre outros, para expressar, sob determinados ângulos de análise – os diferentes estágios de desenvolvimento socioeconômicos observáveis na contemporaneidade. Faço apenas restrição aos conceitos de “países pobres” e “ricos” por considerá-los inconsistentes.

Todavia, fica claro que o principal objetivo do resenhista para discorrer sobre a “irracionalidade” desses conceitos é o de querer enquadrar o meu estudo dentro do modelo conhecido por “desenvolvimentista” expresso na seguinte assertiva:

“O modelo adotado é bem mais evidente nas escolas econômicas ditas desenvolvimentistas, que continuam a ver o mundo segundo a estrutura centro-periferia. Mas ele também se reproduz nessas análises sobre a produção científica e tecnológica no plano mundial, que tendem a considerar como um dado fixo que a produção de conhecimento, tanto prático, isto é tecnológico, tende a se concentrar cada vez mais num pequeno grupo de países. A tese é tão auto-induzida quanto sua equivalente no plano de desenvolvimento econômico: como os países atualmente ricos são os que mais produzem tecnologia avançada e seus produtos, essa

⁵ “Dimensões econômicas e sociais do desenvolvimento global”, *Parcerias Estratégicas* n.18, Brasília, CGEE, agosto de 2004.

situação só pode ter tido origem na concentração de recursos, capitais e outros fatores nesses países, em detrimento e com a “colaboração involuntária” dos demais, que transferiram recursos e excedentes e – a famosa extração de mais-valia” da tradição marxiana – para os países do centro, identificados a dominadores e exploradores (p. 441-442)”.

Tal dedução, porém, passa bem distante das elaborações teóricas e conclusões por mim apresentadas. Ao longo do estudo procurei acentuar a complexidade da questão desenvolvendo uma análise pautada em fatores históricos, econômicos, políticos e culturais associados às diferentes realidades que compõem o panorama mundial da atualidade, não me atendo a nenhuma posição ideológica – o que aliás seria condenável numa análise sociológica – e nem a nenhuma linha específica de interpretação.

Creio, dessa forma, que as discordâncias do resenhista com relação à tônica das desigualdades econômicas refletidas no desenvolvimento social, científico e tecnológico no mundo contemporâneo, ressaltada não só por mim, mas por tantos outros autores citados ao longo do meu trabalho para ter consistência deveria – torno a repetir – ser acompanhada de dados factuais.

Afirmar simplesmente, por exemplo, que “apenas porque em meia centena de países as pessoas são mais pobres do que eram uma década atrás (e a África responde muito por isso) não quer dizer que a humanidade está mais pobre, ao contrário, pois apenas a China e a Índia concentravam algumas centenas de milhões de miseráveis extremos que foram alçados a uma condição de pobreza modesta (p.439)” corresponde a um tipo de argumentação desprovida de sustentação e validade. Será que para o resenhista os dados divulgados pelos relatórios do Programa das Nações Unidas (Pnud) e de tantas outras fontes que tomei como referência para minha análise – não são confiáveis? Será por isso que ele tem dúvidas quanto à confiabilidade do pronunciamento do ex-SG das Nações Unidas, Kofi Anan, de que o mundo hoje está mais desigual que há 40 anos atrás?

Talvez a análise desenvolvida no meu livro possa parecer “rudimentar” (p.444) e “uma aborrecida repetição” (p. 441) ao resenhista porque em nenhum momento deixo de pautar minhas observações em dados e fatos comprováveis e compartilhados.

Paulo Almeida surpreende ainda quando diz que algumas das minhas conclusões são “capciosas” (p.439). Sou acusado de “eludir o fato de que a produção própria dos países em desenvolvimento está crescendo”

Devo alertar que tal fato é devidamente analisado, na sua complexidade, não só no capítulo dedicado aos países em desenvolvimento como também no Capítulo 5 e nas Conclusões.

Outras acusações que considero improcedentes são as de que o livro seria portador de uma visão antiglobalizadora (p.441), pessimista (p.445) e de que sou partidário da “visão conspiratória” associada a um estudo feito pelo economista sul-coreano Ha-Joo Chang.⁶

Inicialmente, devo dizer que em nenhum momento do livro o processo de globalização da economia é indicado como fator causal para o fenômeno da concentração. Assim, além da caracterização geral do processo a partir de autores como Manuel Castells e Luciano Coutinho, entre outros, o que procuro salientar num item específico do Capítulo 4, são os impactos iniciais que a intensificação desse processo teve sobre a produção do conhecimento sobretudo nos países em desenvolvimento. Entre eles, destaco o fato apontado por Krishna, Waast e Gaillard de que as atividades científicas e tecnológicas nesses países dependiam basicamente do financiamento público e que a retração do Estado na sua intervenção provedora – que acompanhou as reformas neoliberalizantes – teve repercussões negativas sobre seus sistemas de ciência e tecnologia.⁷ Essa situação foi comprovada em inúmeros países em desenvolvimento, inclusive no Brasil, onde algumas instituições tradicionais, como o CNPq, deixaram de cumprir compromissos de financiamento para projetos aprovados.

No que se refere à minha adesão à “visão conspiratória” de Chang é necessário esclarecer que a citação do referido autor no meu trabalho não tem o destaque que Almeida procura dar na sua descrição crítica. A contribuição de Chang relativa à comparação de estratégias de

⁶ Chang, H. *Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica*. São Paulo: Ed. Unesp, 2004.

⁷ Krishna, V.; R.Waast & Gaillard. “La mondialisation et les communautés scientifiques dans les pays en développement” in *Rapport mondial sur la science* 1998. Paris: Unesco, 1998.

desenvolvimento ocorridas nos países hoje considerados mais desenvolvidos com aquelas que tiveram que ser submetidas aos condicionamentos dos empréstimos de organismos como o FMI ou Bird está inserida apenas nas Conclusões, juntamente com a de outros autores, para caracterizar de forma mais ampla possíveis dificuldades e entraves enfrentadas por grande parte dos países em desenvolvimento.

Mas para fazer tal caracterização não chego a especular, como afirma o resenhista, que o “esmagamento das capacidades de pesquisa de países em desenvolvimento poderia ser devido aos ajustes estruturais, à la Consenso de Washington, da fase recente (p.444)”. O que observo na minha análise é que esses ajustes estruturais ocorreram de forma diferenciada no mundo, com diferentes impactos. Não se pode dizer, por exemplo, que esse processo tenha se efetivado na Argentina da mesma forma que se manifestou na Índia ou na China. Aliás, a esse respeito cabe salientar que Almeida omite importantes informações ao afirmar simplesmente que a China e a Índia seguiram de forma cabal as medidas de liberalização “nas duas últimas décadas (p.444)”. Em seus processos de liberalização e privatização da economia tiveram de enfrentar resistência política. Na Índia, por exemplo, onde as transformações só passaram a ocorrer a partir de 1991, o Partido Bharatiya Janata- que esteve no poder até 2004 – sempre defendeu o investimento externo só em áreas de tecnologia de ponta e de infra-estrutura. Como observam Baskaran e Muchie (2003) “a Índia respondeu cautelosamente com uma liberalização seletiva de políticas que visavam transformar seu sistema nacional de inovação num sistema voltado para o exterior”.⁸

Dessa forma, quem parece fazer uma leitura reducionista do processo histórico é o resenhista, embora o acusado seja eu de afirmar, por exemplo, que os problemas econômicos e de dependência tecnológica dos países menos desenvolvidos “datem das fases de ajuste estrutural e de abertura externa (p.444)”. A citação de Nelson Rodrigues de que “o subdesenvolvimento não se improvisa, é uma obra de séculos”, se dirigida ao meu trabalho, é totalmente desprovida de sentido.

⁸ Baskaran, A. & Muchie, M. “Indian national system of innovation and globalisation: Some lessons for African national systems of innovation”, Londres, 2003, mimeo.

Por outro lado, quero deixar claro também que considero superficiais algumas afirmações pautadas na “visão histórica” que Paulo Almeida procura defender. Dou como exemplo o seguinte comentário feito a partir de uma classificação – que aliás eu não faço – de países “concentradores” e “penalizados” para identificar a grande “divergência científica” existente no mundo atual: “China e Índia precisamente foram os grandes “divergentes” dos séculos 19 e 20, não necessariamente porque tenham sido dominados, humilhados e expropriados pelos mais ricos – o que também se passou, reconheçamos – mas porque perderam, em algum momento de suas histórias respectivas, a capacidade de continuar inovando nos terrenos tecnológico e militar e se deixaram, assim, dominar e expropriar pelos mais ricos, ou mais capazes militarmente”.

Acredito também que não haja fundamentos sólidos para que se possa “confiar na capacidade das indústrias nacionais, assim como dos próprios mercados, de forma similar ao que sempre ocorreu nos países desenvolvidos, de colmatar as brechas que os separam destes últimos em matéria de produção e apropriação de conhecimento científico e tecnológico”.

Talvez o fato de eu não incorporar crenças tão questionáveis como as referidas anteriormente e de procurar agregar à minha análise as dificuldades, entraves existentes para uma transformação a curto prazo da realidade mundial contemporânea – caracterizada por grandes desigualdades não só na produção como na absorção e utilização do conhecimento – tenha levado o resenhista a classificar a minha visão de “pessimista” (p.446).

Todavia, contrariando essa impressão, ao final do livro, não deixo de manifestar a minha confiança, como mais um observador entre tantos outros, de que a ação social, principalmente na sua dimensão política, poderá conduzir nossa possível sociedade-mundo, como identifica Edgar Morin, para horizontes mais luminosos, mas sem ignorar naturalmente os resultados de tantos estudos que apontam para tantos aspectos sombrios da nossa realidade atual, inclusive os do problema analisado.

Ademais, quando Almeida sugere que seria do meu agrado que um “outro mundo científico” fosse possível (p.446) – numa outra tentativa de querer me associar ao movimento antiglobalização – ele está

deixando de considerar alguns resultados da minha pesquisa discutidos no livro. Entre eles, o fato de que nos países onde as políticas de ciência e tecnologia são políticas de Estado e devidamente articuladas às outras políticas públicas, onde os insumos básicos para a manutenção e desenvolvimento das atividades científicas estão sendo garantidos, onde o planejamento apresenta-se mais adequado às potencialidades e necessidades locais, onde também a avaliação representa papel importante na correção de rumos, esse “outro mundo” já vem se manifestando com exemplos concretos e significativos.

Finalmente, quero deixar claro que prefiro não fazer comentários sobre as observações críticas de Almeida relativas às estratégias de atuação da ONU e à cultura acadêmica das universidades públicas brasileiras porque ao meu ver – embora sejam também questionáveis – não fazem muito sentido para a discussão do tema resenhado.

Para concluir, gostaria de sugerir que se o resenhista acredita realmente que o livro seja “importante” (p. 435), que ele faça uma leitura mais atenciosa do meu exercício de análise macrossociológica e que considere a possibilidade de desenvolver um outro estudo pautado também em princípios científicos para fazer jus às suas convicções e expectativas; dessa maneira, o objetivo expresso, ao final do livro, de contribuir para “fomentar outras abordagens que venham enriquecer não só o entendimento da tendência concentradora da produção do conhecimento no mundo contemporâneo e suas conseqüências socioeconômicas, como também sinalizar com possíveis intervenções para atenuá-la ou mesmo revertê-la em todas as suas dimensões” poderá começar a se concretizar.

REVISTA PARCERIAS ESTRATÉGICAS

A revista *Parcerias Estratégicas* publica artigos, resultados de pesquisas científicas, documentos, ensaios, resenhas e textos históricos nos seguintes eixos temáticos: inovação tecnológica, cooperação internacional, avaliação e acompanhamento dos programas estratégicos, interação universidade-empresa, estudos prospectivos e visão do futuro, desenvolvimento regional, tecnologia da informação e comunicação, financiamento à pesquisa científica e tecnológica, resgate da história da ciência e tecnologia nacional, resenhas.

NORMAS EDITORIAIS

Parcerias Estratégicas tem a preocupação de publicar artigos que sejam relevantes aos objetivos propostos pela linha editorial estabelecida, portanto, aceita trabalhos que não sejam inéditos ou restritos a autores brasileiros, desde que sejam obras recentes e observadas as seguintes recomendações:

- 1) Os artigos devem ser enviados completos em arquivo digital, formatados em espaço 1,5 e fonte *Garamond* 12, contendo de 15 a 25 páginas (30 mil a 50 mil caracteres) numeradas. Deve-se juntar ao final do trabalho um resumo em português e inglês (cerca de 120 palavras), que permita uma visão do tema em questão. Evitar utilizar marcações desnecessárias no texto como grifo negrito, itálico, etc. As citações constantes do artigo devem estar entre parênteses, indicando o sobrenome do autor e ano da publicação (ex: Carvalho, 2005). As referências bibliográficas devem ser listadas em ordem alfabética, observando as normas da ABNT. Figuras e imagens são publicadas em preto e branco (portanto devem vir originalmente em PB), em 300dpi no formato JPG, e acompanhadas de legenda e da fonte e/ou autoria.
- 2) Todos os autores devem ser identificados com o nome completo, formação acadêmica e titulação máxima, cargo atual e vinculação institucional (em até três linhas).
- 3) As resenhas de publicações recentes devem ter de 5 a 8 páginas (até 15 mil caracteres).
- 4) Todos os artigos serão submetidos a parecer de consultores especializados, que fundamentarão a decisão final do Conselho Editorial sobre sua publicação. Os textos enviados espontaneamente estão sujeitos à análise prévia de adequação pela editoria da revista.
- 5) Os colaboradores podem enviar seus trabalhos para: editoria@cgee.org.br.

MAIORES INFORMAÇÕES:

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd. 2 Bloco A, Corporate Financial Center, sala 1102
70712-900, Brasília – DF
Tel.: 61 – 3424.9666
<http://www.cgee.org.br>



editoração **cg**ee